



Australian Government



FERMETURE DE MINES

*Programme des bonnes pratiques pour le
développement durable de l'industrie
minière*

Août 2016



FERMETURE DE MINES

*Programme des bonnes pratiques pour le
développement durable de l'industrie minière*

Août 2016

Clause de non-responsabilité

Programme des bonnes pratiques pour le développement durable de l'industrie minière.

Cette publication a été dirigée par un groupe de travail constitué d'experts et de représentants gouvernementaux, non-gouvernementaux, et issus de l'industrie. L'effort procuré par les membres du Groupe de Travail est sincèrement apprécié.

Les points de vue et les opinions exprimés dans cette publication ne reflètent pas nécessairement ceux du Gouvernement Australien ou du Ministère des Affaires Etrangères, du Ministère du Commerce et de l'Investissement et du Ministre des Ressources et du Nord de l'Australie.

Alors que des efforts raisonnables ont été faits pour garantir que les contenus de cette publication sont corrects dans les faits, le Commonwealth ne prend pas la responsabilité de l'exactitude ou de l'intégralité du contenu, et ne doit pas être tenu pour responsable de la perte ou de l'endommagement qui peut être causé directement ou indirectement, par l'utilisation ou le recours aux contenus de cette publication.

Les utilisateurs de ce manuel doivent garder à l'esprit qu'il est destiné à servir de référence générale, et qu'il ne doit en aucun cas se substituer aux conseils professionnels prodigués dans certaines situations spécifiques, propres à chaque utilisateur. Les références faites aux entreprises ou aux produits dans ce manuel ne doivent pas être considérées comme une approbation de ces entreprises ou de leurs produits par le Gouvernement Australien.

Le soutien pour le LPSDP a été prévu par le programme d'aide Australien géré par le département des affaires étrangères et du commerce grâce aux rapports de valeurs en donnant des conseils pratiques et des études de cas pour l'utilisation et le fonctionnement dans les pays en développement.

Photo de couverture : Exploitation de Misima Mine (avant et après réhabilitation) par Barrick Gold Australia Ltd. Île Misima (Papouasie-Nouvelle-Guinée).

© Commonwealth of Australia 2015

Ce travail est protégé par des droits d'auteur. En dehors des utilisations autorisées sous le *Copyright Act 1968*, toute reproduction même partielle est interdite par quelque procédé que ce soit sans le consentement écrit préalable du Commonwealth. Toute demande et toute question concernant la reproduction et les droits doivent être adressées à Commonwealth Copyright Administration, Attorney-General's Department, Robert Garran Offices, National Circuit, Canberra ACT 20 ou affichées sur www.ag.gov.au/cca

Août 2016.

Contents

REMERCIEMENTS	vi
AVANT-PROPOS	viii
1.0 INTRODUCTION	1
Le public-cible	3
2.0 DÉVELOPPEMENT DURABLE ET FERMETURE	4
2.1 L'environnement et la fermeture	5
2.2 Contexte et stratégie	7
2.3 Composantes juridiques et réglementaires	8
2.4 Biodiversité locale et régionale	12
2.5 La gestion des déchets de la mine	16
2.6 La gestion des risques	17
2.7 L'analyse de rentabilisation pour une durabilité de la réhabilitation et de la fermeture minières	21
2.8 Les opportunités d'utilisation des terres de l'après-mine	23
2.9 La collectivité et la fermeture	27
3.0 LES PHASES DE LA DURÉE DE VIE DES MINES	33
3.1 Exploration	35
3.2 Faisabilité	36
3.3 La planification et la conception	37
3.4 La construction et la mise en service	39
3.5 Exploitation	40
3.6 Le déclassement et la fermeture	41
3.7 La gestion et le suivi de l'après-fermeture	44
4.0 LA PLANIFICATION DE LA FERMETURE	47
4.1 Les caractéristiques physiques, chimiques et géochimiques des déchets miniers	48
4.2 Les problèmes du drainage minier	49
4.3 Les modelés de relief issus de l'ingénierie de conception et de construction	49
4.4 Les rejets miniers	51
4.5 Aspects radiologiques	54
4.6 Gestion des eaux	55
5.0 L'ÉLABORATION D'UN PLAN DE FERMETURE	59
5.1 Rassembler des données de base de référence environnementale	60
5.2 Développer une base de connaissances pour les domaines et les caractéristiques	61
5.3 Évaluer les risques résiduels	64
5.4 Définir des objectifs et critères d'achèvement de la fermeture	64
5.5 Spécifier le régime de suivi et les indicateurs de performance	66
5.6 Effectuer des recherches et des essais	67
5.7 Examiner les stratégies et les plans de fermeture	70

6.0 GARANTIE FINANCIÈRE, PROVISIONNEMENT ET OBLIGATIONS ENVIRONNEMENTALES	76
6.1 Garanties financières et provisionnement	77
6.2 Minimiser la responsabilité environnementale potentielle	82
7.0 DÉCLASSEMENT ET FERMETURE	85
7.1 Élaboration d'un plan de déclassement	86
7.2 Estimation des actifs et planification de leur vente ou de leur transfert	89
7.3 Infrastructure de déclassement et remédiation à la pollution et aux contaminations	89
7.4 Infrastructure d'héritage	90
8.0 RÉTROCESSION DE LA MINE	91
8.1 La renonciation au bail minier	92
8.2 Exigences de la gestion de l'après-fermeture	95
9.0 CONCLUSION	99
ANNEXE 1: UNE VALEUR ENDURANTE : VUE D'ENSEMBLE SUR LES PRINCIPES ET LES ÉLÉMENTS CLÉS	101
Principes clés et les éléments relatifs à la fermeture des mines	101
ANNEXE 2 : LES PROBLÈMES, LES CONSÉQUENCES ET LES OPTIONS POUR RÉDUIRE LES IMPACTS	102
ANNEXE 3 : PLAN DE DÉCLASSEMENT DES RÉSIDUS	107
GLOSSAIRE ET ACRONYMES	109
RÉFÉRENCES	118

ÉTUDE DE CAS :

Développement d'une zone de capital social et humain dans le cadre des plans d'exploitation et de fermeture d'une mine.	13
L'utilisation des terres après-fermeture, le cas dubioréacteur de Woodlawn	24
Un exemple international de préservation du patrimoine et de la réhabilitation — la fermeture et l'achèvement des mines de lignite dans les vallées de la Ruhr et de la Sarre en Allemagne	26
L'engagement communautaire en République démocratique populaire lao (RDP)	29
Une fermeture non planifiée	41
Utilisation des terres de après la fermeture aux lacs de Penrith (Penrith Lakes), Nouvelle-Galles du Sud	45
La décharge de résidus, la réhabilitation, la fermeture et la complétion d'une mine de bauxite en Australie-Occidentale	53
Projet de fermeture de la mine de New Wallsend — le rétablissement du ruisseau de Maryland (Maryland Creek)	57
La fermeture prématurée d'une mine où sont présentes des valeurs de la biodiversité, de l'environnement et de la culture	62
Les relations communautaires et la fermeture d'une mine en Indonésie	68
Iluka Resources remet une mine de sables minéralisés à l'état de terres agricoles productives et de cours d'eau éphémères	73
L'outil de responsabilité pour la réhabilitation en Australie	80
Fermeture, engagement des parties prenantes et valeurs écologiques	83
Le projet de la mine d'or de Mt McClure en Australie-Occidentale	87
La certification de la réhabilitation progressive de Kestrel	92
La fermeture d'une mine à grande échelle et sur le long terme, avec de multiples installations, à la coentreprise minière de Tanami dans le Territoire du Nord	96

REMERCIEMENTS

Le Programme des bonnes pratiques pour le développement durable de l'industrie minière est géré par un comité de direction présidé par le Ministère de l'industrie, de l'innovation et de la science du gouvernement australien. Les 17 thèmes du programme ont été développés par des groupes de travail composés de représentants du gouvernement, de l'industrie, de la recherche, du milieu universitaire et de la communauté. Les manuels de BonnesPratiques n'auraient pas pu être complétés sans la coopération et la participation active de tous les membres du groupe de travail.

Harley Lacy et Kim Bennett (MWH Australia), en tant qu'auteurs principaux expriment leur reconnaissance aux coauteurs suivants ayant participé à la rédaction de la version révisée en 2014 du manuel *Fermeture de mines* (Mine Closure) et les remercient, de même que leurs employeurs qui ont accepté de mettre leur temps et leur expertise à la disposition du programme:

CONTRIBUTOR	MEMBER	CONTACT
 MWH BUILDING A BETTER WORLD	Mme Kim Bennett et M. Harley Lacy	www.mwhglobal.com
 ANGLO AMERICAN	Dr Carl Grant Responsable mondial de la planification des fermetures de mines AngloAmerican	
	Corinne Unger Expert-conseil en environnement Durabilité des réhabilitations minières et planification des fermetures	
 MWH BUILDING A BETTER WORLD	Dr David Jasper, M. Matt Braimbridge, Mme Mellissa Bolton	www.mwhglobal.com
 IGO	M. Ron Watkins	
 Rio Tinto	M. Stuart Rhodes Conseiller principal, Gestion des fermetures et de l'héritage Santé, sécurité, environnement et communautés Rio Tinto	
 Mike Slight and Associates	M. Michael Slight	www.mikeslightandassociates.com.au

CONTRIBUTOR**MEMBER****CONTACT**

Donna Pershke
Chef de groupe durabilité

donna@pershkeconsulting.com



Mme Tania Laurencont
Scientifique en chef, activités minières
NT Department of Mines and Energy,
et

www.minerals.nt.gov.au

M. Peter Wagget
Directeur de la conformité minière
NT Department of Mines and Energy



M. Tony van Merwyk et Mme Fiona
Sinclair

www.herbertsmithfreehills.com

M. Bill Biggs
Directeur de l'environnement
Biggs and Associate

bill.biggs@baacs.com.au

AVANT-PROPOS

La série de manuels *Recueil de bonnes pratiques pour le développement durable de l'industrie minière* (*Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry*) a été conçue pour partager l'expérience et l'expertise mondiale australienne en termes de gestion et de planification des sites miniers. Ces manuels prodiguent de bons conseils concernant les aspects sociaux, économiques et environnementaux, tout au long des différentes phases du projet, de l'extraction et de l'exportation des minéraux jusqu'à la construction des mines, en passant par leur mise en service et leur fermeture.

L'Australie est un numéro un mondial en termes d'activité minière. Notre expertise nationale a servi la rédaction de ces manuels, qui constituent un recueil contemporain et pratique de bonnes pratiques.

Le Ministère Australien de l'Industrie, de l'Innovation et des Sciences a contribué à la gestion technique et à la coordination des manuels, en coopération avec l'industrie privée et les partenaires gouvernementaux. Le programme australien d'assistance internationale, géré par le Département des Affaires Étrangères et du Commerce (Department of Foreign Affairs and Trade), a co-financé la mise à jour des manuels en reconnaissance du rôle essentiel du secteur minier, moteur de la croissance économique et de la réduction de la pauvreté.

L'extraction minière est une industrie mondiale, et les sociétés australiennes sont des investisseurs et des explorateurs actifs à travers le monde. Le Gouvernement Australien reconnaît qu'une meilleure industrie minière signifie plus de croissance, plus d'emplois, plus d'investissements et de commerce, mais que cela n'est possible que si le niveau de vie général augmente.

Un fort engagement dans les bonnes pratiques pour un développement durable est essentiel pour l'excellence minière. Appliquer de bonnes pratiques permet aux entreprises de livrer une valeur durable, de maintenir leur réputation de qualité dans un climat d'investissement concurrentiel et d'assurer un soutien important aux communautés et gouvernements hôtes. La compréhension de bonnes pratiques est donc essentielle pour gérer les risques et s'assurer que l'industrie minière délivre son plein potentiel.

Ces manuels ont été conçus pour fournir des informations essentielles aux sociétés minières, aux communautés et aux régulateurs. Ils contiennent des études de cas pour assister les différents secteurs de l'industrie minière, dans le cadre des normes fixées par la législation, et au-delà.

Nous vous recommandons de lire ces manuels de *Bonnes Pratiques* et espérons qu'ils vous seront utiles.



Sénateur L'honorable Matt Canavan
(Membre du Parlement)

Ministre des Ressources et du Nord de l'Australie (Minister for Resources and Northern Australia)



L'Honorable Julie Bishop,
Membre du Parlement

Ministre des Affaires Étrangères

1.0 INTRODUCTION

Cette révision de manuel traite des fermetures de mines, l'un des thèmes du Programme des bonnes pratiques du développement durable (LPSD, Leading Practice Sustainable Development). Ce programme vise à identifier des questions clés affectant le développement durable dans l'industrie minière et à fournir des informations et études de cas afin d'illustrer une base durable pour l'industrie. Un certain nombre de manuels à thème dans cette série vient compléter celui-ci. Les manuels sur les meilleures pratiques intègrent la totalité des étapes de la production minérale, depuis l'exploration jusqu'à l'après-fermeture et à la rétrocession.

L'industrie minière épouse le concept selon lequel l'achèvement et la rétrocession intègrent la remise d'une utilisation définie des terres après l'exploitation, plutôt qu'une simple fermeture lorsque la phase opérationnelle d'une mine cesse et que le déclassement est terminé. Pour aider à une telle planification, une nouvelle phase dans la durée de vie de la mine (LoM, life of mine) sous le terme « gestion de l'après-fermeture » (chapitre 3.7) a été ajoutée à ce manuel afin de prendre en compte des considérations à plus long terme pour que les sociétés gèrent les conditions post-déclassement en vue de la rétrocession.

Le concept des « meilleures pratiques » illustre d'excellentes approches de la fermeture de mines. À mesure que de nouveaux défis se font jour et que de nouvelles solutions sont élaborées, ou que de meilleures solutions sont conçues pour des problèmes existants, il est important que ces meilleures pratiques soient flexibles et novatrices pour la mise au point de solutions répondant à des exigences spécifiques de sites. S'il existe des principes à la base, les meilleures pratiques concernent une approche et une attitude autant qu'elle relève d'un ensemble fixe de pratiques ou d'une technologie particulière.

L'avenir de l'industrie minière dépend de ce qu'elle laisse à la postérité. La réputation de l'industrie est affectée lorsque des mines sont abandonnées ou lorsque des impacts environnementaux négatifs à long terme se manifestent faute d'avoir été bien abordés au cours de la LoM. L'industrie reconnaît aujourd'hui que pour obtenir un accès à des ressources futures, il lui faut faire preuve de sa capacité à gérer et à fermer les mines de manière efficace tout en bénéficiant du soutien des collectivités chez qui elle opère. Un engagement suivi avec la collectivité tout au long de la LoM reflète une bonne stratégie d'affaires pour les sociétés cherchant à contribuer à l'établissement de communautés régionales durables grâce à des partenariats à long terme.

Le mot « héritage » revient à de nombreuses reprises dans ce manuel sur la fermeture de mines. C'est un terme crucial. Le mot est souvent utilisé avec une connotation négative dans l'industrie et par ses détracteurs alors qu'en réalité « héritage » signifie et sous-entend « un présent que l'on transmet ». On reconnaît volontiers que selon les points de vue, un héritage peut être positif ou négatif.

L'héritage des ressources minérales (figure 1) illustre les relations primaires que la découverte et l'utilisation de minéraux créent entre sociétés minières, communautés locales et pouvoirs publics. Certains des effets globaux y sont répertoriés sous forme de verbes. L'héritage des ressources représente l'interface commune pour ces trois parties prenantes primaires.

Il faut désormais une égalité sociale et une nouvelle manière de considérer l'héritage des ressources, en raison de l'effet mondial massif du conflit entre la recherche de minéraux par l'humanité et leur utilisation, et des intrants nécessaires pour extraire et traiter ces ressources. Le secteur minier reste cependant une industrie primaire vitale s'occupant de l'obtention ou de la fourniture de matières premières naturelles en vue de leur conversion en marchandises et produits pour le grand public. En termes économiques, ce sont ces industries primaires qui décident de notre succès économique. Le cadeau économique de l'héritage des ressources s'accompagne d'une responsabilité pour toutes les parties et ceci est par conséquent amplement discuté dans ce manuel.

Figure 1 : l'héritage des ressources minérales

MINERAL RESOURCES - THE LEGACY



Source : Lacy and Bennett (2015)

Le cadre de l'héritage représenté sur la figure 1 fournit un contexte visuel permettant d'aborder une discussion élargie sur la nature de l'héritage des ressources minérales : le but est de favoriser une compréhension des cycles continus de LoM parmi les employés des sociétés, les communautés locales, les parties prenantes régionales, les actionnaires, les directeurs de sociétés, les organisations non gouvernementales internationales (ONG) et la société dans son ensemble.

La fermeture de mines est un processus. Pour être réussi, il devrait commencer par une planification précoce, faire appel à une réhabilitation progressive en cours d'exploitation et culminer enfin avec le déclassement, la réhabilitation et la rétrocession. La fermeture peut dans certains cas être seulement temporaire, ou elle peut conduire à un programme d'entretien et maintenance. En ce sens, le terme « fermeture de mines » englobe une vaste gamme d'éléments moteurs, de processus et de résultats.

La fermeture de mines et la réhabilitation déterminent en fin de compte la nature de l'héritage laissé en tant qu'utilisation des terres pour les générations futures, et si elles ne sont pas réalisées de manière planifiée et efficace tout au long de la LoM, un site peut demeurer dangereux et constituer une source de pollution pour de nombreuses années à venir. L'objectif global de la rétrocession de mines est d'éviter ou de minimiser les impacts négatifs environnementaux, physiques, sociaux et économiques sur le long terme, et également de créer des modelés de relief qui soient stables et adaptés à une certaine entente sur l'utilisation ultérieure des terres.

Le Programme LPSD a élaboré une série de 17 manuels sur les meilleures pratiques de gestion de l'exploitation minière, série qui a rencontré un succès international. Chaque manuel est mis à la disposition du public en anglais pour téléchargement ; une sélection de manuels est traduite dans d'autres langues en fonction de la demande internationale (<http://www.industry.gov.au/resource/Programs/LPSD/Pages/LPSDhandbooks.aspx>).

Outre le présent manuel, la série comporte : *Guide pour les meilleures pratiques du développement durable dans le secteur minier (A guide to leading practice sustainable development in mining)* ; *Contaminants aériens, bruit et vibrations (Airborne contaminants, noise and vibration)* ; *Gestion de la biodiversité (Biodiversity management)* ; *Le développement et la participation communautaire (Community engagement and development)* ; *Gestion du cyanure (Cyanide management)* ; *Évaluation des performances : suivi et audit (Evaluating performance : monitoring and auditing)* ; *Gestion des matières dangereuses (Hazardous materials management)* ; *Réhabilitation des mines (Mine rehabilitation)* ; *Prévention du drainage acide et métallifère (Preventing acid and metalliferous drainage)* ; *Gestion des risques (Risk management)* ; *Gestion des stériles (Tailings management)* ; *Intendance de l'eau (Water stewardship)* ; et *Travailler avec les communautés autochtones (Working with Indigenous communities)*.

Le public-cible

Gestion de la mine

Ce manuel est essentiellement destiné à servir d'outil de gestion afin d'améliorer la planification et la réalisation de fermetures de sites miniers. Le public-cible comprend des personnes aux fonctions diverses au sein de l'industrie et également autour de celle-ci ; l'attention reste toutefois concentrée sur les responsables de mines sur sites, car ce sont eux qui prennent les décisions cruciales pour appliquer les meilleures pratiques dans les opérations minières. Il relève de la responsabilité du responsable de la mine et de son équipe d'évaluer le risque, d'identifier des opportunités et de prendre les mesures renforçant la valeur de l'exploitation. Les responsables sont également bien placés pour utiliser cette expérience et formuler une analyse de rentabilisation permettant de modifier les normes et les pratiques de l'entreprise. L'exploitation minière bénéficiera d'une valeur supplémentaire résultant d'une mise en œuvre approfondie et efficace d'une réhabilitation progressive, d'une planification de fermeture et de leur exécution.

L'expression « gestion de la mine » est ici utilisée de façon générique. Elle vise à désigner ceux qui détiennent des responsabilités de gestion dans des domaines fonctionnels tels que l'exploration, la construction, la maintenance, la métallurgie, l'extraction minière et la liaison environnementale et communautaire. La mise en page de ce guide permet à ces spécialistes d'extraire les informations qui leur sont les plus précieuses dans leurs rôles quotidiens ou stratégiques.

Public à orientation technique

Ce manuel paraîtra d'actualité pour ceux qui n'occupent pas de fonctions opérationnelles, mais qui sont intéressés par les meilleures pratiques dans l'industrie minière, à savoir les directeurs de sociétés, les responsables, les professionnels des relations communautaires, les consultants et fournisseurs de l'industrie, de même que les organismes du secteur public.

Public non technique

Le manuel est également utile comme document pédagogique sur les principes fondamentaux de la planification de fermeture pour ceux qui n'auraient pas travaillé dans l'industrie ou n'auraient jamais été en contact avec ce secteur. S'il est nécessaire que certaines sections soient techniques, le manuel a été écrit pour être compris par un large éventail de lecteurs, y compris par les parties prenantes associées ou celles potentiellement affectées par des opérations minières. Ce lectorat peut comprendre des représentants d'ONG, des communautés minières, des communautés avoisinantes et des étudiants. Il a été rédigé afin d'encourager ces personnes à jouer un rôle critique dans un souci d'amélioration continue des performances de l'industrie minière au niveau du développement durable.

Étant donné la grande variété du public cible de ce manuel et la grande diversité des expériences minières de son lectorat, un glossaire est proposé en fin d'ouvrage.

2.0 DÉVELOPPEMENT DURABLE ET FERMETURE

MESSAGES CLÉS

- Dans le secteur des minéraux, le développement durable signifie que les investissements dans les projets de minéraux devraient être financièrement rentables, techniquement appropriés, écologiquement sains et socialement responsables.
- Dans la mesure où l'accès aux ressources devient lié à l'industrie et à la réputation de l'entreprise, des processus efficaces de fermeture et de processus satisfaisants de rétrocession de mines deviennent importants pour la capacité d'une société à développer de nouveaux projets.
- Une planification de fermeture exige la mise en place d'un cadre de performance pour la fermeture de mine, lequel facilite une approche cohérente et permet de mesurer le succès de cette fermeture.
- L'engagement permanent des parties prenantes associant les organismes de régulation, la collectivité et l'industrie est une partie importante d'une exploitation minière efficace et effective ; elle englobe également le développement de ressources et la gestion des effets cumulatifs.
- La conservation de la biodiversité est et continuera d'être une considération fondamentale dans la planification de fermetures de mines.
- La caractérisation et la gestion complète des matériaux (y compris des sols et des stériles) tout au long de la LoM sont largement reconnues comme essentielles à la réhabilitation d'une mine, à sa fermeture et à l'utilisation des terres après l'exploitation minière.
- La gestion des risques fait partie intégrante de la planification d'une fermeture de mine, et une approche de la gestion des risques durant la LoM peut permettre à une exploitation d'identifier les risques et de mettre au point des contrôles pour effectuer une fermeture, une réhabilitation et une rétrocession durables de la mine.
- La réhabilitation progressive est un processus de la LoM, lequel procure des avantages permettant d'atteindre les objectifs d'utilisation des terres dans l'après-mine.
- Il est impératif que les parties prenantes et les promoteurs parviennent à s'accorder sur un ensemble d'objectifs et de critères d'achèvement pour la fermeture, dans le cadre du processus d'approbations devant permettre à la société de restituer le site en respectant les exigences réglementaires et les objectifs de la collectivité.
- Un engagement vis-à-vis des meilleures pratiques de développement durable est une condition préalable pour qu'une société minière atteigne et maintienne son « permis social d'opérer » à l'intérieur d'une collectivité.

La définition la plus communément acceptée du développement durable a été avancée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans son rapport incontournable *Notre avenir à tous (Our common future, Rapport Brundtland 1987)* : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. »

Dans le secteur des minéraux, le développement durable signifie que les investissements dans les projets de minéraux devraient être financièrement rentables, techniquement appropriés, écologiquement sains et socialement responsables. Les entreprises impliquées dans l'extraction de ressources non renouvelables sont soumises à une pression croissante pour intégrer le concept de durabilité au sein de leurs processus de prise de

décisions stratégiques et de leurs opérations. Outre ces considérations, des entreprises responsables ont été en mesure de s'orienter vers la durabilité en développant une gamme d'initiatives d'intendance appropriée. Le développement économique, l'impact environnemental ainsi que les responsabilités sociales doivent être bien gérés et des relations productives doivent exister entre les pouvoirs publics, l'industrie et les parties prenantes.

Une gamme de cadres pour une politique de développement durable a été élaborée par l'industrie et d'autres organisations ; ces cadres servent actuellement de moteur pour une pratique améliorée. Parmi ces approches se trouve celle du Conseil International des Mines et Métaux (ICMM) qui a adopté en 2003 un ensemble de 10 principes de développement durable pour exploiter l'engagement de l'industrie par rapport au développement durable dans un cadre de travail stratégique (ICMM 2003).

Afin de procurer un effet pratique et opérationnel aux engagements de l'ICMM, le Conseil australien de l'industrie minière (Minerals Council of Australia, MCA) a élaboré *Valeur durable : le cadre de travail de l'industrie des minéraux en Australie pour un développement durable (Enduring value : the Australian minerals industry framework for sustainable development MCA 2004)*. Ce cadre produit par le MCA est devenu un guide de travail pour les sociétés minières australiennes dans leurs recherches pour l'intégration et l'amélioration continue des approches de développement durable au sein de leurs stratégies et de leurs opérations. Les 10 principes initiaux ont été révisés en 2012. Les nouvelles propositions pour ces principes et les éléments se rapportant aux fermetures sont listés en Annexe 1 de ce manuel.

De façon idéale, on ferme une mine uniquement lorsque ses ressources minérales sont épuisées. Un programme de fermeture de la mine est alors mis en place, et il est appliqué de façon progressive. Du temps peut être consacré à planifier, surveiller et effectuer des essais, et des fonds sont détenus en externe pour couvrir les coûts de la mise en pratique du programme de fermeture. Il est possible d'obtenir des résultats prédéterminés ou de les approcher de façon satisfaisante, et les circonstances permettent amplement de surmonter toute question majeure pouvant générer des problèmes après la fermeture. Les parties prenantes sont préparées pour la date prévue de fermeture, les employés peuvent prendre leurs dispositions pour trouver un autre emploi et la communauté dispose de l'opportunité de travailler avec la mine pour assurer des avantages durables grâce aux activités de l'exploitation minière.

Toutefois, une mine extrait des réserves et non des ressources. La teneur et le tonnage de ces réserves peuvent varier d'un jour à l'autre selon le prix de la marchandise, la teneur du minerai ou sa qualité, les résultats d'explorations supplémentaires, les complications géotechniques ainsi que d'autres facteurs pouvant conduire à la fermeture de la mine avant que la réserve estimée n'ait été complètement extraite. Une telle situation peut poser des problèmes significatifs à la société minière, à la communauté et à l'autorité de contrôle.

2.1 L'environnement et la fermeture

Le développement d'une opération minière avec ses installations et infrastructures d'exploitation implique habituellement une altération permanente des modelés du relief existant, une perturbation de la flore, un bouleversement des habitats de la faune, des impacts hydrologiques ainsi qu'un certain niveau potentiel de contamination.

Impacts sur l'environnement

- *Topographie et modelé du relief* : les changements temporaires de topographie dus à l'extraction minière comprennent les routes d'accès et de transport, les aires de dépôt et terrains d'entreposage, les tas de stockage de terre végétale, les sites d'usines de traitement et les infrastructures d'assistance. Les changements permanents concernent les fosses des mines à ciel ouvert, les reliefs de stériles, les installations de stockage de résidus (TSF, tailings storage facilities) ainsi que les détournements permanents de l'écoulement de l'eau.
- *Flore* : les impacts directs sur les communautés végétales résultent principalement du défrichement pour la mine, des reliefs de stériles rocheux, des usines de traitement, des TSF et des infrastructures associées.
- *Faune* : l'impact de la mine sur la faune peut généralement se décrire soit comme primaire, soit comme secondaire. L'impact primaire est la destruction directe des habitats par le défrichement et les travaux de terrassement. Les impacts secondaires sont associés à des activités créant divers degrés de perturbation au-delà de l'emplacement immédiat où l'extraction minière a lieu : routes d'accès et routes de transport, lignes électriques, canalisations, couloirs techniques et autres infrastructures, introduction d'animaux sauvages et activités générales de la main-d'œuvre.
- *Hydrologie des eaux de surface et des eaux souterraines* : l'évolution des fosses, des tas de stockage, des reliefs de stériles minéralisés, des TSF, les unités de traitement et autres infrastructures recoupent souvent les parcours de drainage naturel. L'interférence avec le drainage peut se traduire par une privation d'eau pour les systèmes de drainage en aval du développement minier ou par un « effet d'ombre » localisé pour une partie de la végétation pouvant dépendre d'écoulements non permanents.
- *Contamination du sol et de l'eau* : les réactions chimiques au niveau des stériles rocheux et des rejets ont le potentiel d'être nuisibles à l'environnement et à la réhabilitation ; elles peuvent ainsi provoquer une contamination des sols en surface, des eaux souterraines et des eaux de surface. De plus, les opérations d'extraction et de traitement nécessitent le transport, le stockage et l'utilisation d'un assortiment de matières dangereuses comme les carburants, les réactifs de procédé, les lubrifiants, les détergents, les explosifs, les solvants et les peintures. Si ces matières ne sont pas correctement gérées, elles ont le potentiel de provoquer une contamination de l'atmosphère, du sol ou de l'eau, et poser des risques permanents pour la santé humaine et l'environnement.

La gestion environnementale de ces questions pendant l'exploitation peut aider à en minimiser les impacts ainsi que le coût futur de leur gestion. Cependant, certains impacts résiduels – qui sont inévitables lors de la fin des opérations d'extraction et de traitement – devront être gérés, à savoir :

- les dangers et les risques pour la sécurité publique
- les sources potentielles de pollution permanente
- l'utilisation future des terres et les demandes en ressources
- la compatibilité écologique
- les attentes de la collectivité
- l'esthétique.

De nombreux aspects qui ont été surlignés ci-dessus, ainsi que les impacts qui en découlent, dépendent de la nature du projet et de facteurs écologiques spécifiques du site. Il est par conséquent important de définir ces aspects et leurs impacts pour chaque projet dans le cadre de la planification de fermeture de mines.

2.2 Contexte et stratégie

Il existe de nombreuses raisons pour lesquelles les mines peuvent fermer de manière précoce. Les recherches montrent que près de 70 % des mines qui ont fermé en Australie au cours des 25 dernières années ont subi des fermetures inattendues et non planifiées (Laurence 2002), c'est-à-dire qu'elles ont fermé pour des raisons autres que l'épuisement ou l'appauvrissement des réserves ; ces raisons comprennent :

- des raisons économiques, telles que le prix faible des matières premières ou des coûts élevés pouvant conduire une société à une administration volontaire ou judiciaire ;
- des raisons géologiques, telles qu'une diminution non prévue de teneur dans un minerai ou de dimension d'un gisement ;
- des raisons techniques, telles que des conditions géotechniques défavorables, ou des défaillances mécaniques ou de matériel ;
- une directive réglementaire, implantée en raison d'atteintes à la sécurité ou à l'environnement ;
- des changements de politique, ce qui arrive de temps à autre lors des changements de gouvernements ;
- des pressions sociales ou celles des communautés, en particulier des ONG ;
- des fermetures d'industries ou de marchés en aval ;
- des inondations imprévisibles de mines.

Les mines mal fermées et négligées (orphelines et abandonnées) provoquent des problèmes d'héritage pour les pouvoirs publics, les collectivités et les sociétés de minéraux, et elles ternissent en définitive l'industrie minière dans son ensemble. Dans la mesure où l'accès aux ressources est lié à l'industrie et à la réputation de l'entreprise, des processus efficaces de fermeture et des processus satisfaisants de rétrocession de mines sont de plus en plus essentiels à la capacité d'une société à développer de nouveaux projets.

Comme les risques et les opportunités associés à la fermeture sont de mieux en mieux connus, cela peut affecter le processus de planification de la fermeture afin d'optimiser des stratégies à long terme pour les entreprises. La conception d'un plan de fermeture de mine devrait être effectuée afin de veiller à ce qu'un processus soit établi pour guider la totalité des décisions et percevoir les implications des décisions pendant la LoM.

La planification de fermeture exige la mise en place d'un cadre de performance pour la fermeture de mine facilitant une approche cohérente et permettant la mesure du succès de cette fermeture. Ce manuel expose une approche intégrée de la planification de fermeture de mine et un provisionnement pour cette fermeture. Il soutient qu'une réhabilitation progressive peut permettre la mise en place de dispositions financières et la planification de la rétrocession de mines, et ainsi d'améliorer les effets négatifs provenant de fermetures inattendues ou non planifiées.

Les aspects d'un cadre de performance sont traités plus en détail dans ce manuel, notamment :

- les exigences juridiques et réglementaires
- la gestion des risques
- les exigences de gestion environnementale et sociale
- l'utilisation des terres de l'après-mine
- les objectifs de la fermeture et les critères d'achèvement
- les garanties financières et le provisionnement
- les exigences de déclassement
- les considérations sur la sécurité.

Les stratégies et les plans de fermeture les meilleurs sont dynamiques et constamment soumis à un examen minutieux. Les revues reflètent à la fois des changements dans le statut physique du projet et au niveau de l'augmentation des connaissances et de la compréhension du projet à mesure qu'il avance au cours de la LoM.

2.3 Composantes juridiques et réglementaires

2.3.1 Engagements, conformité et réglementation

Les obligations spécifiques liées à la fermeture dans la plupart des jurisprudences australiennes exigent une planification de la fermeture de la mine dans le cadre du processus d'approbation. Ces obligations sont soulevées à travers des régimes clés d'approbation (en particulier ceux qui s'appliquent à l'environnement, à la planification et à la législation relative au secteur minier) et elles établissent une norme industrielle minimale pour la fermeture : cette dernière doit faire l'objet d'une planification et elle doit être documentée avant que des approbations puissent être obtenues. Les autorités de contrôle disposent en général de pouvoirs exécutoires significatifs en relation avec ces engagements, pouvant également être liés à des valeurs mobilières.

Les obligations spécifiques relatives à la fermeture d'exploitation doivent être soigneusement considérées afin d'assurer un résultat acceptable pour l'autorité de contrôle et en même temps un meilleur résultat pour l'opérateur et l'environnement. On peut citer comme exemple l'élaboration des objectifs de fermeture et des critères d'achèvement se développant à travers ce processus et continuant à s'appliquer tout au long de la LoM. Un manque de planification correcte de la fermeture de mine peut avoir pour conséquence des critères de réhabilitation et de fermeture non atteints et, par suite, des travaux continuels et onéreux de réhabilitation avant que ne soient liquidés les objectifs clés de fermeture.

De nombreuses obligations juridiques d'ordre général s'appliquent également à la fermeture. Elles apparaissent selon la législation, dans chaque jurisprudence et en application de principes juridiques communs. Ces obligations générales peuvent se présenter à travers des régimes clés d'approbation (en particulier ceux s'appliquant à l'environnement, la planification et la législation relative au secteur minier), de même qu'au titre d'un ensemble de textes spécifiquement ciblés et existant dans le but général de gérer des questions comme la contamination, la protection de la flore et de la faune, les remblais, les décharges contrôlées, les marchandises dangereuses, la gestion des terres et des matériaux spécifiques tels les hydrocarbures et l'amiante.

Ces obligations générales s'appliquent pendant l'exploitation, le déclassement, la fermeture et après la fermeture. Les mines qui n'ont pas été transformées en écosystèmes durables au-delà de leur LoM ont le potentiel de provoquer des atteintes à l'environnement à la fois sur site et hors site, à cause du passage de contaminants à travers des voies clés de contamination (vent, eaux de surface et eaux souterraines). La législation contient des outils puissants exigeant des opérateurs qu'ils contiennent et qu'ils remédient à de tels problèmes.

En plus de la gestion de leurs obligations légales, les exploitants doivent également envisager la possibilité de leur responsabilité vis-à-vis de la loi commune. Dans le cadre de la loi commune à l'encontre d'un exploitant minier en rapport avec sa performance d'environnement ou de santé et sécurité à la fermeture d'un site, les trois procédures principales concernent la nuisance, la négligence et l'infraction aux devoirs légaux. Une planification et un provisionnement appropriés de la fermeture de mine permettent d'aider les sociétés à éviter ce genre de procédures et si un procès privé d'une telle nature est intenté, il peut servir à prouver que des précautions raisonnables ont été prises pour éviter et atténuer les impacts sur les tierces parties.

Il est important d'identifier les obligations de fermeture de la société afin d'éliminer ou de gérer les risques juridiques et veiller à ce que les obligations soient satisfaites. Une approche utile consiste à catégoriser les obligations légales selon les entités auxquelles elles s'attachent. Les obligations liées à la fermeture sont généralement attribuées au détenteur de l'approbation, à l'occupant des terres ou des locaux, ou à la personne entreprenant l'activité. Il est important de considérer comment l'obligation est catégorisée pour déterminer qui supporte le risque et comment l'obligation peut être retirée. Lorsque l'obligation est de la responsabilité du détenteur de l'approbation, la responsabilité potentielle peut être minimisée par la rétrocession ou l'expiration de l'autorité correspondante. Lorsque l'obligation est de la responsabilité de l'occupant, cette responsabilité potentielle peut être réduite lorsque les locaux cessent d'être occupés. Par contraste, la responsabilité revenant à la personne ayant intenté le procès ne peut pas facilement disparaître, avec pour conséquence le potentiel d'obligations de réparations se perpétuant si de bons résultats de fermeture ne sont pas maintenus.

2.3.2 Pouvoirs publics – communauté : une « interface » critique affectant la fermeture et la rétrocession

Un aspect important du développement minier et de l'utilisation durable des terres par celui-ci est le rôle joué par les pouvoirs publics et les autorités de contrôle dans l'interface entre la collectivité et l'industrie minière. Une communication de haute qualité, efficace, et des relations bien construites et respectueuses entre les autorités de contrôle, les communautés et les représentants du secteur minier constituent une partie importante dans le développement de ressources efficaces et efficaces.

Lorsque les sociétés minières se livrent à des activités d'exploration, de développement, d'exploitation et de fermeture dans leur région, les communautés s'attendent à ce que l'autorité de contrôle leur apporte la garantie d'une réglementation et la représentation de leurs intérêts à travers une administration efficace des lois et des codes en vigueur. Inversement, les sociétés des ressources attendent de l'autorité de contrôle une assistance efficace pour le développement des ressources minérales, avec en parallèle un conseil sur les processus, les procédures et les exigences des lois et des réglementations en vigueur.

Les pouvoirs publics répondent inévitablement aux préoccupations de la collectivité ; en conséquence, des changements ont été apportés à la législation, avec pour l'industrie minière une responsabilité accrue quant à la réalisation de bonnes performances et de réduction des risques de responsabilité associés à la fermeture des mines.

Les pouvoirs publics sont ainsi à même de réaliser qu'ils se trouvent dans des situations où :

- ils sont mis en demeure de financer des mesures correctives pour des sites miniers abandonnés affectant des communautés et des écosystèmes ;
- ils réagissent à des fermetures inattendues et inadéquates de mines en réduisant la facilité avec laquelle le secteur minier mène ses affaires et en augmentant le coût de ces dernières ;
- ils fournissent aux communautés la capacité de retirer le permis social d'exploration et d'exploitation.

À titre d'exemple, le gouvernement du Queensland a revu en 2012 ses politiques opérationnelles à propos de l'extraction de ressources et de leurs impacts dans un effort d'améliorer les lignes directrices industrielles et communautaires avec :

- la *Loi de 1989 sur les ressources minérales (Mineral Resources Act 1989)*
- la *Loi de 2004 sur le pétrole et le gaz (production et sécurité) (Petroleum and Gas (Production and Safety) Act 2004)*
- la *Loi de 1923 sur le pétrole (Petroleum Act 1923)*
- la *Loi de 2009 sur le stockage des gaz à effet de serre (Greenhouse Gas Storage Act 2009)*
- la *Loi de 2010 sur l'énergie géothermique (Geothermal Energy Act 2010)*.

La meilleure pratique pour la fermeture de mines, faisant appel aux concepts de ce manuel, encourage l'industrie à appliquer de manière responsable et à démontrer à la collectivité et aux pouvoirs publics qu'elle met effectivement en pratique de bons programmes de fermeture de mines. La totalité des parties prenantes doit avoir la preuve que, grâce à une collecte systématique des données et à des enquêtes tout aussi systématiques, nous pouvons résoudre les défis et comprendre de façon collective les effets cumulatifs.

Aux États-Unis, la Loi de 2015 sur l'exploitation minière en roche dure et la remise en état (Hardrock Mining and Reclamation Act of 2015) est un exemple détaillé et à grande échelle de réponse réglementaire – elle est actuellement soumise à un comité du Sénat (US Congress 2007/2009). Cette loi est née de la réponse à l'identification de près de 500 000 exploitations minières de roche dure aux États-Unis et qui ne sont pas couvertes de façon efficace par la Loi de 1980 sur les réponses, les compensations et les obligations environnementales complètes (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of 1980, CERCLA 1980). La loi de 2015 tient compte de la collecte de frais, amendes et redevances.

Environ deux tiers des recettes totales de redevances de ce fonds sont attribués en vue d'un « Fonds de remise en état » (Reclamation Fund) destiné au déblaiement de mines abandonnées sur les terrains fédéraux. Le tiers restant est attribué à un « Fonds d'assistance à l'impact sur les communautés des minéraux localisables » (Locatable Minerals Community Impact Assistance Fund) venant en assistance aux communautés qui sont socialement ou économiquement affectées par le cycle prospérité-récession du secteur minier et des activités de minéralurgie.

2.3.3 Effets cumulatifs

Dans les années 1990 et au début des années 2000, l'Australie a connu un développement rapide de ses régions possédant des ressources. Une expansion économique aussi rapide devait faire ressortir de plus en plus la complexité d'une série d'impacts écologiques et socioéconomiques à trois niveaux :

- *les effets cumulatifs localisés* issus des opérations minières à proximité immédiate de sites miniers ; ils comprennent des effets cumulatifs provenant d'opérations suffisamment proches pour provoquer des effets additifs sur l'environnement ou des récepteurs sensibles.
- *les effets cumulatifs régionaux*, y compris la contribution d'un projet à des impacts causés par des exploitations minières au sein d'une région ; par exemple, dans le bassin de Bowen, chaque exploitation charbonnière en elle-même n'aurait peut-être pas d'impact significatif, mais il peut être justifié de considérer l'effet cumulatif de l'ensemble des exploitations sur la valeur de l'habitat, la qualité de l'eau et les conditions socioéconomiques.
- *les effets cumulatifs mondiaux* : émissions de gaz à effet de serre.

L'essor du secteur minier a engendré une gamme d'impacts cumulatifs positifs à l'échelle locale et régionale, comme le développement des entreprises locales, de l'emploi, des prestations de services et des infrastructures. Toutefois, à ces effets bénéfiques s'ajoutent des impacts dont l'envergure potentielle constitue un défi pour les réponses traditionnelles issues de la réglementation et de la gestion, notamment :

- l'augmentation des poussières en suspension et des polluants,
- les effets sur la qualité de l'eau des décharges minières,
- les impacts sur l'agrément visuel,
- les conflits sur l'utilisation des terres, particulièrement les terres agricoles de haute qualité et les périphéries urbaines,
- les pertes au sein de la biodiversité et les impacts sur les services écosystémiques.

Chacun de ces impacts est directement ou indirectement lié à des milieux récepteurs complexes, sociaux ou biophysiques, et chacun implique des effets incrémentiels et combinés (Brereton et al. 2012). Les effets cumulatifs des projets miniers, la qualité et la nature de la réhabilitation et du paysage de fermeture sont devenus plus importants pour la collectivité dans la mesure où les impacts des mines qui ont été fermées de manière inadéquate sont perçus dans un sens collectif. « Les effets cumulatifs sont les impacts successifs, incrémentiels et combinés (à la fois positifs et négatifs) d'une activité sur la société, l'économie et sur l'environnement » (Brereton et al. 2012).

Pour s'assurer que les effets cumulatifs de toutes les sources soient contenus à l'intérieur de limites acceptables, il faut une prise en considération des impacts combinés, secondaires et interactifs au niveau du système (Duinker et Greig 2007). Les approches collectives de la gestion des effets cumulatifs, impliquant non seulement les mines et les sociétés, mais également les pouvoirs publics, la collectivité ainsi que d'autres industries, sont souvent considérées comme ayant le potentiel de produire des résultats de développement durable. Les initiatives collaboratives peuvent par exemple être :

- *multisectorielles* : entre les pouvoirs publics, la société civile, le secteur privé, ou toute combinaison de ceux-ci,
- *multi-industrielles* : faisant intervenir des industries multiples (par exemple les mines et l'agriculture),
- *intra-industrielles* : faisant intervenir des sociétés multiples au sein d'une même industrie,

- *intergouvernementales* : de multiples administrations publiques, des niveaux multiples des pouvoirs publics, ou les deux.

Dans le Queensland, la collaboration est encouragée de façon officielle. Le cadre de référence générique pour les déclarations d'impacts environnementaux, émis par le Département des ressources naturelles et des mines (anciennement Département de l'environnement et de la gestion des ressources), explique que « là où les impacts d'un projet ne seront pas ressentis de façon isolée par rapport à d'autres sources d'impacts, il est recommandé que le promoteur développe des arrangements consultatifs avec d'autres industries dans la zone de proposition » (Brereton et al. 2012).

La collaboration n'est pas toujours la réponse, et le bénéfice potentiel sera obtenu uniquement si le groupe collaboratif dispose d'un courtage, d'une coordination et d'un leadership adaptés, s'il surmonte les défis et évite les pièges potentiels associés à la formation et au maintien de réseaux (Huxham 2003).

Il est admis, depuis une perspective réglementaire, que les politiques gouvernant la réhabilitation et les paysages de l'après-fermeture influencent les effets cumulatifs de l'activité minière et les perceptions de la collectivité. Par exemple, les effets cumulatifs sur les terres agricoles ainsi que sur d'autres utilisations des terres sont désormais reconnus par le gouvernement de Nouvelle-Galles du Sud (NSW), lequel a institué les évaluations d'impacts agricoles comme faisant partie intégrante du processus d'approbation des projets d'exploitation minière.

Il avait été prévu que la partie supérieure de la vallée Hunter (Upper Hunter Valley) serait le siège d'une expansion des activités d'extraction de charbon au cours des 20 à 30 prochaines années. En conséquence, le 20 septembre 2012, le gouvernement australien s'est engagé dans un accord avec le gouvernement de Nouvelle-Galles du Sud afin d'entreprendre une évaluation stratégique d'un plan de biodiversité pour l'extraction de charbon dans la partie supérieure de la vallée Hunter au titre de la section 146 de la *Loi de 1999 sur la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité* (*Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999, EPBC Act*). Les nouvelles propositions minières exigent une autorisation en vertu de la législation environnementale fédérale ainsi qu'au niveau des processus d'approbation minière de l'État en raison de l'occurrence dans cette région d'espèces menacées et de communautés environnementales listées à l'échelle nationale. L'évaluation d'impact a été entreprise en faisant appel à une version modifiée de la Méthodologie d'évaluation de certification de la biodiversité (Biodiversity Certification Assessment Methodology). À l'heure actuelle, l'évaluation reste soumise à examen (NSW DPE 2016) ; néanmoins, dans cet intervalle, un fonds de compensation pour la partie supérieure de la vallée Hunter sera établi afin de permettre aux sociétés minières de verser une somme calculée selon l'équivalent de leurs obligations de compensation (NSW OEH 2014). Toutes les sociétés minières qui prévoient d'entreprendre des opérations d'extraction du charbon significatives dans la partie supérieure de la vallée Hunter participent à ce processus. Ces sociétés financent des évaluations de la biodiversité sur les concessions minières, ainsi que la préparation du plan pour la biodiversité qui sera rédigé par le gouvernement de Nouvelle-Galles du Sud. Les évaluations de terrain et les calculs de compensations seront effectués par des consultants indépendants accrédités pour utiliser la Méthodologie d'évaluation de certification de la biodiversité.

Des avantages considérables pourront être obtenus, parmi lesquels :

- une information détaillée sur les valeurs de la biodiversité à l'intérieur des limites de la concession bien avant la planification minière (ceci permettant d'éviter les impacts dans toute la mesure du possible),
- des directives afin d'atténuer les impacts sur les espèces menacées et les communautés écologiques listées durant les phases de construction et d'exploitation minières,
- un cadre de travail pour la compensation des impacts inévitables, comprenant un fonds commun de compensation, l'identification de priorités régionales pour les investissements et la promotion de moyens novateurs facilitant la fourniture de compensations par le secteur privé,
- un cadre de travail pour la réhabilitation de l'écosystème des terres lors de l'achèvement des activités minières.

Ces renseignements sont tirés du site web du Département de l'Environnement : <http://www.environment.gov.au/node/25244>.

Avant de commencer des opérations dans une zone donnée, les sociétés minières doivent délimiter les valeurs de biodiversité dans cette zone. Les informations résultantes sont essentielles pour l'identification des risques clés pour la biodiversité, pour la conception efficace des programmes de gestion, ainsi que pour les objectifs de réhabilitation et de fermeture. La phase initiale de suivi de base de référence implique l'examen des informations de base disponibles sur les valeurs de la biodiversité dans les contextes au niveau local, régional, national et international.

En Australie, tout projet de développement est soumis à une évaluation au niveau national et au niveau fédéral si des valeurs significatives ont été définies aux termes de la législation correspondante. Il existe des zones protégées aux termes de la législation fédérale et de la législation nationale. Elles peuvent exclure l'exploitation minière, l'exploration ou les deux dans des zones particulières (comme les parcs nationaux ou les parcs marins).

2.4 Biodiversité locale et régionale

La biodiversité décrit l'ampleur de la vie sur terre, depuis les espèces animales jusqu'aux gènes et aux écosystèmes. La conservation de la biodiversité est, et continuera d'être une considération fondamentale dans la planification minière pour l'avenir. Ceci est dû en partie à une sensibilisation croissante à l'importance de la conservation de la biodiversité, mais également au fait que l'industrie opère souvent dans des zones environnementales sensibles et éloignées dans le monde. Démontrer un engagement envers la conservation de la biodiversité est désormais un élément essentiel du développement durable pour l'industrie des mines et des métaux (Annexe 1, Principe 7).

Le secteur minier a le potentiel d'affecter la biodiversité tout au long du cycle de vie d'un projet, de façon directe et indirecte. Les impacts directs ou primaires de l'exploitation minière peuvent provenir de toute activité qui implique une action de débroussaillage comme la construction de routes d'accès, l'exploration par forages, le décapage de morts-terrains, la construction de retenues d'eau pour les rejets et les déversements directs dans les plans d'eau (entreposage fluvial des résidus) ou dans l'air (comme les poussières ou les émissions de fonderies). Les impacts directs sont d'habitude facilement identifiables. Les impacts indirects ou secondaires peuvent être le résultat de changements sociaux ou environnementaux induits par les opérations minières ; ils sont souvent plus difficiles à identifier immédiatement. Le potentiel d'impacts significatifs est plus grand lorsque l'activité minière se produit dans des zones reculées, sensibles d'un point de vue environnemental ou social.

Un obstacle majeur à la gestion de la biodiversité est représenté par les connaissances taxonomiques actuelles : on estime connaître seulement une espèce sur quatre en Australie (PMSEIC 2005). Pour l'industrie minière, cela veut dire une incertitude significative dans l'évaluation de la biodiversité, particulièrement dans les régions où elle est riche.

En dépit du potentiel significatif des impacts négatifs des activités minières sur la biodiversité, les sociétés minières peuvent faire beaucoup pour minimiser ou empêcher de tels impacts dans les zones identifiées comme convenant à l'extraction de minerai. Elles disposent également de nombreuses occasions de renforcer la conservation de la biodiversité dans leurs zones d'opérations. Les meilleures pratiques font leurs preuves lorsque les sociétés mettent au point des outils et des approches pour améliorer leur gestion des impacts sur la diversité. Il est possible de lire davantage sur ce sujet dans le manuel sur les meilleures pratiques *Gestion de la biodiversité (Biodiversity management, DIIS 2016a)*.

Une bonne pratique, une collaboration et une réflexion novatrice peuvent faire avancer la conservation de la biodiversité dans l'industrie. On reconnaît de plus en plus le rôle critique pouvant être joué par une entreprise dans le pilotage d'une panoplie d'approches novatrices de la conservation de la biodiversité (en partenariat avec les pouvoirs publics, la collectivité et les chercheurs). Ce rôle permet aux menaces sur la biodiversité de devenir des opportunités. Pour sa part, l'industrie cherche des documents de référence en vue d'un développement continu de la biodiversité et d'une structure d'approche qui suive les directives acceptées pour l'identification, la mesure et la gestion des impacts et des risques.

Dans *Mines et biodiversité : recueil d'études de cas (Mining and biodiversity: a collection of case studies)*, l'ICMM présente une série d'études de cas sur la gestion de la biodiversité au cours des phases de planification ou de projet de mines aux États-Unis, en Indonésie et à Madagascar, puis des études de cas sur des programmes de

biodiversité mis en pratique par des exploitations minières en Argentine, en Australie, au Brésil, en Colombie, en Namibie, au Pérou et en Afrique du Sud (ICMM 2010).

Atténuation et compensations

L'atténuation et les compensations sont de plus en plus prises en compte par les autorités de contrôle et les sociétés minières australiennes. L'atténuation fait généralement référence aux mesures prises pour éviter, minimiser, réhabiliter ou contrebalancer les effets des atteintes directes ou indirectes à l'environnement. Les compensations écologiques sont des mesures qui fournissent des avantages pour l'environnement et qui contrebalancent les impacts environnementaux résiduels significatifs d'un projet ou d'une activité. À l'inverse des mesures d'atténuation qui ont lieu sur site dans le cadre d'un projet et qui en réduisent les impacts directs, les compensations s'effectuent en dehors de la zone du projet et contrebalancent des impacts résiduels significatifs. Lorsque ces concepts sont mis en application, ils permettent d'équilibrer de façon efficace l'accès aux ressources minérales tout en assurant la protection des valeurs de la biodiversité. Il est probable qu'un développement plus poussé de ces approches fournisse de plus en plus d'opportunités à l'industrie minière à mesure qu'elle cherche à adopter des pratiques de gestion durables de la biodiversité.

L'interdépendance entre la population et la biodiversité est particulièrement manifeste pour certains peuples autochtones dont le mode de vie est basé sur la subsistance et qui dépendent fortement de la biodiversité, ou qui possèdent une histoire et une culture intimement liées à l'environnement naturel et aux écosystèmes. Dans de nombreuses cultures occidentales, bien que notre dépendance à la biodiversité soit devenue moins tangible et moins évidente, elle n'en reste pas moins d'une importance cruciale (ICMM 2006).

On peut lire davantage sur ce sujet en consultant le manuel des meilleures pratiques *Travailler avec les communautés autochtones (Working with Indigenous communities)*.

D'autres informations sur les impacts potentiels de la biodiversité (et des mesures permettant de les réduire) se trouvent en Annexe 2 de ce manuel.

Étude de cas : développement d'une zone de capital social et humain dans le cadre des plans d'exploitation et de fermeture d'une mine.

L'exploitation de la mine d'or de Misima a débuté en 1987 et s'est poursuivie jusqu'en 2004, période au cours de laquelle 3,6 millions d'onces d'or ont été extraites. Cette mine se trouvait sur l'île de Misima, située à 200 km à l'est de l'île principale de la Papouasie-Nouvelle-Guinée (PNG). Les travaux de terrassement pour la déconstruction et la réhabilitation ont été achevés en avril 2005.

La mine était exploitée par Misima Mines Ltd et détenue au sein d'une coentreprise entre une société-mère, Placer Dome—Misima Mines (80 %) et Orogen Minerals (20 %), société d'État de PNG. En 2006, Barrick a fait l'acquisition de Placer Dome et de ses mines. Barrick a formellement procédé à la renonciation à la concession minière en 2011, après avoir accompli les exigences réglementaires du gouvernement de PNG.

Impacts sur la durabilité

L'île de Misima était perçue comme étant particulièrement vulnérable aux impacts sociaux des activités minières à grande échelle, car ses habitants n'avaient jamais été exposés à un développement d'une telle ampleur dans le passé, et leur expérience de l'économie monétaire s'avérait limitée. Avant l'ouverture de la mine, la vie sur l'île reposait sur l'agriculture et la pêche de subsistance, complétées par l'argent provenant de la vente de coprah.

Pendant l'exploitation de la mine, l'infrastructure routière a été améliorée pour permettre le transport des employés depuis leurs villages éloignés jusqu'à la mine. Misima Mines a construit des salles de classe, des antennes médicales pour les premiers soins et des systèmes d'alimentation en eau potable par l'intermédiaire d'un plan de crédit d'impôt qui réinjectait un pourcentage des recettes publiques au niveau des communautés locales. Les commerces existants se sont agrandis et d'autres ont été ouverts pour vendre aux employés une gamme plus large de produits. Le gouvernement a fait construire une école secondaire sur l'île, ce qui a permis à un plus grand nombre d'enfants issus de la population locale de poursuivre leur éducation.

Après la fermeture de la mine, les améliorations apportées aux conditions de vie des habitants de l'île ont commencé à s'estomper. Les opportunités d'emploi étaient réduites et de nombreux propriétaires fonciers ont été contraints de retourner vers l'agriculture et la pêche de subsistance. Le financement a été arrêté pour les améliorations et la maintenance continues des systèmes d'infrastructures liées aux opérations minières (comme les routes, les réseaux électriques et les rénovations de l'aéroport) dans la mesure où aucune autre industrie n'a été développée pour fournir des sources alternatives de revenus. De plus, le gouvernement PNG dispose d'une capacité limitée pour maintenir de tels projets sur le budget national.

La réponse des gestionnaires de la mine

Misima Mines s'est concentrée sur le développement du capital humain et social de l'île. Les infrastructures améliorées d'éducation ont créé un degré d'alphabétisation relativement élevé sur l'île. La société a également aidé les employés à obtenir des certifications dans divers corps de métier et professions comme la comptabilité, l'infirmerie et l'ingénierie. La société a engagé une ONG afin d'aider les leaders locaux à développer les compétences nécessaires à la création de plans stratégiques pour chaque village et les porter ensuite à de plus hauts niveaux auprès des pouvoirs publics. Misima Mines a également aidé les propriétaires fonciers traditionnels à s'organiser et initier un fonds fiduciaire avec l'argent des redevances.

Le capital social faisait référence à l'existence d'une cohésion interne suffisante pour tomber sur un accord et œuvrer en faveur d'objectifs communs. À Misima, traditionnellement, les actions collaboratives dépassaient rarement l'échelle du clan et du village. Le défi était de rassembler les divers villages et les clans dispersés pour qu'ils prennent en charge la planification de leur futur collectif. Misima Mines a réuni un groupe consultatif composé des leaders de toutes les parties prenantes. Cela comprenait les églises, une association de femmes, une ONG nationale de développement humain, une ONG internationale environnementale et sociale, les propriétaires fonciers et quatre niveaux de pouvoirs publics.

Les problèmes principaux que devait affronter le groupe consultatif étaient la sécurité alimentaire, des sources alternatives de revenu monétaire et la maintenance des infrastructures publiques. Misima Mines a pris une parcelle de terrain et a ouvert un centre de recherche et de formation agricole pour des recherches sur diverses cultures commerciales de haute valeur et de faible poids à l'exportation, comme la vanille, le kava et la muscade.



La réhabilitation de la mine de Misima avec le lac de puits de mine sur la gauche de la photo.

Source : manuel sur la Fermeture et l'achèvement de mine (*Mine closure and completion*) (2006).

2.4.1 Le changement climatique et la prise de conscience des futurs changements dans la zone

« Le changement climatique, qu'il résulte de forces naturelles ou humaines, peut conduire à des changements dans la probabilité de l'occurrence ou de la puissance d'événements météorologiques ou climatiques extrêmes, tels que des événements de précipitations extrêmes ou de vagues de chaleur » (Cubasch et al. 2013). La science du climat indique les risques et incertitudes associés aux tendances et aux extrêmes climatiques pour l'avenir.

La fermeture et la rétrocession de mines actuellement exploitées et de mines mal fermées ou abandonnées sont sensibles aux changements climatiques et elles peuvent exiger une adaptation au climat et à la recherche afin d'assurer une réhabilitation résistante des paysages de l'après-mine. Avec plus de 50 000 mines abandonnées en Australie (Unger et al. 2012), le changement climatique soulève des défis supplémentaires pour les pouvoirs publics à qui revient la gestion de ces sites (Mason et al. 2013). Si des mesures d'adaptation au climat ne sont pas intégrées dans les concepts de fermeture à court, moyen et long terme, un nombre beaucoup plus important de mines devra être géré à perpétuité.

La stabilité écologique d'un site minier réhabilité et fermé est influencée par des changements dans :

- la quantité et l'intensité des pluies ainsi que les taux d'évaporation,
- les températures moyennes et extrêmes,
- la fréquence et l'intensité des incendies,
- les autres changements dans l'utilisation des terres au-delà du site minier.

En Australie, il est probable que :

- les chutes de pluie intenses dans la plupart des endroits vont devenir encore extrêmes sous l'influence d'un climat plus chaud et plus humide ;
- la combinaison du dessèchement et d'une évaporation accrue va vraisemblablement réduire l'humidité du sol dans la majeure partie du sud de l'Australie ;
- le risque de conditions météorologiques propices aux incendies va probablement augmenter (CSIRO-BoM 2007).

L'adaptation comprend des options « regrets faibles » dans lesquelles des niveaux modérés d'investissement augmentent la capacité de faire face à de futurs risques climatiques (Mason et al. 2013). Des risques à la fois à court terme et à long terme sont associés à l'incertitude climatique lorsque l'on entreprend des travaux de réhabilitation et une planification de fermeture. Sur des calendriers à court terme, l'incertitude climatique associée aux pluies et aux températures peut influencer le succès ou l'échec d'une saison de réhabilitation, si ce n'est plusieurs. Si les pluies sont retardées ou inadéquates après un ensemencement, la germination et l'implantation pourront échouer. À l'inverse, si les précipitations sont bien plus intenses que ce que l'on a pu voir dans le passé, les surfaces préparées (ripées, recouvertes de terre végétale et ensemencées) peuvent être entraînées et le contrôle du drainage détruit.

2.4.2 Le changement climatique et l'ingénierie pour la réhabilitation des sites

Dans certains cas, l'angle de la pente des reliefs de déchets miniers ou des remblais devant rester à long terme doit être adapté à des conditions climatiques différentes ; ceci est particulier seulement lorsque les couvertures sont intégrées dans le concept du modelé de relief final. Une modélisation de l'érosion et une approche géomorphique de la conception du modelé et du drainage sont nécessaires pour définir les caractéristiques de reliefs stables de l'après-mine sur le long terme. Il peut être plus facile et plus efficace pour les ingénieurs de concevoir et d'édifier des lignes droites, des surfaces planes, des modelés angulaires et des drains trapézoïdaux, mais ceci peut être intrinsèquement instable si la conception n'intègre pas de principes géomorphiques.

L'industrie des ressources et les pouvoirs publics sont jugés sur leur aptitude respective à atténuer et à gérer les risques de la fermeture, et à réglementer de façon adéquate les mines, ceci se traduisant par des fermetures de mines efficaces. Un tel besoin s'intensifie lorsqu'industries et gouvernements sont confrontés à de plus hautes attentes de la part de la collectivité sur la stabilité à long terme du relief de l'après-mine, avec une plus grande incertitude sur le climat.

Pour la Commission nationale de l'Australie sur les grands barrages (Australian National Council on Large Dams), le long terme se définit sur 1 000 ans (ANCOLD 2012). Les bonnes pratiques imposent qu'une conception de durée de vie d'après-fermeture de 1 000 ans soit adoptée comme étant « à perpétuité ».

L'importance d'une caractérisation et d'une gestion complètes des matériaux (dont les sols et les stériles) tout au long de la LoM est souvent méconnue. Le niveau de caractérisation et de gestion requis dépend de la nature du projet et de facteurs environnementaux spécifiques des sites. Ces facteurs sont toutefois largement considérés comme critiques pour une réhabilitation et une fermeture minière réussies, ainsi que pour l'utilisation voulue des terres de l'après-mine.

2.5 La gestion des déchets de la mine

L'extraction minière et la minéralurgie sur site n'altèrent normalement pas la composition chimique du minerai et des déchets associés, bien que des résidus de procédé puissent contenir des produits chimiques ou des contaminants potentiels. Le risque de contamination géochimique est dû à la dimension réduite des particules créées par l'exploitation minière et le broyage ainsi qu'à l'environnement oxydant dans lequel les déchets sont stockés. Les particules de taille réduite renforcent les interactions eau-roche et atmosphère-roche, ceci augmentant le taux auquel les réactions chimiques peuvent avoir lieu sur des surfaces exposées de minéraux. Une fracturation progressive des roches expose davantage de nouvelles surfaces minérales au niveau desquelles les réactions peuvent être particulièrement rapides.

Alors que la caractérisation des sols et des déchets devrait commencer au cours de la phase d'exploration et se poursuivre le long de tous les stades de l'exploitation, il est essentiel que la caractérisation des matériaux soit le moteur clé dans le processus de planification. Une manipulation et un stockage temporaire peu judicieux des matériaux rejetés en cours d'exploitation peuvent gravement peser sur une contamination potentielle de l'environnement, sur des coûts de reprise des matériaux de déchets miniers après fermeture, ou sur les deux.

Une caractérisation précoce des matériaux permet d'élaborer des plans afin d'éviter des risques potentiels ; elle permet aussi de tirer un profit maximum de matériaux pouvant être particulièrement bien adaptés à la construction d'infrastructures de sites ou à leur utilisation dans le cadre d'une réhabilitation. De nombreux matériaux provenant de régolite ou de stériles rocheux, une fois perturbés et amenés à la surface par les opérations minières, se comportent différemment lorsqu'ils sont déplacés hors de leurs emplacements naturels. Ces matériaux possèdent souvent des propriétés intrinsèques rendant difficiles leur gestion et leur incorporation dans des reliefs construits.

L'élaboration d'un inventaire des déchets miniers incorporant les volumes des unités de déchets, leurs caractéristiques et leurs emplacements ciblés à l'intérieur de modèles de déchets construits peut grandement aider la planification, la construction, la réhabilitation et la fermeture de ces reliefs de déchets et d'installations de stockage de résidus (TSF). La planification de la gestion des matériaux de déchets, leur mise en place et la conception appropriée de modèles de façon précoce au cours de la LoM peuvent réduire de façon significative la gestion additionnelle et les coûts associés à une reprise ultérieure ou au remaniement des reliefs de déchets vers la fin de la LoM ou à la fermeture.

La gestion des déchets miniers devrait être considérée en matière de modèle dynamique de pollution dans lequel sont identifiés le caractère physique, la source chimique, le mode de transport et le puits chimique. Si l'érosion et la décharge de substances chimiques à partir des stockages de stériles stockés est inévitable sur le long terme, le but est d'éviter les impacts et la pollution chimique en dehors des sites (c'est-à-dire veiller à ce que le taux de décharge chimique ne donne pas lieu à des concentrations dans l'environnement pouvant porter atteinte à la

santé publique ou à l'environnement). À cette fin, il est nécessaire d'identifier les composantes les plus sensibles de l'environnement, comme la flore, la faune, les eaux superficielles et souterraines.

Les difficultés rencontrées dans la restauration du fonctionnement des écosystèmes sur de tels reliefs, souvent sous des moyennes extrêmes de températures et de précipitations, sont souvent exacerbées par les propriétés des matériaux de déchets. La caractérisation physique, chimique et géochimique des matériaux de déchets miniers sert à identifier des déchets potentiellement problématiques — par exemple ceux pouvant former des déchets acides, basiques ou salins — ou des unités de déchets pouvant être utilisés comme un milieu de croissance proche de la surface, comme un matériau de rétention d'eau ou comme une protection de surface.

Il est primordial, pour la conception de modèles de relief appropriés, de procéder à l'identification de ces caractéristiques, observées par rapport aux conditions climatiques locales, aux effets du changement climatique, à la façon dont les matériaux des déchets vont probablement s'altérer et évoluer avec le temps, aux objectifs de la fermeture et aux critères d'achèvement.

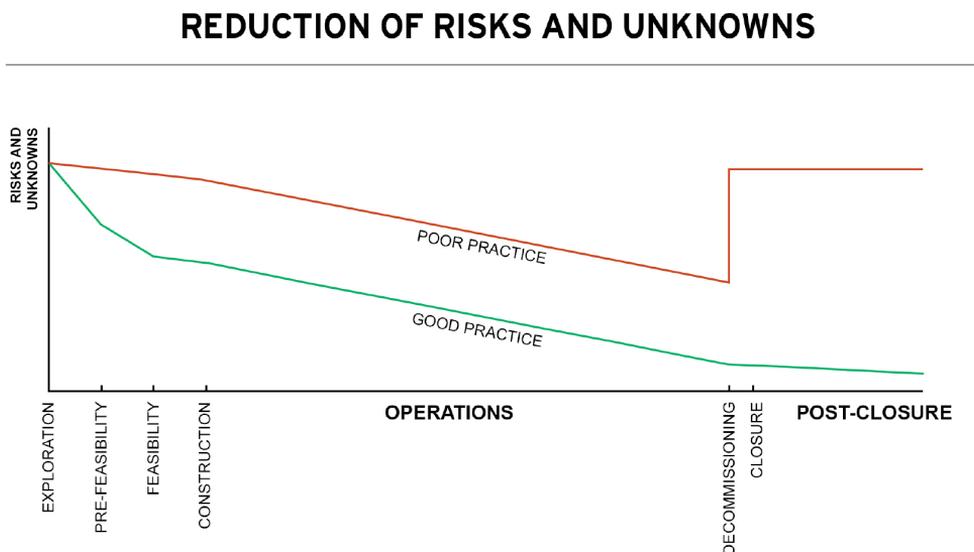
2.6 La gestion des risques

Les risques associés aux phases de fermeture et d'après-fermeture au cours de la LoM couvrent des types de conséquences à la fois économiques et non économiques. Il s'agit ici de risques sur le long terme. Les attentes de la collectivité locale, des pouvoirs publics, des propriétaires fonciers, des propriétaires voisins et des ONG doivent être prises en compte. Un processus de fermeture bien planifié et géré protégera la collectivité contre des conséquences involontaires bien après que la société minière ait quitté le district, et il protégera également la réputation de la société.

La gestion des risques fait intégralement partie de la planification et de la gestion minières. La gestion des risques peut permettre à une exploitation d'identifier les risques et de mettre au point des contrôles aboutissant à une fermeture et une rétrocession durables de cette mine. Une des méthodes qui prennent en compte la planification des risques lors de la planification d'une fermeture consiste à mettre en place un répertoire des risques qui prend en charge les mesures de contrôle pour atténuer les risques.

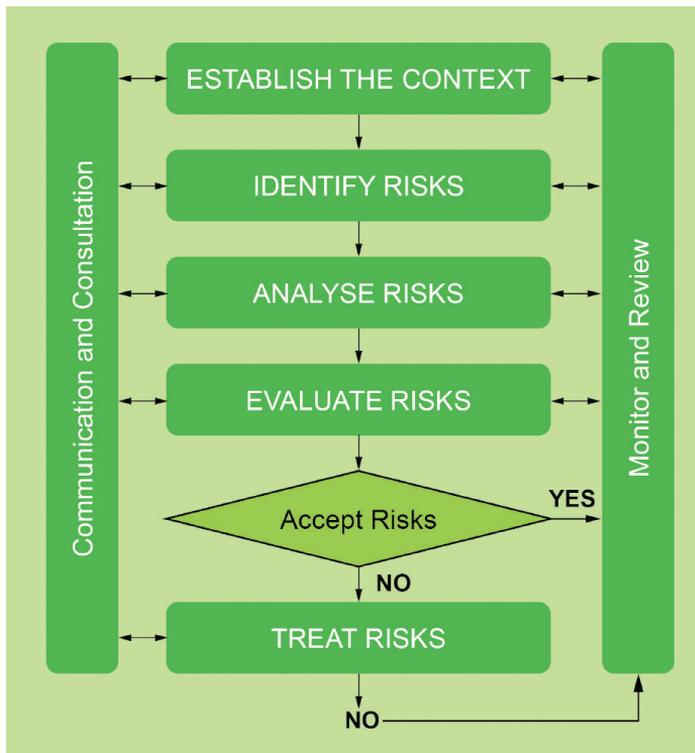
La figure 2 montre qu'une identification précoce des risques de fermeture dès le stade de la planification de la mine permet de minimiser les risques à éviter ou les responsabilités liées à la fermeture grâce aux contrôles structurés dans les concepts et les procédures opérationnelles (ICMM 2008).

Figure 2 : pratiques de gestion des risques sur la durée de vie d'une mine



La figure 3 illustre une méthode pour gérer les risques à mesure de leurs changements tout au long de la vie d'un projet ou d'une organisation à l'aide du processus souligné dans l'AS/NZS ISO 31000 : 2009 *Gestion des risques : principes et directives (Risk management—principles and guidelines)* (Standards Australia / Standards New Zealand 2009). Ce processus s'applique particulièrement à la planification de la fermeture de mines, dans la mesure où les profils des risques de la fermeture d'une mine changent de façon fréquemment significative tout au long de la LoM. La norme souligne le besoin d'une continuité de la communication, de la consultation, de l'examen et du suivi des risques.

Figure 3 : processus de gestion des risques selon la norme AS/NZS ISO 31000



Source : modifié d'après Mason et al. (2013)

La norme AS/NZS ISO 31000 : 2009 souligne la nécessité d'établir le contexte pour chaque évaluation de risque réalisée. On y définit la façon dont on utilisera les résultats de l'évaluation des risques ; cela aide à sélectionner les outils convenables d'évaluation des risques, le niveau d'effort et l'équipe pour l'évaluation. Cela permet également de s'assurer que les questions posées au cours de l'évaluation des risques soient concentrées sur l'objet visé par les résultats de cette évaluation. La figure 4 montre que l'évaluation des risques est un outil utile pouvant être déployé à travers un certain nombre d'étapes lors de la planification de la fermeture des mines (Standards Australia / Standards New Zealand 2009).

Figure 4 : une approche de l'utilisation de la gestion des risques lors d'une planification de fermeture



Source : AS/NZS ISO 31000:2009.

Chacune des évaluations soulignées dans la figure 4 présente des objectifs plutôt différents de ceux des autres et exige par conséquent d'être planifiée et exécutée pour répondre spécifiquement à ces objectifs ; par exemple :

- l'évaluation des risques peut être utilisée lors de la phase de collecte de données afin d'identifier les lacunes critiques dans les informations et de prioriser les efforts de collecte de données ;
- lors de la phase de sélection des options pour la fermeture, l'évaluation identifie les risques clés devant être gérés lors de la fermeture et elle fournit le point sur lequel il faut se concentrer pour mettre au point les options de gestion de ces risques ; toutefois, pour élaborer un plan de fermeture durable, le processus d'évaluation et de mise au point des options doit prendre en compte les opportunités de laisser un héritage positif ainsi que les méthodes pour minimiser les impacts négatifs ;
- au cours de l'estimation des coûts de fermeture, l'évaluation des risques peut servir à identifier les coûts associés lors de l'occurrence d'événements non planifiés et à aider à formuler des plans d'intervention appropriés ;
- une évaluation des risques commerciaux pour l'organisation, causés par de mauvaises décisions ou une mauvaise gestion de la fermeture peut servir à concentrer l'effort de fermeture et à mettre au point pour celle-ci un système de gouvernance appropriée.

2.6.1 Le développement et l'évaluation des options de fermeture

Bien qu'étant un outil utile, une évaluation de risques traite typiquement du seul contrôle d'impacts potentiellement négatifs sur l'environnement ou la société. Elle n'encourage en général pas un examen sur la façon dont un héritage positif social, environnemental et économique peut être laissé après la fermeture ; à elle seule, elle ne permet pas de fournir un cadre de prise de décision sur une valeur donnée obtenue pour une dépense donnée.

La valeur de l'écosystème de l'après-mine ou du résultat écologique est souvent subjective et difficile à quantifier de façon valable. Les organisations s'occupant de la gestion des ressources naturelles (GRN) se servent d'un certain nombre de modèles pour disposer d'une aide dans la priorisation des valeurs associées à une zone, et dans l'identification des meilleures options d'investissement qui permettraient de protéger ou de renforcer ces valeurs. Certaines sociétés minières utilisent ces approches pour aider à identifier les opportunités de laisser un héritage positif et d'évaluer les options de fermeture qui pourraient offrir le meilleur équilibre entre avantages sociaux, écologiques et économiques pour des dépenses données.

Étant donné la difficulté à évaluer en termes absolus les écosystèmes ou les résultats écologiques de l'après-mine, la plupart des modèles de GRN fournissent un cadre de travail permettant de comparer de façon transparente les coûts et résultats avec différentes options de gestion. Différentes options fournissent différents résultats sociaux, environnementaux et économiques. Les modèles de GRN se concentrent sur le fait de rendre transparentes les compromis entre les différentes valeurs environnementales, sociales et économiques.

Lors de l'évaluation des options de fermeture des mines, le recours à ces modèles exige que les sociétés minières changent leur façon de penser, en passant des résultats environnementaux d'après-fermeture à des résultats liés à une échelle de paysage social et environnemental dans un contexte économique. De façon typique, l'évaluation se doit également d'être informée par une consultation avec une diversité de parties prenantes, dans la mesure où l'estimation humaine des services écosystémiques est mal comprise et influencée par le contexte social, écologique et économique d'une zone.

Les modèles servant à évaluer les valeurs associées à une utilisation particulière des terres ou une stratégie de gestion comprennent l'évaluation des services écosystémiques (Millennium Ecosystem Assessment 2005), l'approche du Cadre d'investissement pour les ressources écologiques (Investment Framework for Environmental Resources, 2011), ainsi que des cadres de prise de décision et des approches décrites par le programme de recherches de l'Australian Coal Association (Brereton et al. 2012) et Cavaye (2003).

En parallèle avec une évaluation des risques des options de fermeture, les modèles d'estimation de GRN facilitent une évaluation transparente des avantages, des coûts et des compromis offerts par chaque option parmi des valeurs sociales, environnementales et économiques suivant la fermeture et l'achèvement. Ils peuvent également servir à identifier les domaines d'incertitude qui pourraient exiger des recherches ou des essais de fermeture / réhabilitation éventuellement nécessaires pour démontrer si une option gèrera les risques identifiés à un niveau acceptable ou si elle atteindra la valeur sociétale attendue.

2.6.2 L'incorporation des coûts des risques dans l'évaluation des coûts et le provisionnement

De façon idéale, le plan de fermeture prend en charge les risques de la fermeture à un niveau acceptable ; il restera toujours néanmoins un niveau de risque résiduel ou d'incertitude demandant un supplément d'évaluation et de gestion. Ces incertitudes englobent le succès ou l'échec de l'option choisie, y compris des échecs causés par des événements aléatoires comme les séismes, les incendies ou les conditions météorologiques extrêmes. Étant donné les longs délais impliqués dans la fermeture des mines et leur rétrocession, l'évaluation de risques résiduels des options de fermeture exige un point de vue à long terme.

La méthodologie employée pour estimer les coûts associés à l'exécution d'un plan de fermeture de mine devrait prendre en compte les coûts associés à la considération de l'éventualité de risques résiduels. De plus, dans certaines juridictions australiennes, les mines doivent obligatoirement déposer une caution financière ou une sécurité, quelle que soit sa forme, afin de couvrir les risques résiduels qui surviennent après la rétrocession des concessions.

2.6.3 L'utilisation des risques pour établir un système de gouvernance des fermetures

Les décisions prises tout au long de la LoM ont le potentiel d'affecter les responsabilités de fermeture associées à la mine. Il est facile de perdre de vue les obligations qui accompagnent ces décisions lorsque l'attention est centrée sur les gains de production à court terme. Les implications des décisions clés sur les responsabilités de fermeture peuvent centraliser l'attention si l'évaluation des risques commerciaux est envisagée selon une base cyclique régulière. De telles évaluations de risques prennent typiquement en compte la gamme complète des risques survenant pendant et après la fermeture suite aux décisions concernant l'infrastructure et la planification de la mine, y compris les risques sur l'environnement, la sécurité, les aspects sociaux, communautaires, techniques, financiers et ceux touchant à la réputation.

Pour faciliter la comparaison des coûts et des risques associés aux différentes décisions affectant les obligations de fermeture des mines, l'évaluation des risques commerciaux exprime chaque catégorie de risque en termes financiers. Par exemple, les risques écologiques dus à une fermeture peuvent être quantifiés selon leurs coûts pour l'entreprise :

- lors de la remédiation aux impacts environnementaux éventuels,
- lors de la reprise de l'ingénierie des modèles de relief afin d'éviter la réapparition d'un problème,
- lors du paiement d'amendes pour manque de conformité,
- lors de la survenue d'impacts issus d'une piètre réputation écologique auprès des investisseurs.

L'évaluation des risques commerciaux est souvent utilisée par les sociétés pour mettre au point un système de gouvernance qui concentre l'attention sur les décisions ayant le plus grand potentiel d'affecter la responsabilité de fermeture d'une mine. En ce qui concerne les objectifs à long terme demandant à être considérés lors du stade de conception du projet, l'utilisation des terres de l'après-mine doit être discutée en consultation avec les parties prenantes correspondantes afin d'éviter une augmentation des coûts globaux de la LoM.

2.7 L'analyse de rentabilisation pour une durabilité de la réhabilitation et de la fermeture minières

L'une des plus puissantes motivations commerciales en faveur de la réhabilitation minière progressive et la gestion systématique de la fermeture est la connaissance bien documentée de l'énorme coût encouru si les exploitations minières ne sont pas fermées correctement. La réhabilitation non durable est encore le cas dans des mines actives en dépit des nombreux exemples de mines fermées de façon non correcte en Australie et à travers le monde. Nous devons rechercher et comprendre les échecs des fermetures si nous prétendons démontrer à la collectivité que l'activité minière est une utilisation des terres parmi tant d'autres.

Entreprendre une réhabilitation progressive avant une fermeture peut aider à réduire les responsabilités tout en apportant la certitude accrue qu'une prescription de réhabilitation durable existe. L'analyse de rentabilisation pour une réhabilitation progressive revêt plusieurs aspects, tangibles et intangibles. Les bénéfices tangibles comprennent une diminution de la garantie financière, une conformité aux exigences réglementaires et l'évaluation plus précise des coûts de réhabilitation durable lors du provisionnement de la fermeture. Les bénéfices intangibles sont ceux liés aux calendriers et aux approbations de projets lorsque la réhabilitation durable peut être démontrée et que la pérennité d'un permis social d'opérer prouve aux interlocuteurs extérieurs que l'exploitation minière peut se révéler être une utilisation des terres appréciée, responsable et transitoire.

Il existe aussi des barrières potentiellement significatives à la constitution d'une analyse de rentabilisation irréfutable en vue d'une planification précoce de fermeture et d'une réhabilitation progressive. Elles sont généralement centrées sur des réalités économiques, sur un manque d'incitation pour faire les choses correctement, ou un manque de conséquences si on ne le fait pas. Par exemple, la concentration sur la valeur actuelle nette (VAN) par la plupart des sociétés signifie un fort effet dissuasif sur l'anticipation de tout coût lié à la fermeture, y compris ceux d'une réhabilitation progressive. De plus, alors que la VAN réduit les responsabilités supportées à n'importe quel moment (potentiellement de plus de 50 % dans certains cas), les faibles taux d'intérêt pour les garanties bancaires (0,5 % à 2 %) signifient que l'incitation à réduire les responsabilités dans un but purement financier peut être singulièrement difficile à défendre. Étant donné les barrières évoquées ci-dessus, la tentation est de faire un travail minimum sur la planification de fermeture le plus tard possible dans la LoM.

Les meilleures pratiques impliquent l'intégration complète de la planification de la fermeture et de sa mise en application sur l'ensemble de toutes les étapes de la LoM, depuis l'exploration jusqu'à la rétrocession. En essayant de faire une analyse de rentabilisation pour commencer la planification de fermeture de la mine de façon précoce, il faut prendre en compte le niveau croissant des détails provenant des activités initiales de développement, et ce jusqu'à la cessation de l'exploitation. Cela garantit que des ressources limitées ne soient pas gaspillées si trop de détails ont été développés dans les premiers plans alors que les paramètres fondamentaux peuvent changer et conduire à des résultats significativement différents lors de la fermeture. Cependant, cela garantit également que

des activités de planification avec de grands délais de livraison soient effectuées à un stade approprié dans le processus de fermeture, lorsqu'un niveau croissant de détails devient nécessaire.

Une partie de l'analyse de rentabilisation à ce niveau se présente sous la forme du concept de « l'absence de surprises », c'est-à-dire qu'il permet de veiller à ce que la totalité des risques potentiels soit identifiée le plus tôt possible et gérée au moment opportun durant le processus de planification de fermeture. Les risques sont une conséquence inévitable de l'exploitation minière, et une analyse de rentabilisation peut avoir lieu en faveur de l'adoption d'une approche solide et complète de la gestion des risques. Une des méthodes pour incorporer la planification des risques au sein de la planification d'une fermeture consiste à mettre en place un registre des risques comportant les mesures de contrôle qui permettront d'atténuer les risques identifiés.

Pour modifier le paradigme sur la planification de fermeture et la réhabilitation progressive, il faut une analyse de rentabilisation multiforme insistant sur les avantages tangibles et intangibles, un examen des obstacles perçus et réels, ainsi qu'une prise de responsabilité de la part des hauts dirigeants de l'organisation et toute leur influence. Surtout, cela requiert souvent que les professionnels de l'environnement à qui cela est demandé présentent des arguments convaincants afin de changer leur point de vue et aborder les problèmes sous un regard nouveau, en étant informés sur les milieux d'origine des cadres de direction qu'ils tentent d'influencer.

Une équipe d'intégration est souvent nécessaire pour veiller à ce que la vision de fermeture intègre l'exploitation minière, la construction de nouveaux reliefs, la gestion des stériles et des déchets provenant des lavoirs, le développement d'infrastructures, la gestion de l'eau et l'engagement communautaire. Cela permettra de garantir la clarté des objectifs et une articulation correcte des rôles de chaque service clé. Cette équipe devrait également être impliquée dans le processus d'évaluation des risques accompagnant la fermeture et la réhabilitation pour que les risques importants liés à la fermeture ainsi que les mesures de contrôle soient correctement compris.

2.7.1 La réhabilitation progressive

La réhabilitation progressive est un processus de la LoM permettant d'atteindre des objectifs d'utilisation des terres de l'après-mine. Les avantages de la réhabilitation progressive comprennent :

- la réduction de « l'empreinte » globale non réhabilitée de la mine,
- la facilité de procéder à des essais sur les diverses options de réhabilitation et de fermeture, et de faire preuve de résultats réussis à la communauté élargie,
- la démonstration aux parties prenantes et aux employés d'un engagement selon lequel la mine possède un programme actif de réhabilitation minière et de fermeture,
- la réduction des coûts globaux de fermeture,
- la réduction des risques d'échec et des responsabilités qui peuvent en découler,
- la réduction des « garanties financières ».

Les travaux de terrassement les plus rentables sont réalisés lorsqu'ils sont intégrés à la planification minière. Si par exemple des stériles doivent être transportés depuis une mine à ciel ouvert pour être disposés dans un modelé de relief, ils peuvent être acheminés vers un relief adjacent demandant une couverture de paillis rocheux afin de réduire l'érosion du relief final. Au lieu d'une double manipulation du matériau, les coûts supplémentaires de transport sur une distance initialement un peu plus longue se retrouvent plus que compensés par la réhabilitation progressive qui en découle, une réhabilitation rentable et en temps opportun.

La nature de la surface des modelés affecte directement les objectifs sur le long terme tels que la résistance à l'érosion, l'intégrité de l'encapsulation de déchets hostiles, la capacité à recevoir et à stocker les eaux des précipitations, et la capacité à assurer la croissance des plantes. En fin de compte, la configuration des pentes et la nature des matériaux de surface sur ces mêmes pentes devraient être interdépendantes, l'angle et la longueur de pente dépendant de la capacité relative du matériau de surface à résister à l'érosion. Les communautés végétales sont typiquement l'un des résultats les plus visibles de la réhabilitation minière dont la planification en fait dès lors un point logique d'attention ; le succès dans l'établissement de cette communauté dépend de la création d'un environnement approprié des sols formant une couverture stable et fonctionnelle.

Malheureusement, dans certains secteurs de l'industrie minière, l'intérêt pour la planification de la fermeture et de la réhabilitation progressive peut rapidement changer en fonction de la variabilité financière des opérations. Bon nombre des variables ayant un effet sur la viabilité, comme les prix des matières premières, les taux de change et d'autres éléments qui échappent au contrôle direct de l'exploitation de la mine. Cependant, les effets de ces fluctuations peuvent être atténués grâce à une planification minière efficace sur le long terme et à la mise en place de travaux de fermeture progressifs au sein même du cycle des travaux miniers classiques (« la manière dont nous procédons à l'exploitation minière »).

Parmi les activités essentielles à la progression vers des objectifs de fermeture et des critères d'achèvement convenus pour une zone réhabilitée, on peut citer la réparation et la maintenance des travaux de terrassement pour l'après-fermeture, la maintenance du drainage de surface, le suivi de la revégétalisation, les fonctions courantes comme la gestion des incendies et des adventices, la gestion et la protection des pâturages, les systèmes de traitement des eaux et enfin l'entretien et la gestion des données de suivi continu.

2.8 Les opportunités d'utilisation des terres de l'après-mine

L'industrie minière moderne reconnaît que les activités minières sont une utilisation temporaire des terres. Par conséquent, il existe une responsabilité de minimiser les perturbations, de créer des reliefs stables non polluants, de procéder à la réhabilitation progressive là où cela est possible, et, lors la fermeture, de permettre l'utilisation ultérieure de terres qui profitent aux communautés locales et régionales. Les concepts de fermeture planifiée et d'utilisation séquentielle des terres ne sont pas propres au secteur minier, mais ils reflètent une évolution relativement récente.

À l'échelle régionale, les sociétés minières peuvent être d'importants propriétaires de terres ; les terres opérationnelles et non opérationnelles devraient par conséquent être gérées en tenant compte du voisinage et des utilisations futures des terres. La planification de la fermeture vise à assurer pour le plus de terres possible une utilisation ultérieure sûre et durable pour l'agriculture et d'autres activités économiques, ou pour la conservation et l'usage communautaire.

Il est impératif que les parties prenantes et les promoteurs parviennent à un ensemble convenu d'objectifs de fermeture et de critères d'achèvement pour que le site permette à la société d'y renoncer d'une manière satisfaisant aux exigences réglementaires et aux attentes de la collectivité. L'ouverture de discussions ouvertes faisant appel au cadre de l'héritage au début du processus (figure 1) peut faciliter le succès des résultats.

Après l'exploitation, les zones perturbées seront réhabilitées, mais une activité minière moderne occupant une surface à grande échelle provoque inévitablement une transformation substantielle du paysage. Les projets d'exploitation minière, comme les effets physiques sur le paysage, façonnent l'identité culturelle des communautés, quelquefois sur des générations. Un tel héritage, industriel et culturel, peut être une source de force et de fierté pour une communauté.

Les plans de fermeture, par conséquent, se doivent de refléter les circonstances locales et être élaborés en s'appuyant sur les forces locales, celles-ci étant potentiellement un facteur important pour réussir la transition après la fermeture de mines. Un des objectifs de la planification de la fermeture et de la consultation tout au long de la LoM devrait être de favoriser la confiance et d'établir de bons rapports avec la communauté afin d'assurer son engagement et de développer une responsabilité partagée pour sa prise en charge des activités de l'après-fermeture. Une telle confiance, une telle collaboration ne vont vraisemblablement pas se concrétiser si ces efforts sont relégués au moment de l'annonce de la fermeture, ou après celle-ci.

Les options d'utilisation des terres de l'après-mine sont nombreuses et diverses. La publication de la Post-Mining Alliance, « 101 choses à faire en creusant la terre » (*101 things to do with a hole in the ground*, Permean 2009), rassemble des exemples d'utilisations de terres de l'après-mine, remarquables pour leur unicité (projet Eden), leur appel esthétique, leur aspect spectaculaire (Butchart Gardens) ou tout simplement leur bonne conception. Un chapitre de ce livre est également consacré à la régénération dirigée par les communautés et il met en avant les projets ayant un effet positif permanent sur les communautés, contrastant avec l'image conventionnelle de déclin social et économique consécutif à la fermeture des mines. En conclusion, il faudra élaborer une option de fermeture définitive qui devra recevoir l'appui des parties prenantes et satisfaire aux objectifs de fermeture à un coût acceptable.

Étude de cas : l'utilisation des terres après-fermeture, le cas du bioréacteur de Woodlawn

Le bioréacteur de Woodlawn, géré par Veolia Environmental Services

Woodlawn était une mine à ciel ouvert (de 1978 à 1987) puis souterraine (de 1987 à 1998) d'où l'on extrayait du zinc, du cuivre, du plomb, de l'argent et de l'or. Situé près de Tarago au sud de Goulburn en Nouvelle-Galles du Sud, le site renferme un assez grand gisement de minerai de sulfure de fer et 13,8 millions de tonnes de minerai en ont été extraites. On estime qu'il reste encore 4 millions de tonnes (toutefois sous forme de gisement non consolidé, ce qui empêche toute exploitation ultérieure). En 1998, les propriétaires de l'époque (Denehurst Ltd) quittent le site en le laissant sous administration judiciaire, avec des millions de dollars de salaires et pensions impayés, une réhabilitation peu réalisée sur un site à la superficie immense, d'énormes problèmes écologiques (sols acides chargés en sulfates et en métaux lourds comme l'arsenic, le plomb et le cuivre) et une carrière à ciel ouvert de 800 mètres de large et de plus de 200 mètres de profondeur.

En 2002, Collex (aujourd'hui Veolia) reçoit l'autorisation de développer la cavité minière en tant que bioréacteur recueillant le méthane produit par la décomposition d'ordures ménagères afin d'alimenter une petite centrale de production électrique. Il avait été estimé qu'il faudrait 60 années pour combler avec des ordures les 25 millions de mètres cubes de la cavité du site. Une station de transfert de déchets près de Sydney, controversée à l'époque, a été construite. En 2005, l'exploitation commença à envoyer des déchets en conteneurs par train jusqu'au site de Woodlawn.



Les premiers jours de la vie du bioréacteur : le revêtement du fond mis en place dans la carrière à ciel ouvert.

Le projet a continué à croître depuis cette époque et l'exploitation, en accord avec la communauté locale, est demeurée novatrice et ambitieuse. Woodlawn, qui est aujourd'hui dans le monde l'un des plus grands et certainement l'un des plus profonds projets de remblais de bioréacteur spécialement conçu, reçoit près de 20 % des déchets putrescibles de Sydney. Il est reconnu comme un exemple de pratique d'excellence de la technologie de remblai.

Depuis son ouverture, plus de 3,8 millions de tonnes de déchets ont servi à produire de l'électricité verte et l'installation exporte désormais suffisamment d'électricité pour alimenter plus de 2500 foyers (Veolia 2016). La capacité du bioréacteur est progressivement augmentée pour passer à 22,5 MW. En plus de l'exploitation du générateur de méthane, Veolia s'est engagée à réhabiliter le site sur les 60 ans de la durée de vie du projet.



Développement avancé du bioréacteur.

L'approche communautaire se poursuit. L'exploitant du bioréacteur propose des visites et un centre d'information sur place où les visiteurs peuvent regarder des vidéos sur les opérations actuelles.

L'exploitation a diversifié ses opérations intégrées :

- Les activités d'aquaculture et d'horticulture résiduelle produite pour générer de l'énergie pour un élevage de poissons et intègrent la culture hydroponique dans le système de filtration qui retient les nutriments en excès.
- L'unité de traitement mécanobiologique de Woodlawn extrait le contenu organique à partir du flux de déchets mélangés afin de produire du compost pour la réhabilitation minière sur le site.
- Une ferme opérationnelle épand les éléments nutritifs et pratique la rotation de pâturages afin d'améliorer la productivité en viande et en laine tout en réduisant les impacts sur les sols.
- Un parc d'éoliennes (exploité par Infigen Energy) de 50 MW tire parti de l'énergie naturelle dans une zone réputée pour être fortement venteuse toute l'année.

L'engagement permanent vis-à-vis de la communauté locale comporte un comité de liaison communautaire, des mises à jour régulières dans le *Tarago Times*, des alertes par email et SMS, et une représentation régulière dans les réunions de la communauté locale.

Le Veolia Mulwaree Trust fournit des fonds à des fins charitables et à des projets communautaires viables profitant aux communautés à l'intérieur ou autour de la zone de l'ancien Mulwaree Shire Council. Depuis 2005, le fonds a distribué plus de 5 millions de dollars aux initiatives communautaires locales.

Pour davantage d'informations, visiter le site web de Veolia (<http://www.veolia.com.au/sustainable-solutions/community-development/woodlawn-bioreactor>).

L'héritage minier en lui-même offre souvent des opportunités d'après-mine, par exemple en enrichissant le tourisme, l'éducation ainsi que d'autres activités succédant à celles consacrées à la mine. Dans certains cas, le tourisme concentré sur l'héritage minier peut être l'une des seules opportunités possibles après la fin des activités minières. Les liens entre l'héritage minier et les autres attractions du patrimoine dans la même région devraient pouvoir être explorés. Des villes entières, ainsi que des mines multiples ou individuelles (comme Broken Hill) et leurs infrastructures associées peuvent revêtir une valeur patrimoniale et être listées en tant que telles ; ceci influencera les stratégies d'utilisation des terres de l'après-mine.

Par exemple, un historique des activités minières, de l'art et de la culture fait partie intégrante de la relation formelle qui s'est établie entre Broken Hill et la ville minière historique de Rio Minas en Espagne. La Charte de Burra (ICOMOS 2013) fournit des directives pour la conservation et la gestion des lieux d'héritage culturel en Australie. La charte possède des liens avec l'héritage minier et a été adoptée à l'origine en 1979 dans la ville minière historique de Burra en Australie-Méridionale.

Étude de cas : un exemple international de préservation du patrimoine et de la réhabilitation – la fermeture et l'achèvement des mines de lignite dans les vallées de la Ruhr et de la Sarre en Allemagne

Des innovateurs transforment des piles de déblais, de scories et de vieux fourneaux en centres culturels et commerciaux

Pendant plus de cent ans, la houille issue de la production nationale a constitué la base du succès industriel en Allemagne. En 2007, le gouvernement allemand a décidé d'arrêter le soutien financier à l'industrie charbonnière à partir de 2018. Ceci a conduit à un programme de fermetures définitives de mines sur une zone immense.

La société minière allemande de houille RAG soutient le processus de restructuration dans les régions charbonnières des vallées de la Ruhr et de la Sarre en adaptant et en réutilisant d'anciens terrains houillers. De concert avec des institutions étatiques et des municipalités locales, RAG vise à promouvoir le développement durable dans les villes minières. La fermeture de mines est perçue comme une occasion de changer à la fois les structures industrielles et les structures urbaines en les orientant vers l'avenir. Au lieu de devenir des décharges industrielles, les anciennes zones minières deviendront des endroits vitaux ; au lieu de contempler un déclin économique, les anciennes villes minières prospéreront.

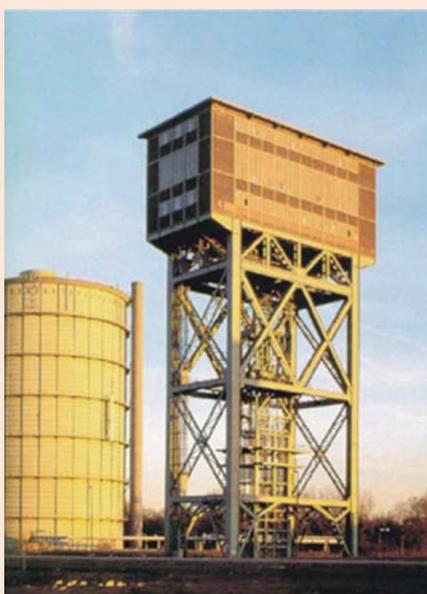
Afin de créer des opportunités pour l'emploi à long terme tourné vers le futur, de nouvelles entreprises novatrices exigent de bonnes infrastructures : des bureaux, des biens immobiliers commerciaux, des habitations confortables et esthétiques, des zones de loisirs ainsi que des installations culturelles. RAG fait appel à son expertise immobilière pour aider les anciennes régions charbonnières à avancer vers ce but. De tels efforts bénéficient particulièrement à ceux qui aspirent à devenir propriétaires de petites et moyennes entreprises.

Les sites d'anciennes mines de charbon représentent souvent des installations optimales pour les prestataires de services logistiques ayant le regard tourné vers l'avenir, bien qu'ils doivent rester centralisés et disposer d'un accès facile aux routes, canaux et réseaux ferroviaires. L'un de ces sites est le centre logistique de Fürst Hardenberg à Dortmund sur 4 hectares, construit conjointement par la société d'aménagement urbain RAG Montan Immobilien et la maison de logistique Fiege. Outre l'espace occupé par le centre de distribution d'une usine multinationale de pneumatiques, 2,3 hectares supplémentaires d'espace logistique ont été loués à un vendeur de textiles à prix réduit et à une boulangerie industrielle. Cinq centres supplémentaires de logistique sur le même permis sont actuellement prévus pour d'autres projets situés dans la Ruhr. D'autres parcs commerciaux se sont développés sur le site des anciennes mines de Minister Stein et de Radbod, respectivement à Dortmund et Hamm.

La préservation de la culture industrielle joue un rôle important en dehors du développement commercial et urbain. Les gens identifient leur région à l'héritage industriel de la houille et de la sidérurgie. Avec le déclin de ces industries en Allemagne, les gens se sont rendu compte que le patrimoine industriel constituait la mentalité culturelle de leur société et qu'il possédait un paysage architectural et urbain unique. De nombreux projets et événements culturels ont contribué à cet effort en préservant des bâtiments industriels remarquables et des expériences socioculturelles.

Le projet touristique régional intitulé Route der Industriekultur (« L'itinéraire de l'héritage industriel ») fait la promotion d'une route circulaire de 400 km autour de la région de la Ruhr qui ouvre aux visiteurs le patrimoine industriel de la région. Vingt-cinq « points d'ancrage » marquent cet itinéraire, dont six musées importants sur l'histoire technique et sociale, avec de nombreux points d'observation et une série d'établissements ouvriers importants. L'itinéraire porte le témoignage de 750 années d'histoire industrielle dans la région, ainsi que la transformation structurelle qui y a pris place pendant plusieurs décennies. Les sites des usines désaffectées, dont beaucoup sont sous ordonnance de préservation, ne sont pas des lieux de nostalgie et de regret. Ils ont depuis longtemps été transformés en installations et en centres industriels vivants et attractifs pour des événements culturels et touristiques.

Le temps fort de cette année, d'un point de vue culturel dans la zone de la Ruhr, est l'ExtraSchicht (L'équipe supplémentaire), la nuit de la culture industrielle. D'anciennes unités industrielles, des installations de production actives, des mines et des tas de matériaux ripés sont habilement transformés en lieux de culture industrielle et des milliers de personnes se rassemblent lors de cet événement très spécial pendant une longue nuit d'été.



L'ancienne mine charbonnière de Minister Stein (Dortmund) : cadre de chevalement de puits de 1926 à 1987, immeuble de bureaux depuis 1999.

Source : DRET (2011).

2.9 La collectivité et la fermeture

L'industrie minérale australienne s'est engagée vis-à-vis du développement social et économique des communautés dans lesquelles opèrent les sociétés. Ceci suppose un engagement à minimiser les impacts adverses des activités minières sur ces communautés ; cela soulève également la question de savoir comment maintenir ou améliorer le bien-être et la durabilité sociale de ces communautés.

Dans de nombreuses zones régionales reculées, les opérations minières apportent la seule activité économique importante et dominante. L'implantation d'une exploitation d'extraction ou de traitement de minéral s'accompagne presque toujours d'infrastructures considérables pour le site minier, les communautés locales et plus largement pour la région. L'industrie peut donc jouer un rôle critique et contribuer au développement

économique régional en fournissant des opportunités de formation et d'emploi sur un vaste éventail de professions, de compétences et de services. Les projets de renforcement des capacités durant la phase d'exploitation d'une mine nécessitent pour fournir des résultats positifs à long terme des initiatives de planification et de mise en œuvre propres à telle communauté, souvent en partenariat avec d'autres interlocuteurs.

L'engagement et le développement des parties prenantes et des communautés sont des processus qui se chevauchent tout en restant distincts. L'engagement efficace des parties prenantes fait intégralement partie du développement communautaire, mais cet engagement peut aussi être entrepris dans d'autres buts, par exemple celui de répondre aux préoccupations de la collectivité sur les impacts environnementaux. De la même manière, le développement communautaire suppose plus qu'une simple interaction avec une communauté. L'élaboration des programmes devrait être dictée par les besoins de cette communauté et non par ceux de la compagnie, et elle devrait chercher à contribuer au renforcement de la viabilité de la communauté sur le long terme. La connexion entre les sociétés minières et les communautés est fondamentale à chacun des stades du fonctionnement d'une mine ; il s'agit d'un élément vital de la réalisation d'un héritage minier positif.

2.9.1 L'engagement des parties prenantes

C'est souvent avant ou pendant les activités d'exploration qu'une société procède à l'engagement des parties prenantes. Dans certains cas, des négociations sont nécessaires, ainsi que le consentement des propriétaires fonciers ou des groupes autochtones. Tout comme les premières impressions, la qualité de l'engagement communautaire à ce stade précoce est décisive, car elle influencera les relations futures.

L'engagement des parties prenantes est un outil majeur de la planification de fermeture. Les plans de fermeture des mines n'ont de pertinence que pour la communauté et le contexte pour lesquels ils sont conçus et communiqués. En mesurant et en suivant l'engagement et le développement communautaires avant, pendant et après la fermeture, la société aura devant elle une opportunité pour :

- obtenir l'accord des parties prenantes clés tôt dans le processus de la planification minière à propos de l'utilisation des terres de l'après-mine et des critères d'achèvement pour une série d'objectifs,
- obtenir un retour d'information de la part de la totalité des parties prenantes sur les options et leurs alternatives,
- établir des relations de confiance ou reconstituer des relations fragilisées,
- maintenir son permis social d'opérer,
- favoriser l'atténuation de la dépendance,
- établir des points de repère pour l'efficacité des plans de fermeture et d'engagement communautaire,
- renforcer le potentiel pour une fermeture durable de la mine,
- renforcer les opportunités de développement communautaire émanant des phases d'exploitation active et de fermeture.

L'engagement pérenne des parties prenantes est critique si la communauté doit avoir la capacité d'effectuer la transition vers la fermeture autant que possible en douceur. De plus amples renseignements ainsi que des études de cas conduisant à des programmes efficaces peuvent être consultés dans le manuel des meilleures pratiques pour *L'engagement et le développement communautaires (Community engagement and development)* (DIIS 2016b).

2.9.2 Le permis social d'opérer

L'engagement vis-à-vis des meilleures pratiques de développement durable est la condition préalable pour qu'une société minière obtienne et conserve son permis social d'opérer à l'intérieur d'une collectivité. Pour une entreprise, un permis social possède de nombreux avantages intangibles mais néanmoins significatifs ; de leur côté, ceux-ci peuvent influencer profondément les perceptions des communautés, des ONG et des autres interlocuteurs associés aux activités minières existantes ou proposées.

À moins que la communauté ne soit engagée et qu'elle ne soutienne l'activité minière, une opposition et une confrontation peuvent surgir. Le manque de connaissance et de compréhension donne souvent naissance à des craintes dans la communauté à la perspective d'une exploitation minière. Les malentendus provoquent généralement des objections et des difficultés sans aucun but constructif, et ils alimentent un certain esprit de non-coopération. Ces dernières années, en de nombreuses occasions, les activités minières des grandes entreprises ont été perturbées, notamment par des opérateurs locaux qui exploitaient déjà, à une échelle plus petite et artisanale, les ressources minérales.

Un exemple actuel des difficultés rencontrées par les sociétés minières est l'exploitation de Masbate aux Philippines, où les petits exploitants miniers creusent régulièrement des tunnels sous les puits à ciel ouvert. L'abattage à l'explosif et l'utilisation d'engins miniers sur ces terrasses peuvent être extrêmement dangereux à la fois pour le personnel de la société et pour les petits exploitants.

Une interaction communautaire dysfonctionnelle finira par détourner l'attention de la direction de son objectif principal qui est le fonctionnement efficace de la mine. Les sociétés minières éclairées, celles notamment opérant dans les pays en développement, préservent leur permis social d'opérer grâce à diverses initiatives, dont la préférence pour l'emploi du personnel local, un personnel qui sera formé et qui apportera des compétences dans les entreprises ou les affaires qui devront faire face à la période suivant la fermeture de la mine.

Par exemple, l'exploitation d'or et de cuivre de Sepon au Laos, emploie environ 7000 personnes, la plupart venant de 70 villages aux alentours de la mine. La société minière a construit de grands ateliers de formation pour fournir, grâce à l'apprentissage et à d'autres programmes, des compétences en électricité, en mécanique, en soudage, en automobile ainsi que dans d'autres domaines. Elle a fourni des fonds à des entreprises telles que le tissage de la soie et des innovations paysannes (voir l'étude de cas).

Étude de cas : l'engagement communautaire en République démocratique populaire lao (RDP)

Les activités minières apportent travail, richesse et recherches culturelles aux villageois laotiens

Une gamme de processus d'engagement des communautés et du gouvernement mis en œuvre dans le Projet Sepon en République démocratique populaire lao (RDP) a dès son commencement permis de veiller à ce que des canaux efficaces de communications soient disponibles pour permettre un changement continu dans la portée du projet. Ces changements concernaient l'extraction du cuivre de même que celle de l'or, l'expansion continue des ressources aurifères ainsi que celles de cuivre, l'adjonction d'une seconde installation de stockage de stériles rocheux et la construction d'une vaste base d'hébergement permanente. Ces mécanismes ont donné à une société minière, à l'origine de petite taille, la capacité d'explorer et de se développer de manière continue tout en préservant son permis social d'opérer dans un pays éloigné sans antécédent historique d'engagement avec des sociétés minières multinationales.

Contexte

Le Minerals and Metals Group et le gouvernement de la RDP lao possèdent respectivement à 90 % et 10 % Lane Xang Minerals Limited, cette dernière ayant exploité le Projet Sepon dans le district de Vilabouly depuis l'approbation initiale d'exploitation aurifère accordée par le gouvernement en 2002. Le Projet Sepon consiste à l'heure actuelle en une mine à ciel ouvert avec traitement du minerai d'oxyde d'or, extraction et traitement de divers types de minerai de cuivre, et extraction de calcaire pour les besoins du traitement du cuivre.

L'engagement du gouvernement et des communautés

Un comité de pilotage a été établi en 2002 par le gouvernement de la RDP du Laos et l'équipe du Projet Sepon afin de surveiller la construction et les opérations du projet. Ce comité continue à se réunir trois ou quatre fois par an, à la fois sur le site et dans la capitale du pays, Vientiane ; des représentants de tous les ministères et de l'administration publique ayant une responsabilité au niveau des différents aspects du projet y participent. Les représentants du Projet Sepon fournissent des mises à jour sur les volets financier, technique, écologique et communautaire sur le projet. Des questions sont soulevées des deux bords, et sont souvent suivies de débats animés.

De la même manière, un comité constitué des villages locaux et des leaders du gouvernement a été mis en place au cours de la construction initiale du projet. Il se réunit habituellement chaque mois en présence des représentants principaux de la totalité des villages directement affectés et du Projet Sepon, y compris son directeur général. On y discute et résout des questions d'intérêt pour la collectivité locale ainsi que pour le projet, dont la gestion de l'immigration, la permanence de l'accès aux terres et le contrôle des vols.

L'engagement sur l'évaluation des impacts

Une étude d'impact environnemental et socioéconomique est effectuée avant le développement de chaque expansion ou changement dans le projet. L'engagement des villages est une composante critique de l'évaluation, car ceux-ci pourront observer le résultat de ces changements à travers des impacts au niveau des terres ou de l'eau. Ceci a demandé la tenue de réunions dans chaque village avec la participation d'interprètes compétents dans les dialectes locaux. Des réunions sont tenues à part avec les femmes afin de veiller à ce que leurs préoccupations et leurs idées soient incluses dans l'évaluation et dans les stratégies convenues pour une atténuation.

L'engagement sur un but précis

Une gamme de processus d'engagement sur des buts précis a également été définie pour permettre l'application des stratégies convenues d'atténuation et de gestion. Par exemple, le travail continu au niveau du patrimoine culturel avec des prospections archéologiques a été guidé grâce à un mémorandum d'entente entre Lane Xang Minerals, le gouvernement de la RPD du Laos et une université internationale. Ceci a eu pour effet l'excavation, l'enregistrement et la préservation d'artéfacts de signification mondiale.



L'engagement des parties prenantes basé sur le site, le Projet Sepon.

Source : DRET (2011)

2.9.3 La prise en compte des communautés locales et autochtones dans la gestion et le suivi après la fermeture de la mine

L'un des plus importants facteurs façonnant la relation entre sociétés minières et communautés autochtones est le fait que les parties puissent communiquer de façon efficace entre elles. Le rythme des prises de décision lorsqu'une communauté autochtone vit sur ses terres traditionnelles peut être ralenti par rapport au rythme souhaité par les sociétés minières ; néanmoins, sans ce processus, les décisions prises à la hâte peuvent ne pas résister à l'épreuve du temps.

Un projet peut en cours d'exploitation retirer des avantages économiques et socioéconomiques de son interaction et de ses affaires commerciales avec les communautés locales et autochtones. La planification d'une fermeture d'une mine devrait veiller à ce que la santé et la sécurité futures de la collectivité ne soient pas compromises, que la résistance de la collectivité vis-à-vis des impacts négatifs soit renforcée, que la collectivité puisse maximiser les opportunités d'utilisation ultérieure des terres et conserver des infrastructures minières représentant une valeur communautaire.

Dans les pays en développement et en Australie, de nombreux exemples existent dans lesquels des entreprises ont été établies selon des accords d'accès aux terres afin de renforcer les capacités et préparer la collectivité à la fermeture de mines. Le défi est de fournir à la collectivité des bénéfices durables sans qu'ils soient pour autant dépendants de la société. Les modèles d'entreprise doivent nécessairement être durables et comporter un renforcement des capacités avec des individus sur l'ensemble de la collectivité ; un engagement précoce est nécessaire pour que le plus grand nombre possible d'entreprises puisse évoluer à partir d'une entente avec un seul client vers une base élargie de clientèles et de marchés.

L'engagement au niveau des tâches de gestion et de suivi après la fermeture apporte non seulement aux communautés locales ou autochtones la capacité de s'adapter à l'héritage à mesure que la mine effectue sa transition vers une utilisation des terres post-minière, mais encore il donne une connaissance approfondie des services pouvant être fournis sur une échelle plus large dans la région. Bien que l'échelle de ces travaux soit sans conséquence en comparaison avec les recettes provenant d'une mine active, ces opportunités ne devraient pas être sous-estimées, car elles peuvent lier les communautés locales au site.

Les sociétés minières et les communautés autochtones possédant leurs cultures propres et uniques, il est nécessaire, pour que des relations solides soient construites, que chaque partie comprenne comment l'autre fonctionne dans un système de valeurs très différent. Sans cette compréhension commune, il est difficile de former des relations durables permettant aux deux cultures de coexister de façon amiable, ou de gérer efficacement les problèmes lorsque les sociétés minières et les peuples autochtones travaillent ensemble ; c'est le cas notamment des phases d'avant et après fermeture, et du passage à la phase de renonciation à l'utilisation des terres de l'après-mine.

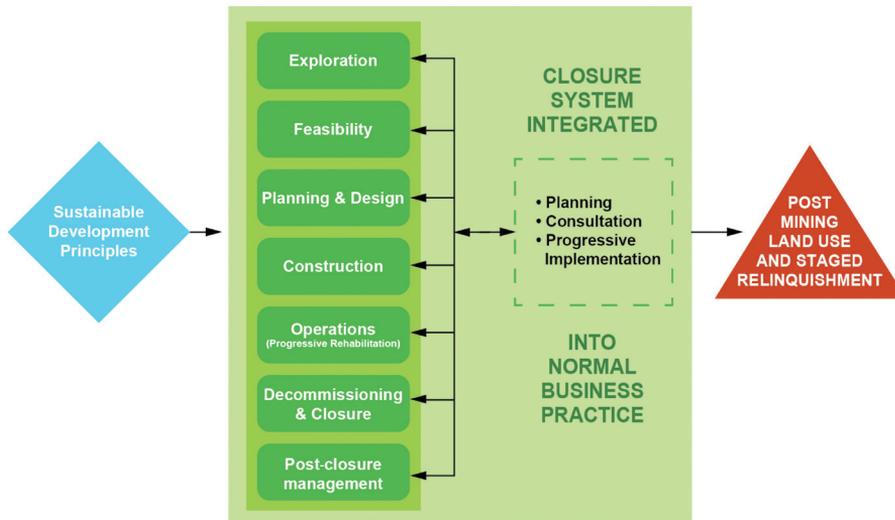
3.0 LES PHASES DE LA DURÉE DE VIE DES MINES

MESSAGES CLÉS

- La planification de la fermeture d'une mine devrait être accomplie progressivement tout au long des diverses phases du cycle de vie d'un projet minier ; elle doit s'intégrer complètement au sein des pratiques et planification habituelles d'affaires de la société.
- La fermeture et la réhabilitation minières déterminent en fin de compte l'utilisation des terres pour les générations futures.
- La phase de faisabilité est un élément intégral du processus d'évaluation de la mine dans lequel les implications de la fermeture de cette mine doivent être examinées de façon précise.
- La phase de planification et de conception doit intégrer les conséquences pour l'environnement, les utilisations futures des terres, la santé et la sécurité communautaires lorsque seront prises les décisions de fermeture de la mine et de rétrocession.
- Les meilleures pratiques durant la phase d'exploitation impliquent une attribution progressive des ressources financières, la planification et la mise en œuvre de la fermeture de la mine avec comme point central les mesures accompagnant l'achèvement et l'utilisation des terres après l'exploitation minière.
- Le stade de préparation au déclassement et de fermeture est critique. Il demande une concentration sur les aspects d'obligations de responsabilité, de planification de la mise hors service finale, des biens et dessaisissements, de remédiation, d'infrastructure d'héritage, de suivi et de gestion de l'après-fermeture.
- La phase de déclassement et de fermeture déclenche la mise en pratique du plan de fermeture, ce qui peut exiger des études pour confirmer que les critères convenus de résultats et d'achèvement ont été satisfaits.
- Même après la démolition du gros des infrastructures d'une mine, leur retrait, et la réhabilitation complète du site, il restera une exigence permanente de gestion et de suivi du site jusqu'à ce que la conclusion et la rétrocession finales soient réalisées, avec l'appropriation et la prise de responsabilité des nouveaux usagers des terres.

Ce chapitre examine la relation entre la fermeture et les sept phases considérées comme représentant une LoM standard. La figure 5 illustre les différentes phases d'un projet minier tel qu'abordé dans ce chapitre.

Figure 5 : Les phases d'un projet minier intégré dans un système de fermeture



La planification de la fermeture d'une mine devrait se faire progressivement tout au long de la LoM. Le niveau de détail et l'attention portée à certains d'entre eux vont varier tout au long du cycle, selon la phase dans laquelle se trouve le projet, ou selon la phase vers laquelle il effectue sa transition. Pour que la planification réussisse, l'équipe de direction doit veiller à ce qu'elle soit systématisée très tôt dans la LoM et profondément intégrée dans le plan d'affaires normal et les pratiques de la société ; l'éthique de la société doit également adopter la planification de la fermeture comme une normalité dans ses affaires commerciales.

Cette approche garantit que la pratique s'insère dans la planification, la consultation et l'application au lieu d'être reportée à la fin de la LoM. Les travaux initiaux sur le terrain, même lors de la phase d'exploration, peuvent affecter l'efficacité et le succès de la planification de la fermeture. Pour assurer des résultats optimaux, il est essentiel que la société et son personnel s'engagent à toutes les étapes de la mise en œuvre de la fermeture et fassent en sorte que l'engagement des parties prenantes soit effectué de façon stratégique tout au long du processus de planification de fermeture et qu'il s'étende à la phase de renonciation à l'utilisation des terres après la mine.

3.1 Exploration



L'exploration minière regroupe les phases initiales de la vie d'une mine prospective. L'exploration minière et les techniques d'évaluation peuvent être des techniques totalement inoffensives pour l'environnement comme la télédétection par satellite, et elles peuvent aller jusqu'aux techniques les plus invasives, comme dans le cas de forages intensifs rapprochés.

Les activités d'exploration ont le potentiel d'affecter l'environnement de façon négative si elles ne sont pas gérées convenablement. L'application de normes élevées pour les pratiques de gestion environnementale pendant l'exploration est essentielle afin de veiller à ce que de telles activités soient correctement contrôlées pour protéger en particulier les zones sensibles du point de vue écologique.

C'est souvent avant ou pendant l'exploration qu'une société commence à s'engager vis-à-vis de la collectivité. Dans certains cas, des négociations sont nécessaires, ainsi que le consentement des groupes autochtones ou celui d'autres propriétaires fonciers. La qualité de cet engagement communautaire à ce stade précoce est très importante, car elle influencera les relations futures. Il existe des impacts environnementaux et sociaux qu'il faut aborder au cours de cette phase, comme les parcours d'accès, les plates-formes de forage, l'élimination des déchets, la gestion des eaux, l'accroissement de la circulation routière et de ses perturbations, l'interférence avec d'autres utilisations des terres, ainsi que les préoccupations et les attentes de la collectivité.

Les activités clés qu'il faut entreprendre à ce stade précoce et qui seront utiles pour la planification et la fermeture futures comprennent :

- le développement de relations avec les parties prenantes, les autorités de contrôle et les communautés,
- des discussions préliminaires avec les parties prenantes clés sur le concept de la mine et sur l'utilisation des terres après la mine, et la collecte des problématiques qui pourraient être abordées,
- le rassemblement des premières données environnementales de référence, dont la qualité et la quantité des eaux de surface et souterraines, des types de sols, des types de végétation, des valeurs de la faune et des données météorologiques,
- une évaluation préliminaire en vue de la caractérisation des stériles lors de l'exploration,
- la préservation des enregistrements un registre des questions et des résolutions liées aux parties prenantes.

3.2 Faisabilité



La faisabilité fait partie intégrante du processus d'évaluation d'une mine ; elle peut être définie comme une évaluation des impacts économiques, environnementaux et sociaux d'un projet minier potentiel. Des études de faisabilité sont exigées dans les stades de préproduction afin de justifier l'investissement continu d'argent dans le projet. L'objectif est de clarifier les facteurs de base qui décident du succès d'un projet et, à l'inverse, d'identifier les risques majeurs au succès de ce projet.

Les implications de la fermeture d'une mine doivent être examinées de façon précise. Les études de faisabilité consistent souvent en une étude de délimitation, une étude de préfaisabilité et une étude de faisabilité bancaire.

Le suivi de la base de référence devrait commencer au stade de préfaisabilité et comprendre la totalité des questions environnementales, économiques et sociales pertinentes identifiées dans la planification des risques.

Les programmes de prospection et de suivi devraient différencier les impacts directs et les impacts indirects de l'exploration et de l'exploitation, ainsi que d'autres facteurs pouvant menacer les valeurs de la biodiversité locale et régionale. Les informations qui en résultent sont essentielles pour la conception efficace des programmes de gestion, ainsi que les objectifs de réhabilitation et de fermeture.

Bien que les forages et l'échantillonnage se concentrent sur les zones de minerais lors des phases d'exploration et de préfaisabilité, l'échantillonnage de roches hôtes et de roches encaissantes devrait augmenter au cours de l'évolution d'un projet ; ainsi, des données adéquates deviennent disponibles pour produire des modèles de blocs et des calendriers de production par types de déchets géochimiques.

La connaissance des rejets qui seront probablement générés, des matériaux qui seront exposés et des contraintes que ces facteurs feront subir à l'exploitation minière est vitale pour la planification de la fermeture (Scott et al. 2000).

3.3 La planification et la conception



Le but de la phase de planification et de conception est de réaliser la conception d'un système minier intégré, dans lequel un minerai est extrait et préparé selon les spécifications souhaitées par le marché, en respectant les contraintes acceptables environnementales, sociales, légales et réglementaires. Il s'agit d'une activité multidisciplinaire.

Les ingénieurs et les géologues miniers ainsi que les consultants sont généralement ceux qui possèdent le plus d'influence sur la planification et la conception d'une mine. Il leur faut comprendre et prendre en compte les problèmes de fermeture de la mine et intégrer des éléments économiques, environnementaux et sociaux dans la prise de décision de la société.

Il est important que les délais d'approvisionnement soient suffisants pour permettre la collecte d'informations clés afin de prendre des décisions saines concernant la planification et la conception. Ceci est particulièrement important lorsque des recherches d'approches alternatives pour la conception de la fermeture et des options de réhabilitations peuvent être demandées.

Les décisions prises pendant cette phase peuvent avoir des conséquences sur le long terme pour l'environnement, sur les utilisations futures des terres, la santé communautaire et sa sécurité ; tous ces éléments affectent les processus de fermeture de la mine et de rétrocession. Une approche basée sur les risques (voir paragraphe 2.6) devrait être incorporée à la phase de conception de façon à ce qu'un vaste éventail de risques commerciaux soit évalué, y compris les obligations potentielles sur le long terme vis-à-vis de l'environnement et de la fermeture.

Pour de nombreux états et territoires australiens, les autorités administratives exigent un plan de fermeture dans le cadre du processus des approbations. Le plan est émis afin d'évaluer le projet, la protection de l'environnement requise et les responsabilités potentielles sur le long terme que pose le développement de la mine. Le plan de fermeture devrait prendre en compte :

- la zone potentiellement perturbée,
- les récepteurs sensibles,
- les volumes et les types de déchets à stocker, dont les stériles rocheux et résidus,
- le caractère des déchets, y compris leurs propriétés géochimiques et leur potentiel de drainage minier acide (DMA),
- une analyse d'options alternatives et une optimisation des méthodes ou des options sélectionnées,
- des emplacements appropriés et la capacité d'installations de stockage d'eau requise pour la consommation d'eau potable, l'alimentation des procédés et la gestion de l'eau de site,
- la stabilité géotechnique de la surface du terrain et des ouvrages de génie civil,
- les exigences réglementaires pour la conception et la fermeture,
- les conceptions proposées pour installations de stockage des déchets,
- les coûts pour la réhabilitation et la fermeture,
- les questions de développement socioéconomique et la durabilité, sur l'utilisation des terres de l'après-mine et les autres programmes communautaires.

Les planificateurs miniers doivent équilibrer les économies de coûts à court terme par rapport aux problèmes potentiels à long terme. Une société peut prendre par exemple la décision d'exploiter un gisement en utilisant des méthodes à ciel ouvert plutôt que souterraines. Ceci peut permettre un accès plus rapide au minerai et par suite une disponibilité plus précoce de trésorerie ; cela peut cependant avoir pour résultat des volumes de déchets plus importants ; si de plus les déchets sont riches en sulfates, il est possible qu'un drainage rocheux acide ait lieu et qu'il ait de graves conséquences sur la fermeture, avec des coûts d'atténuation et de gestion importants. Pour faire face à ce genre de situation, il est possible de retirer les déchets des sulfures non ciblés grâce à des modifications dans la conception ou à l'exploitation d'une usine de procédé qui diminuera l'amplitude de la production potentielle d'acidification des résidus de l'après-fermeture.

Lors de la planification d'une édification efficace des modelés de relief, certaines informations critiques, en relation avec les déchets miniers, sont requises, parmi lesquelles :

- les volumes estimés des matériaux de déchets devant constituer les reliefs,
- les caractéristiques physiques, chimiques et géochimiques du sol et des matériaux des déchets,
- le positionnement préférentiel des matériaux dans les reliefs afin d'adapter leurs caractéristiques aux volumes disponibles (par exemple, matériaux pouvant mieux convenir à proximité de la surface ou au contraire mieux placés dans les profondeurs du modelé du relief),
- la séquence et la chronologie des divers matériaux devenant disponibles durant le calendrier de l'exploitation.

Chaque relief est unique en raison de la nature des sites et du niveau de choix pour l'emplacement de ce relief de déchets. Si cela est possible, il est important d'étudier à l'avance l'emplacement de l'empreinte de l'infrastructure pour ce relief, car cet emplacement peut avoir des répercussions de plusieurs millions de dollars. Les facteurs critiques relatifs à l'emplacement comprennent :

- la proximité de sortie ou de sorties des puits à ciel ouvert,
- la pente de la zone de l'empreinte, à la fois pour la direction du drainage depuis le relief et pour les coûts de déversement,
- la mise en place par rapport au drainage naturel, et là où cela est possible, sans bloquer l'écoulement naturel de surface en arrangeant le drainage en dessous du relief,
- les contraintes de l'empreinte (concessions de permis, gisements futurs de minerai, communautés prioritaires de la flore, de la faune et des groupements écologiques, sites de patrimoine culturel, infrastructures actuelles et futures),
- la topographie, l'impact visuel et l'opportunité de compléter le paysage local,
- la stabilité du matériau sous-jacent.

Comprendre l'échéancier du flot de matériaux rejetés selon leur type et l'emplacement préféré pour tous ces matériaux est un élément clé qui permet de déterminer si un programme de modelé de relief peut être réalisé.

3.4 La construction et la mise en service



Les activités de construction sur un projet d'exploitation sont les premières à créer des changements visibles et des impacts sur l'environnement et les communautés. Ce stade à court terme est celui qui demande le plus haut niveau d'emploi. L'afflux de main-d'œuvre pour la construction peut apporter des bénéfices économiques à la communauté locale et notamment à ses entreprises, mais il peut également soumettre les services locaux à une certaine pression et provoquer un impact social négatif sur cette communauté. Il est essentiel que les entreprises et le personnel des entreprises de construction comprennent les implications que leurs activités peuvent avoir sur les communautés voisines.

Les activités de construction comprennent typiquement l'édification ou l'installation de :

- routes d'accès et pistes d'atterrissage,
- bases-vie de construction et d'hébergement,
- alimentations en énergie (électricité, gaz ou gazole),
- installations de stockage de carburants et de produits chimiques,
- systèmes d'alimentation en eau,
- unités de concassage et de traitement,
- ateliers et entrepôts,
- aires d'entreposage pour prestataires,
- bureaux, vestiaires, villages,
- unités de concassage,
- installations de stockage de résidus (TSF),
- zones de stockage de stériles rocheux,
- reliefs de faibles teneurs en minerai et autres reliefs,
- préparation des mises en tas de stockage.

C'est au cours de la phase de développement et de construction pendant la LoM que de nombreuses décisions sur le long terme sont prises, toutes ayant une influence sur les travaux finaux de déclassement et de fermeture. On peut décrire parmi les facteurs pouvant avoir des implications sur la fermeture et la rétrocession :

- Une mauvaise construction des fondations pour une installation de stockage des résidus ou des bassins de stockage d'eau peut provoquer des infiltrations s'aggravant à long terme, avec contamination potentielle des eaux souterraines.
- Les verses à stériles rocheux conçues pour contenir des déchets sulfurés exigent des fondations de faible perméabilité, ou un matériau fixateur d'acide disposé sur sa couche de base, ou les deux.
- Une planification restreinte de la gestion des eaux de surface avec un faible contrôle de l'érosion pendant la construction peut se traduire par des charges sédimentaires massives entraînées en dehors du site lors d'épisodes pluvieux.
- Un stockage et une manutention appropriés des carburants et lubrifiants ainsi qu'une gestion fiable des ateliers peuvent réduire la contamination issue du stockage et des déversements.
- L'identification et la manipulation correctes des terres végétales et des autres milieux fertiles, ainsi que le rabattement des poussières provenant des tas de stockage, peuvent compléter la gestion environnementale de façon immédiate et sur long terme.

Il est également important que les propriétaires fonciers et les communautés à l'échelle locale ne soient pas incommodés pendant cette période où doivent aussi s'établir les fondations de relations sur le long terme. La durabilité exige que les relations complexes entre les divers risques soient bien comprises, en particulier le potentiel des liens entre les risques environnementaux, sociaux, politiques, économiques, et ceux touchant à la réputation.

3.5 Exploitation



Une fois que la production commence, on dit que la mine est dans sa phase d'exploitation. Celle-ci peut s'étendre sur de nombreuses années, typiquement de 5 à 20 ans, et dans certains cas sur plus de 50 ans (par exemple dans les grandes exploitations de minerai de fer, de charbon et de bauxite). Durant cette période, on assistera à des transformations opérationnelles, à des expansions d'usines et à une réhabilitation progressive. Des changements de propriétaire pourront également avoir lieu, avec des approches de gestion éventuellement différentes.

Dans le perfectionnement régulier d'un plan de fermeture de mine, la société doit se concentrer sur les buts (objectifs) à long terme et sur les utilisations de terres après la mine. Toutes les activités devraient être tournées vers le soutien de ces buts sur le long terme.

Les meilleures pratiques impliquent, dès la phase d'exploitation, l'allocation progressive de ressources financières, la planification et la mise en œuvre de la fermeture de la mine et des mesures pour sa complétion. Cela inclut l'attribution de ressources financières et d'une équipe de personnes ayant l'expérience adéquate pour pouvoir s'engager auprès des communautés et des autres parties prenantes à propos de la fermeture de l'exploitation.

La phase d'exploitation peut se subdiviser en trois étapes : la mise en service de l'exploitation, la maturité d'exploitation et la planification d'une préfermeture :

- Le **stade de mise en service de l'exploitation** est la période faisant suite à la fin de la construction. Ce stade peut habituellement comprendre la mise en service initiale de la production, le démarrage avec prédécapage pour les fosses ouvertes, le développement de descenderies et de puits, ou bien la construction de modèles de relief pour déchets et les installations de stockage des résidus.
- Lors du **stade de maturité d'exploitation**, la plus grande partie des perturbations a déjà eu lieu et la mine est en état d'exploitation et de production stables. Il est important au cours de cette phase que du personnel expérimenté soit impliqué dans la supervision de la construction et de la disposition de matériaux délétères dans les reliefs. Le défaut de maintien du contrôle qualité pendant cette phase d'exploitation peut mettre en danger la protection de l'environnement pendant les activités et la fermeture qui s'ensuivra.
- Les ressources connues en minerai s'épuisent à mesure que le **stade de planification de la préfermeture** se rapproche. La durée de ce stade est souvent imprévisible ; elle peut rapidement augmenter ou diminuer selon les réserves de minerai, les découvertes ou des événements imprévus conduisant à une fermeture inattendue. Dans certains états et territoires australiens, il existe une exigence visant à l'élaboration d'un plan détaillé de déclassement et de fermeture deux ans avant la fermeture d'un site. Ce plan doit incorporer la démolition des infrastructures, les terrassements finaux des reliefs, la revégétalisation et le commencement d'un programme de suivi de l'après-fermeture. L'élaboration d'un plan de fermeture est détaillée dans le chapitre 5.

3.6 Le déclassement et la fermeture



Le déclassement et la fermeture impliquent la mise en œuvre de plans de fermeture élaborés dans des stades plus précoces. Dans cette phase, il peut également être nécessaire d'effectuer des recherches et des études afin d'identifier des contaminations potentielles et de confirmer que les résultats et les critères convenus sont satisfaisants.

Au moment de la fermeture d'une mine, la plupart des travaux préparatoires nécessaires à la protection de l'environnement ont été réalisés dans le cadre d'un plan bien conçu de fermeture, lequel a été progressivement mis à jour et appliqué tout au long de la phase d'exploitation.

Les mines peuvent fermer de façon inattendue pendant la phase d'exploitation pour de multiples raisons, par exemple une défaillance dans les procédés, une limite non prévue de minerai, un effondrement du prix des marchandises, un dépassement de budget, l'opposition et la violence des communautés, la présence d'impacts environnementaux importants et non anticipés, ou peut-être une combinaison de ces facteurs. Un exemple d'étude de cas est celui de la mine de Bottle Creek en Australie-Occidentale.

Étude de cas : une fermeture non planifiée

Le Projet aurifère de Bottle Creek (Bottle Creek Gold Project) se trouve à 95 km au nord-ouest de Menzies dans le nord des Golfields (Northern Goldfields) en Australie-Occidentale. L'activité de la mine a démarré en juin 1988, mais en 1989 toute activité a été stoppée en raison de ressources limitées en or. Trois fosses à ciel ouvert et des reliefs de déchets, un site d'usine, une plate-forme de tout-venant de mine et deux installations de stockage de stériles ont été établis pendant le stade d'exploitation du projet.

En mai 1990, Norgold Limited a soumis une proposition de réhabilitation pour le site à ce qui était alors le ministère des Minéraux et de l'Énergie d'Australie-Occidentale (Department of Minerals and Energy, DME). En 1992, le ministre des Mines a approuvé un plan remanié et a exigé le dépôt de garanties inconditionnelles de bonne exécution de cette réhabilitation.

En 1994, la mine était en grande partie réhabilitée, mais peu après, 300 mm de pluies cycloniques eurent un effet d'érosion intense et de ravinement des reliefs. Le DME demanda à Norgold de réaliser les travaux de réhabilitation appropriés afin de réparer les dégâts causés par le cyclone.

En septembre 1996, Norgold a demandé au DME de libérer les garanties. Le contrôleur de l'environnement suggéra alors un certain nombre de tâches à accomplir avant que les garanties ne puissent être retirées, dont des caniveaux pour remédier à l'érosion, le réensemencement des zones faiblement couvertes, des angles de pente descendante de talus (sur certaines des structures restantes), la mise en place de terre végétale sur certaines zones et le comblement des trous de forages. Deux inspections ont été effectuées ultérieurement, en octobre 1996 et en juin 1997. Il a fallu demander à Norgold de soumettre un nouveau plan de réhabilitation afin de donner les détails expliquant comment, quand et selon quelles normes seraient réalisés les travaux exigés par le DME. En novembre 1997, Norgold a présenté un nouveau plan de réhabilitation. Les travaux ont été achevés vers mai 1998. Le DME a effectué une nouvelle inspection sur site en mai 1998 et d'autres petits travaux supplémentaires ont été identifiés.

En novembre 1998, Norgold a présenté une revue de conformité ainsi qu'un rapport de suivi comprenant une validation de la réhabilitation entreprise et de l'écosystème en développement grâce à l'analyse de la fonctionnalité de l'écosystème. Ce système de suivi, mis au point par Tongway et Hindley du CSIRO (<http://csiropedia.csiro.au/systems-developed>), établit des rapports sur l'état de l'écosystème en comparant le niveau de fonctionnalité affiché par la réhabilitation avec celui d'un témoin ou de sites analogues situés dans la région avoisinante.

Une inspection de la fermeture en décembre 2000 identifia deux problèmes non résolus, à la grande satisfaction du DME : le potentiel pour les drainages rocheux acides et la présence de chèvres sauvages à l'intérieur de la zone clôturée.

Rio Tinto (qui a procédé à l'acquisition de Norgold) a recherché et a pu résoudre ces questions, ce qui a satisfait le DME ; ce dernier a alors recommandé la restitution des garanties et l'annulation de toutes les conditions attachées à chacun des fonds servants figurant dans la liste se rapportant au projet. En novembre 2001, le ministre des Mines a annulé toutes les conditions et restitué les garanties, confirmant ainsi que Norgold avait réhabilité le site à la satisfaction de l'ingénieur des Mines de l'État.

La persévérance dans les travaux de fermeture, la consultation et le respect des exigences finales ont eu des résultats positifs pour Norgold et Rio Tinto. L'utilisation d'une technique de suivi sérieuse a permis avec le temps de prouver que les critères de complétude ont été atteints lors de la réhabilitation. Cette preuve a été acceptée par le régulateur, ce qui a conduit à la rétrocession.

Le régulateur continue le suivi de la mine de Bottle Creek en mettant en place des programmes de suivi de façon occasionnelle, un suivi effectué par des agents du ministère et d'un bureau-conseil situé à Perth ; ce dernier procède à l'extraction et à l'analyse des données d'analyse de fonction d'écosystème à partir de transects de suivi établis en permanence sur le site.

Cette étude de cas d'une fermeture non planifiée démontre trois points importants :

- Une persévérance considérable peut être nécessaire de la part d'une société pour aboutir à une rétrocession, plus particulièrement si la première réhabilitation n'est pas adaptée à la tâche.
- La sélection d'un processus robuste et vérifiable est essentielle pour le suivi et la démonstration de la validité des critères d'achèvement pour la fermeture.
- L'établissement précoce de critères de complétude vérifiables est essentiel pour pouvoir recevoir de la part de l'autorité de contrôle l'acceptation et l'approbation en vue de la rétrocession.

D'autres détails sur cette étude de cas figurent dans Anderson et al. (2002).



Le site de la mine de Bottle Creek avant et après la réhabilitation.

Source : *Manuel sur achèvement et la fermeture de mines (Mine closure and completion handbook)* (2006)

Pour qu'une société réussisse son passage dans la phase d'après-fermeture et qu'elle renonce à un site minier, en se dégageant de toutes ses obligations de maintenance et de financement futurs, il faut impérativement :

- qu'un établissement précoce des critères de complétude vérifiables ait eu lieu (ceci est essentiel pour pouvoir recevoir l'acceptation et l'approbation en vue de la rétrocession de la part du régulateur) ;
- qu'un processus robuste et vérifiable soit mis en place afin de suivre et de démontrer les critères de complétion ayant été atteints.

Il est possible qu'une persévérance considérable soit demandée à une société pour aboutir à une rétrocession, plus particulièrement si la première réhabilitation n'était pas adaptée à la tâche. La qualité de la planification d'une fermeture de mine deviendra apparente une fois que la dernière tonne de minerai aura franchi l'usine de traitement, et que cette dernière sera fermée. À ce stade, les personnes clés sur le site seront le responsable de la fermeture et l'équipe chargée de la fermeture.

Les activités dans cette phase (qui peut durer plusieurs années) comprennent :

- la démolition et le retrait des infrastructures,
- la consolidation et le déclassé des installations de résidus,
- le remodelage des reliefs miniers restants,
- le rétablissement des systèmes hydrologiques de surface et de drainage,
- le traitement, la décharge ou l'élimination des eaux de faible qualité,
- la réalisation des processus de réhabilitation et de remédiation,
- la gestion, le suivi, l'enregistrement et la documentation des processus de fermeture,
- la mesure des performances des activités de fermeture par rapport aux objectifs et aux critères convenus, ainsi que les comptes-rendus sur ces performances,
- les inspections, la consultation et les comptes-rendus sur les avancements pour les parties prenantes,
- l'approbation finale progressive par paliers de la collectivité et des pouvoirs publics.

Un processus systématique d'enregistrement des données et de la gestion des données lors d'un déclassé et d'une fermeture sont vitaux pour que l'équipe de planification de fermeture perçoive le statut des travaux et des problèmes associés à la fermeture.

3.7 La gestion et le suivi de l'après-fermeture



Même après la démolition des infrastructures d'une mine, leur retrait et la réhabilitation complète du site, il reste une exigence pour une gestion et un suivi continus du site. Cette phase se poursuit jusqu'à ce que la certification finale et la rétrocession soient accomplies, avec appropriation et prise de responsabilité par les nouveaux usagers des terres.

Dans la mesure où des problèmes communs de fermeture comme le DMA peuvent présenter un temps de latence assez long avant de se manifester clairement, il pourrait être nécessaire de suivre le succès de la revégétalisation, l'efficacité des systèmes de couverture et les impacts éventuels sur les ressources en eau pendant de nombreuses années avant que la stabilité soit bien implantée et que la rétrocession soit obtenue de l'autorité de contrôle.

Alors que les meilleures pratiques impliquent une définition et un accord précoces sur les critères d'achèvement et sur la progression des signatures d'approbation, certains critères peuvent exiger un suivi sur des périodes étendues, peut-être de 10 à 20 ans.

Il faut prendre en considération la façon d'allouer des ressources à cette phase du processus de fermeture, car de nombreuses tâches sont à envisager, par exemple au niveau de la logistique, du personnel, de la sécurité et des réponses aux changements. La conservation du personnel de la société ou de la société de gardiennage pour la gestion de l'après-fermeture pourra nécessiter de conserver les bureaux, les commodités et le matériel ; cela peut se révéler plus rentable que de faire appel à des équipes externes au site, le connaissant peu et demandant des coûts de mobilisation élevés.

Certaines exigences, en particulier celles concernant le traitement des eaux sur le long terme, peuvent exiger que les sociétés responsables de certains sites fermés y maintiennent leur présence sur le moyen ou le long terme. Parmi les autres activités possibles à ce stade, on peut trouver :

- les précautions pour que le site soit le plus sûr possible étant donné que la zone de la mine devient progressivement plus inactive ;
- les protocoles de sécurité appropriés ou nouveaux pour accéder au site et l'installation d'une sécurité adéquate afin de limiter l'accès et d'éviter le vandalisme,
- l'examen de tout échec d'activités de déclassement ou de réhabilitation,
- le suivi continu et l'établissement de comptes-rendus sur les cibles de réhabilitation et de fermeture par rapport aux objectifs et aux critères convenus pour la fermeture,
- la remise à l'autorité de contrôle et aux parties prenantes des informations sur le suivi et des autres informations sous un format approprié et convenu afin d'obtenir les signatures d'approbation (ceci peut se réaliser par signatures progressives de la communauté et du gouvernement en ce qui concerne les critères cibles de fermeture à long terme),
- la rétrocession des concessions minières et le transfert légal de la responsabilité permanente aux parties prenantes et aux utilisateurs des terres de l'après-fermeture.

Étude de cas : utilisation des terres de après la fermeture aux lacs de Penrith (Penrith Lakes), Nouvelle-Galles du Sud

Les sites miniers réhabilités sont devenus des zones humides, des barrages de stockage d'eau, des sites touristiques, des terrains de golf, des fermes piscicoles, des parcs pour ski nautique et planche à voile, des complexes pour sports automobiles, des amphithéâtres et même le lieu de cours d'aviron. L'un des plus grands exemples en Australie a été utilisé lors des Jeux olympiques de 2000 qui ont vu des compétitions d'aviron prendre place dans des carrières de gravier réhabilitées près de Penrith.



La réhabilitation en cours dans des carrières de gravier à Penrith (octobre 1990).



Le modèle à l'échelle physique des eaux de surface pour le développement des lacs de Penrith (Penrith Lakes) (octobre 1990).



Les carrières de gravier de Penrith précédemment réhabilitées (octobre 1990).

Ceux qui proposent des options d'utilisation des terres après l'exploitation minière doivent tout d'abord prendre en compte des facteurs comme le climat, la topographie, les sols et les utilisations des terres aux alentours. Les questions spécifiques liées à l'utilisation des terres après l'exploitation minière font appel à des consultations avec les voisins, les autorités locales et les groupes d'intérêts spéciaux ; il s'agit ici d'une partie fondamentale du processus.

Chaque site devrait pouvoir être évalué en fonction de son utilisation après l'exploitation minière. La durabilité est un facteur important : l'utilisation continue devrait toujours être bénéfique à la communauté locale et à l'environnement, et le modèle d'utilisation des terres doit permettre d'assurer que le site ne deviendra pas un fardeau pour la communauté.

Dans certains cas, les options pour une utilisation continue des terres seront limitées par des contraintes économiques, juridiques et techniques. Par exemple, il ne serait pas approprié de prendre en compte des options pour attirer des gens vers une zone où des terrains instables entourent des cavités profondes ou des exploitations à ciel ouvert. La priorité absolue sera toujours celle de protéger l'environnement ainsi que la santé et la sécurité du public en ayant recours à des pratiques de fermeture sûres et responsables. L'engagement des parties prenantes dans les décisions sur les options de déclasser permet de se concentrer sur la durabilité économique et sociale à long terme des communautés associées à l'héritage minier.

Source : Manuel sur l'achèvement et la fermeture de mines (Mine closure and completion handbook) (2002, 2006)

4.0 LA PLANIFICATION DE LA FERMETURE

MESSAGES CLÉS

- Pour détenir l'information correcte qui permet de prendre les meilleures décisions techniques et sociales pour une planification de fermeture, il faut collecter, évaluer et gérer les données environnementales, sociales et économiques de façon précoce lors du processus de planification.
- La bonne compréhension des rejets probables qui pourront être générés, des matériaux qui seront probablement exposés et des contraintes que ces facteurs imposeront à l'exploitation minière est vitale pour la planification de fermeture.
- La gestion de l'eau tout au long des phases du cycle d'une mine est tout aussi importante pour la fermeture que peut l'être la gestion des déchets miniers.
- La caractérisation des matériaux des déchets miniers devrait débuter tôt, lors de la phase d'exploration, et elle devrait se poursuivre tout au long des phases de pré faisabilité, de faisabilité et d'exploitation pour servir de base à la planification de fermeture de mine.
- La mise en place finale des déchets miniers dans les modèles de relief construits, qui soient stables à la fois au point de vue physique et chimique sur le long terme, devrait avoir lieu dès que cela est pratiquement possible, et la réhabilitation progressive devrait être mise en place partout où elle est viable.
- La réhabilitation et la fermeture des résidus miniers concentrent une exigence unique.
- Lors de la planification d'une installation de stockage de résidus, les opérateurs suivant les meilleures pratiques prennent en considération la fermeture de leur mine dès le début du développement du projet, et ils envisagent la totalité des aspects de l'évacuation de résidus tout en élaborant et en conservant un plan de déclassement des installations de stockage de résidus.
- La préparation d'un plan de gestion des radiations pour compléter le plan de fermeture est exigée pour cette fermeture. Il devra comprendre un programme de suivi et de surveillance permanents à mettre en place une fois que la fermeture aura été réalisée de manière satisfaisante.
- Il est essentiel d'effectuer des recherches extensives durant les phases de faisabilité, de planification et de conception afin d'identifier et de quantifier les problèmes clés concernant les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Prendre les meilleures décisions techniques et sociales pour planifier une fermeture nécessite la collecte, l'évaluation et la gestion des données environnementales, sociales et économiques, lesquelles devront être gérées de manière efficace pour être facilement récupérables et accessibles.

Les ingénieurs et les géologues miniers ainsi que les consultants sont généralement ceux qui possèdent le plus d'influence sur la planification et la conception d'une mine. Il leur faut comprendre et prendre en compte les problèmes de fermeture de la mine et intégrer des éléments économiques, environnementaux et sociaux dans la prise de décision de la société. Pour que la planification de la fermeture réussisse, il faut que l'équipe de direction veille à ce que la fermeture de la mine soit intégrée tôt dans la planification au lieu de l'envisager à la fin de la LoM. Un exemple que l'on rencontre trop souvent est celui de la construction de reliefs de déchets miniers sans compréhension détaillée des propriétés physiques et géotechniques de ces rejets miniers, ni de leur composition chimique ou caractéristiques géochimiques.

La compréhension des rejets qui seront probablement générés, des matériaux qui seront vraisemblablement exposés et des contraintes que ces facteurs feront subir à l'exploitation minière est vitale pour la planification de fermeture. Par exemple, le stockage approprié de matériaux hautement réactifs ou riches en métaux peut faire appel à une encapsulation ou une disposition sélective à l'intérieur d'une plate-forme de déchets. Les décisions prises pendant les phases de faisabilité, de planification et de conception peuvent avoir des conséquences à long terme pour l'environnement, les utilisations futures des terres, la santé et la sécurité communautaires, tout ceci affectant le processus de fermeture de la mine et de rétrocession.

Les meilleures pratiques ne peuvent être accomplies qu'à travers une reconnaissance précoce des matériaux de déchets miniers potentiellement problématiques, y compris ceux dont la nature physique et chimique est hostile à la croissance des plantes ou possède un potentiel de drainage minier acide, ainsi que d'autres types de drainage minier. La nature et la composition diverses du minerai et des terrains encaissants sont différentes sur chaque mine ; de même, ces différences toucheront les risques potentiels de contamination chimique et géochimique, les risques d'intégrité physique des reliefs construits pour les déchets et le succès des réhabilitations.

La gestion de l'eau tout au long des phases du cycle d'une mine est tout aussi importante pour la fermeture que la gestion des déchets miniers.

Ce chapitre fait le lien entre d'une part la caractérisation de matériaux de déchets et résidus de procédé (rejets) prospectifs et d'autre part le risque potentiel de contamination future de l'environnement, avec une conception appropriée des reliefs de déchets. L'expérience a montré que cette conception appropriée des reliefs doit prendre en considération la gestion des eaux de surface et qu'elle peut atteindre les critères d'achèvement visés.

4.1 Les caractéristiques physiques, chimiques et géochimiques des déchets miniers

Indépendamment des risques résiduels, le but de cette caractérisation est de déterminer le comportement physique et la réactivité chimique probables des matériaux de déchets selon les conditions dans lesquelles ils seront stockés, selon leurs éléments constitutifs actuels ainsi que leur spéciation et mobilité probable future.

La caractérisation des matériaux de déchets miniers devrait être entreprise le plus tôt possible, lors de la phase d'exploration, et elle devrait se poursuivre tout au long des phases de pré-faisabilité et de faisabilité en servant de base à la planification minière ; elle doit inclure la base de référence des concentrations en analytes importants et des valeurs géochimiques pertinentes pour des récepteurs éventuels en aval.

Il est essentiel de poursuivre la caractérisation des déchets pendant l'exploitation de la mine, notamment en raison des changements de teneur dans le minerai et de l'évolution du plan minier avec par exemple les fluctuations de marché. Afin de représenter correctement la variabilité ou l'hétérogénéité à l'intérieur de chaque unité géologique et chaque type de déchets, des échantillons provenant des activités de forage devraient représenter chaque unité géologique qui sera exploitée ou exposée, et chaque type de déchet pour les plans miniers projetés ou en cours. Toute minéralisation localisée dans la roche hôte devant être déchargée dans le relief de déchets devra faire l'objet d'une certaine attention. Les volumes et types de déchets devant être stockés devraient être passés en revue tout au long de la durée de vie de la mine, car dès les premiers stades de la planification, les estimations ne peuvent être que provisoires.

L'analyse géochimique devrait au moins indiquer le contenu total en soufre et faire figurer les contaminants potentiels clés dans la totalité des carottes de forage. Les contaminants chimiques potentiels seront spécifiques pour chaque site, mais ils peuvent inclure, en plus des principaux minéraux économiques ciblés, une gamme de métaux et de métalloïdes (comme l'arsenic et le sélénium). De plus, une diversité de paramètres pourra être mesurée afin d'évaluer la condition acide actuelle des déchets et l'étendue du potentiel de génération d'acide. Des procédures standard d'essais pour mesurer l'acidité et la génération nette d'acide sont utilisées de façon routinière dans l'évaluation du potentiel de génération d'acide et du potentiel de neutralisation d'acidité des déchets. Les résultats combinés peuvent servir à indiquer qu'un matériau a le potentiel de former de l'acide ;

toutefois une interprétation prudente de la totalité des aspects de la composition chimique et minéralogique est nécessaire pour prévoir en toute confiance la portée d'une contamination chimique.

Différents minéraux sulfurés et différentes combinaisons de sulfures dans un type donné de roche s'oxydent selon des taux différents dans des conditions environnementales identiques. La caractérisation géochimique doit être complétée par la détermination de paramètres physiques, chimiques et minéralogiques devant influencer le taux d'oxydation et d'acidification. Des recherches minéralogiques devraient examiner le type et le mode d'occurrence des minéraux sulfurés et carbonés. Il faudrait également porter une attention particulière aux matériaux de déchets inoffensifs, pouvant servir à la construction de reliefs physiquement sains et chimiquement stables. Les attributs clés comprennent l'érodabilité des matériaux et leur potentiel à permettre la croissance de plantes.

4.2 Les problèmes du drainage minier

Le drainage minier acide (DMA) est la somme des produits à réaction acidogènes (oxydation de sulfures, hydrolyse de métaux) et de réactions neutralisantes d'acide. Les minéraux de carbonates sont les plus efficaces et leur action de neutralisation est la plus rapide. Tous cependant, à l'exception des silicates et des oxydes les plus résistants, avec suffisamment de temps, tendent à un certain degré de neutralisation acide.

Alors que le DMA est le problème le plus répandu, le potentiel de génération de drainages de pH plus élevé doit aussi être reconnu, par exemple dans l'éventualité de lixivats alcalins avec des roches riches en magnésium et des cendres volantes. Là où il est le résultat d'une neutralisation précédente de DMA métallifère, le drainage minier d'un pH proche de la neutralité et alcalin peut renfermer des quantités significatives de métaux et de métalloïdes.

Le but principal de la gestion des déchets en matière de géochimie doit être autant que possible de contrebalancer les réactions produisant de l'acidité et des métaux en solution aqueuse. Le meilleur moyen pour ceci est de limiter l'exposition des déchets à l'eau et à l'air. Lorsque les déchets doivent rester provisoirement en surface avant leur stockage final, la prévention du début d'un DMA est d'une importance critique. Outre la minimisation de l'exposition à l'eau et à l'atmosphère, il est recommandé de former et d'associer la main-d'œuvre à la reconnaissance des toutes premières manifestations du DMA. Une remédiation rapide au DMA est importante et permet d'éviter une acidification excessive avant que la remédiation ne devienne difficilement applicable ou d'un coût prohibitif.

Indépendamment de l'acidification, l'altération atmosphérique des déchets minéralisés est bénéfique dans la réduction de la libération de métaux en solution. Le moyen le plus efficace de restreindre l'exposition de déchets réactifs à l'oxygène est de les déposer de façon permanente sous l'eau et ceci est efficace en raison des quantités limitées d'oxygène dissous dans l'eau. Une couverture aqueuse est toutefois viable uniquement lorsqu'il est possible d'assurer un volume d'eau disponible de manière permanente.

Des informations supplémentaires sur la caractérisation et la mise en place de matériaux se trouvent dans les manuels sur les meilleures pratiques *La réhabilitation minière (Mine rehabilitation)* (DIIS 2016c) et *La prévention du drainage acide et métallifère (Preventing acid and metalliferous drainage)* (DIIS 2016d).

4.3 Les modelés de relief issus de l'ingénierie de conception et de construction

Les reliefs de déchets miniers sont les restes physiques les plus évidents des activités minières. Reflétant ceci, ils sont un élément important dans la réhabilitation, la fermeture et la rétrocession. Ils doivent donc être sûrs, stables, correctement végétalisés et poser le minimum de risques environnementaux permanents. Historiquement, le point d'attention clé pour la conception était de minimiser les coûts de transport ; dans de nombreux cas, la conception et la construction des reliefs faisaient appel uniquement à une considération limitée d'exigences de fermeture et, au mieux, elles se basaient sur les technologies qui étaient connues à l'époque.

La mise en place finale des déchets miniers dans des modelés de relief construits, qui soient stables à la fois au point de vue physique et chimique sur le long terme, devrait intervenir dès que cela est pratiquement possible, et être suivie d'une réhabilitation progressive partout où elle est viable. Les éléments clés d'une conception réussie de relief comprennent :

- la caractérisation complète des propriétés des sols, des morts-terrains et des déchets de traitement de minéraux afin de déterminer leur érodabilité potentielle, leur capacité à permettre la croissance des végétaux et leur potentiel de présenter des impacts défavorables sur la qualité de l'eau,
- la ségrégation et la mise en place de ces matériaux afin d'assurer la création d'un milieu favorable à la croissance des plantes et à la protection des ressources en eau,
- l'incorporation de la gestion des eaux de surface dans la conception.

Les déchets demandant une encapsulation vont se rencontrer plus probablement en profondeur, et la nature des mines à ciel ouvert impose qu'ils soient extraits vers la fin de l'exploitation. Une compréhension détaillée du calendrier minier et des décharges associées permettra à travers la planification, la conception de reliefs et le suivi de la construction d'assurer l'encapsulation et les autres mises en place sélectives de sols et de matériaux de déchets. Des audits formels devraient évaluer la mise en place des matériaux de déchets, l'évolution des reliefs et la réhabilitation par rapport au plan ; ils devraient également comprendre des réactualisations d'informations sur les types et les volumes de déchets à mesure que l'exploitation progresse.

Un objectif clé de la planification de reliefs est de placer les matériaux de déchets au bon endroit, au bon moment afin de protéger l'environnement et l'utilisation des terres à long terme et au moindre coût. Dans la plupart des situations, établir des écosystèmes durables pour la période après l'exploitation minière nécessite la conservation et la remise en place des sols sur les zones exploitées. La ségrégation et la mise en place sélective de couches de morts-terrains servent à enfouir des matériaux qui sont nuisibles aux plantes ou qui peuvent contaminer l'eau ; on préserve ainsi les matériaux pouvant être utilisés dans le programme de réhabilitation.

De faibles résultats dans la construction de reliefs se traduisent par :

- une érosion excessive ayant le potentiel de compromettre l'intégrité des couches de couverture et pouvant résulter en mouvements de sédiments dans le milieu environnant ;
- une mauvaise installation de la végétation à cause des propriétés défavorables des matériaux ;
- un faible développement de la végétation à cause d'une capacité de rétention d'eau insuffisante, d'une carence en éléments nutritifs ou d'une toxicité chimique ;
- des problèmes à long terme, tel qu'un drainage profond à travers un matériel stocké hostile.

La pente de la surface des modelés, la nature du sol et des matériaux de déchets de la mine affectent directement les objectifs critiques à long terme tels que la résistance à l'érosion, l'intégrité de l'encapsulation de déchets hostiles, la capacité à recevoir et à stocker les eaux des précipitations, et la capacité à assurer la croissance des plantes. La remédiation de reliefs existants afin de corriger des problèmes causés par la mise en place non appropriée de déchets miniers peut être extrêmement coûteuse.

Des stériles minéralisés sont souvent incorporés à la surface externe de pentes de talus dans le but de réduire l'érosion potentielle et de permettre à une exploitation de construire des pentes relativement longues et hautes sans bermes. Une autre option pour réduire sensiblement le potentiel d'érosion consiste à créer des profils concaves de pentes.

La gestion des eaux de ruissellement sur les reliefs de déchets construits est vitale pour minimiser le flot d'eau concentré et érosif. Un autre élément critique est l'absolue prise en compte des fortes pluies par les conceptions de modelés de relief. En général, l'érosion de reliefs construits sur les sites miniers se produit par ravinement après défaillance des structures de contrôle des eaux. Les raisons pour de telles défaillances portent sur l'inadéquation des constructions, l'érosion des tunnels et des débordements dus au dépôt de sédiments. Dans les zones arides où la végétation est trop clairsemée pour protéger la surface du sol, les taux d'érosion sur les pentes peuvent rester élevés. Dans ces situations, le profil des talus extérieurs comprenant des bermes (qui sont

rarement durables) peut nécessiter une maintenance régulière (désiltage) aussi longtemps que dure l'érosion afin d'éviter que la sédimentation ne provoque des débordements et du ravinement.

Le fonctionnement efficace des modelés et la satisfaction des critères d'achèvement exigent de façon critique une stabilité géotechnique, une résistance à l'érosion, une gestion appropriée avec élimination des eaux en excès provenant d'orages, stockage d'infiltrations potentielles minimisant les impacts de drainage profond et préservation de l'humidité disponible dans le sol pour la végétation.

S'il n'est pas nécessaire que l'eau soit exclue de la masse du relief, la conception de la couche de surface peut se concentrer sur la facilitation d'infiltrations, sur les exigences de la végétation en ce qui concerne l'humidité du sol et sur la gestion de l'érosion. Si l'eau doit être exclue, il faudra prendre en compte plusieurs facteurs, comme la configuration des pentes, la gestion du ruissellement, la capacité des matériaux de surface à recevoir et à stocker des chutes de pluie, l'évaporation et la transpiration par la végétation, et les circuits préférentiels d'écoulement.

Il est possible de mettre au point une conception des reliefs minimisant les coûts d'exploitation et de fermeture en posant également le moins de risques pour le milieu environnant. Les stratégies faisant appel à une approche par blocs modèles pour la construction de reliefs sont un outil puissant pour la fermeture des mines, car elles créent une interface pratique pour que les contraintes environnementales se combinent à l'ingénierie et à l'économie minière, et qu'elles les influencent.

4.4 Les rejets miniers

La Commission nationale australienne sur les barrages de grande taille adopte une position particulièrement ferme sur la planification des installations de stockage de résidus en ce qui concerne la gestion des risques.

L'objectif de la planification est de veiller à un engagement envers une gestion appropriée des risques au cours de toutes les phases du cycle de vie d'un barrage à rejets, dont sa conception, sa construction, son exploitation, son déclassement, sa réhabilitation, son suivi continu et sur une période étendue de l'après-fermeture (ANCOLD 2012).

Les installations de stockage de résidus (TSF) sont conçues pour être stables d'un point de vue géotechnique et sûres durant l'exploitation, et pour que leur stabilité augmente après la fermeture de la mine. Cependant, dans ce contexte, les résidus sont reconnus comme étant l'un des matériaux les plus facilement mobilisés persistants après une exploitation minière. Une pollution peut être provoquée depuis les retenues d'eau et à travers de nombreux mécanismes, comme les poussières en suspension dans l'air, sous des formes liquides ou semi-liquides ; elles peuvent aussi être des matières en suspension et dissoutes dans l'eau (Envec 2005).

Les problèmes associés à la fermeture des TSF sont souvent complexes. Ils demandent une compréhension précise de la nature physique, biogéochimique et géochimique des résidus spécifiques et des installations où ils sont stockés. L'identification des problèmes et des risques potentiels au début de la LoM peut permettre d'orienter la planification de la fermeture vers une conception et une conclusion particulières.

Les exploitants respectant les meilleures pratiques de planification des TSF doivent :

- prendre en considération la fermeture des installations dès le début du développement d'un projet qu'ils « conçoivent en gardant la fermeture présente à l'esprit » ;
- envisager de façon générale tous les aspects de l'évacuation des résidus par rapport à de nombreuses variables dans l'environnement de l'exploitation ;
- procéder à des consultations élargies et appropriées avant de choisir la technique d'évacuation des résidus et l'emplacement, le type et la conception des TSF, de manière cohérente avec l'exploitation des installations jusqu'à leur fermeture définitive ;

- mettre au point des méthodes d'évacuation des résidus, de gestion de cette élimination, d'audits annuels et de gestion proactive d'installations afin de fournir un manuel d'opération ainsi que des procédures d'intervention d'urgence ;
- mettre au point et maintenir un plan de déclassement des installations de stockage des résidus, lequel incorpore une vision claire de la conception des modèles finaux et des objectifs d'utilisation des terres. Ce plan et son applicabilité sont régulièrement examinés.

Les TSF peuvent évoluer sur un certain nombre d'années pendant une exploitation, et varier par rapport au plan original à mesure que l'exploitant et les concepteurs l'ajustent pour optimiser le processus dynamique économique et fonctionnel de la mine et d'élimination de ses résidus. Étant donné les changements dans les sources de minerai, la teneur de ces minerais et le plan minier, pouvant provoquer des changements dans la géochimie des résidus, il est impératif de poursuivre la caractérisation des résidus et des matériaux de couverture tout au long de la vie de la mine.

Il faut que l'exploitant fournisse une méthodologie pour ce processus d'analyse de la conception où les contraintes opérationnelles sont nécessairement identifiées et incorporées dans les procédures opérationnelles. Un but principal devrait être d'exploiter les TSF en vue de réussir la fermeture et de permettre l'utilisation qui a été prévue après la fermeture (Bennett and Lacy 2012).

D'après l'ANCOLD (2012), la planification de la fermeture et de la réhabilitation devrait veiller à ce que la zone de décharge des résidus soit laissée dans un état tel qu'elle permettra de :

- maintenir un impact de niveau acceptable sur l'environnement,
- être stable d'un point de vue structurel,
- résister aux détériorations causées par l'érosion ou le délabrement,
- être compatible avec le relief non exploité avoisinant,
- être compatible d'un point de vue fonctionnel avec l'utilisation convenue pour les terres de l'après-mine.

L'expérience montre que le déclassement est plus efficace s'il est approché de façon systématique par une équipe de personnes hautement expérimentées et spécialisées dans des disciplines scientifiques appropriées afin de faciliter une fermeture efficace, planifiée et durable (Lacy and Barnes 2006).

En raison de la complexité des installations de stockage des résidus, les autorités de contrôle recommandent que chacune d'entre elles soit l'objet d'un plan conceptuel de déclassement unique. Ce plan présente une évaluation détaillée de la situation actuelle des installations et de tous travaux supplémentaires d'ingénierie proposés dans le cadre de leur fermeture définitive et de leur réhabilitation. Il faudra au minimum recourir à des spécialistes de l'ingénierie, de la géotechnique et de l'environnement ; des hydrologues (eaux superficielles et souterraines) et des géochimistes afin de fournir un plan de déclassement conceptuel, complet et adéquat.

Les installations de stockage des résidus sont souvent à l'origine de risques significatifs pour l'après-fermeture et deviennent alors un héritage négatif. Toutefois, la technologie d'élimination des résidus ne cesse d'évoluer : ainsi, on note des progrès dans l'épaississement des stériles en vue d'une meilleure utilisation de l'espace au sein des TSF, l'utilisation efficace des eaux et la stabilité à long terme des barrages de résidus et des résidus réhabilités (Jewel 2005).

La fermeture des installations de stockage, le déclassement et la réhabilitation des stériles sont plus amplement abordés dans le manuel des meilleures pratiques *La gestion des stériles (Tailings management)*.

L'Annexe 3 de ce manuel dresse la liste des questions, des conséquences et des options en rapport avec les impacts des installations de stockage de résidus.

Étude de cas : la décharge de résidus, la réhabilitation, la fermeture et la complétion d'une mine de bauxite en Australie-Occidentale

La mise en tas secs est rentable pour Alcoa

Alcoa World Alumina Australia produit actuellement 7,3 millions de tonnes d'alumine par an dans ses affineries de Kwinana, Pinjarra et Wagerup en Australie-Occidentale. Les affineries utilisent de la bauxite extraite à proximité de la Darling Range. Ce minerai est de faible teneur par rapport aux normes mondiales, car deux tonnes de résidus sont produites pour chaque tonne d'alumine extraite.

Le stockage de ces résidus soulève plusieurs défis environnementaux majeurs. Les affineries sont situées à proximité d'agglomérations majeures, et elles sont adjacentes à certaines des terres les plus fertiles de l'État ; les volumes de déchets produits sont très importants ; l'alcalinité des déchets a le potentiel d'affecter des eaux superficielles et souterraines précieuses.

En raison d'un certain nombre de raisons liées à l'environnement et aux procédés, le stockage « humide » de résidus de faible densité dans de grands réservoirs n'était pas la technique préférée pour le stockage futur de ces résidus.

Au début des années 1980, des travaux de développement de techniques alternatives ont débuté. En 1985, les affineries d'Alcoa en Australie-Occidentale ont adopté le « stockage sec ». Le stockage sec fait appel à un superépaisseur de large diamètre pour assécher les résidus fins, ceux-ci étant ensuite épandus en couches dans les zones de stockage pour être déshydratés par une combinaison de drainage et de séchage par évaporation. Grâce à l'utilisation d'une fraction grossière des résidus pour la construction de couches de drainage et de digues de périmètres en aval, la zone de stockage peut être construite comme un empilement progressif ; ceci évite la nécessité de construire des digues de périmètres de pleine hauteur et permet la mise en tas continue dans des zones qui étaient précédemment des réservoirs « humides ».

Le labour de routine des boues avec du matériel mécanique a reçu le nom d'« agriculture boueuse ». Elle permet d'obtenir une densité maximum qui permet le développement de tas secs avec des talus externes maximum : une force minimale de 25 kPa est obtenue, ce qui permet le maintien d'une pente externe de 6 : 1. L'efficacité du stockage est ainsi maximisée.

Cette agriculture boueuse minimise également le potentiel de génération de poussières, ce qui est important vu que les affineries sont situées à proximité de zones habitées. Le labour superficiel expose la surface humide, enfouit les carbonates et assure à la surface une rugosité qui empêchera le soulèvement de poussières une fois que les résidus auront séché.

La mise en tas secs de résidus de bauxite est à présent complètement opérationnelle sur les trois affineries d'Alcoa en Australie-Occidentale. Un certain nombre de techniques opérationnelles a été mis au point afin d'optimiser les processus de distribution et de séchage, et elles sont désormais devenues des pratiques standard. Il sera ainsi possible de percevoir à ce niveau les avantages procurés par des risques écologiques réduits et des coûts globaux de stockage plus faibles.



Utilisation d'un boteur D6 dans un marais afin d'augmenter le taux de séchage

Source : DRET (2011).

4.5 Aspects radiologiques

Les aspects radiologiques sont envisagés non seulement pour les mines d'uranium et de thorium, mais également pour toute opération apparentée à l'exploitation minière et impliquant des matériaux naturellement radioactifs comme les phosphates, les sables minéralisés, les exploitations de terres rares et les installations de pétrole et gaz.

Si l'on considère les aspects radiologiques de la fermeture d'une mine ou d'une usine de traitement de minéraux, il faut avant tout déterminer si le site doit être fermé de façon temporaire ou définitive, et si les travaux de fermeture représentent une « action planifiée » ou une « action existante » telle qu'elles sont définies par les normes internationales. Les réponses à ces questions aideront à établir des garanties pour l'adoption de normes de remédiation, et il en est de même pour la sélection d'une utilisation des terres dans l'après-mine.

Une fois déterminés, les objectifs d'utilisation des terres et les normes appropriées pour la situation d'après-fermeture peuvent être incorporés dans le plan de fermeture du site. Indépendamment de toute classification du site comme « action planifiée » ou comme « situation existante », il est important de comprendre que les exigences de protection radiologique pour la main-d'œuvre accomplissant les travaux de remédiation seront les mêmes que pour tout employé disposant d'une classification radiologique différente au sein d'une « action planifiée ».

Des conseils sur l'évaluation des risques radiologiques et les normes à utiliser au cours des travaux de remédiation et à terminer à l'achèvement sont disponibles dans des documents publiés par l'Agence australienne pour la protection radiologique et la sûreté nucléaire (ARPANSA 2005) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA 2002).

Un plan de gestion des radiations complétant le plan de fermeture doit être préparé pour la fermeture ; il devra comporter un programme de suivi et de surveillance permanents à mettre en place une fois que la fermeture aura été réalisée de manière satisfaisante. Le plan doit être approuvé par les autorités administratives. Il devra

comprendre les points finaux radiologiques à atteindre en matière de taux de doses et énoncer comment démontrer la conformité aux limites réglementaires peut être démontrée.

Les meilleures pratiques de gestion des aspects radiologiques associés à un site dépassent la simple gestion des risques opérationnels. Elles doivent veiller à ce que des objectifs pertinents ainsi que des normes d'après-fermeture soient identifiés et intégrés dès les premiers stades du plan de fermeture. Ceci devrait garantir que tous les stades de l'exploitation minière sont intégrés, avec pour finalité l'aboutissement à un résultat approuvé et acceptable après la fermeture et la rétrocession finale.

4.6 Gestion des eaux

L'eau est virtuellement intégrée toutes les activités minières. Elle est le milieu primaire typique de transport des polluants dans l'environnement. La consommation d'eau par les activités minières peut également être une source sérieuse de préoccupation pour les communautés, en particulier dans les zones qui en dépendent pour l'agriculture ou d'autres activités fortement consommatrices d'eau. Par conséquent, une bonne gestion de l'eau est fondamentale pour la totalité des activités minières : le fait de reconnaître l'eau comme un bien ayant une valeur sociale, culturelle, écologique et économique représente toute la différence entre l'exploitation à perte et l'exploitation en réalisant des profits.

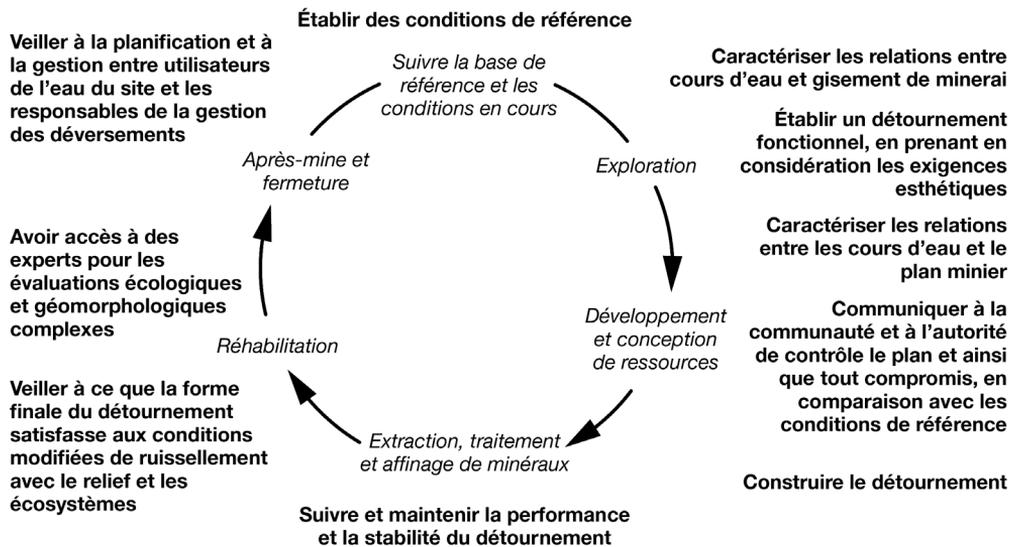
Il est essentiel d'effectuer des recherches extensives durant les phases de faisabilité, de planification et de conception afin d'identifier, de déterminer et si possible de quantifier :

- une évaluation d'une base de référence initiale pour l'analyse comparative de ressources en eau sur une exploitation,
- les impacts des prélèvements ou des détournements d'eau sur les ressources locales et leurs utilisateurs,
- les exigences pour l'approbation des gouvernements et la réglementation,
- la conception de systèmes d'alimentation en eau, de stockage et de traitement,
- les volumes pour le rabattement des poussières et la décharge issue de l'assèchement,
- la nécessité éventuelle de plans de gestion des eaux spécifiques pour certaines zones individuelles de l'exploitation,
- l'élimination des eaux usées,
- la gestion sur site des eaux de ruissellement,
- les impacts qualitatifs et quantitatifs à long terme sur les ressources en eau avoisinantes après la fermeture,
- les attentes de la communauté au cours de l'exploitation et après la fermeture, avec une communication sur ce qu'il sera possible de satisfaire et l'enregistrement du processus.

Les activités minières provoquent des modifications permanentes du paysage, pouvant altérer ses fonctions hydrologiques. Ceci peut avoir des conséquences significatives à long terme pour le milieu environnant après la fermeture.

Pour pouvoir accéder aux ressources minérales dans les exploitations minières de surface, il est quelquefois nécessaire pendant le stade de développement de détourner un ruisseau ou une rivière autour des travaux. Les bonnes pratiques de conception des détournements des cours d'eau réduiront la durée et les coûts associés au processus d'approbation. Les activités principales devant être entreprises pour planifier et mettre en œuvre un détournement lors des divers stades de la durée de vie d'une exploitation sont représentées à la figure 6.

Figure 6 : problèmes significatifs dans la conception et la gestion d'un détournement de cours d'eau au cours de la vie d'une exploitation



Les détournements sont semblables aux structures de drainage, dans la mesure où leur but fonctionnel est de diriger l'écoulement vers la périphérie et à l'écart de l'exploitation d'une manière sûre, prévisible et efficace. Les cours d'eau naturels sont dynamiques (ils sont sujets à des crues et à l'instabilité des chenaux) alors que les détournements doivent être stables, doivent contenir les écoulements et ne doivent pas, dans une limite acceptable, affecter les niveaux de crue ; il est préférable que la diversion n'agisse pas comme une barrière physique s'opposant à la migration des organismes aquatiques.

Il est tout aussi important que les caractéristiques de l'évacuation des eaux superficielles n'endommagent pas l'intégrité des modelés éventuellement restants après la fermeture. Un accord doit être conclu avec les interlocuteurs clés sur la capacité de la société à rétablir ou à gérer, lorsque c'est possible au moment de la fermeture, les structures de drainage de surface afin de conserver la cohérence avec la fonction régionale de drainage.

Lors du processus de fermeture de la mine de charbon de New Wallsend près de Newcastle en Nouvelle-Galles du Sud, l'un des défis techniques majeurs a exigé des techniques novatrices, dont le rétablissement d'une section de 500 mètres sur la Maryland Creek (voir l'étude de cas).

Étude de cas : projet de fermeture de la mine de New Wallsend — le rétablissement du ruisseau de Maryland (Maryland Creek)

Les activités minières ont cessé le 24 décembre 2002 dans la mine de New Wallsend, à Newcastle en Nouvelle-Galles du Sud. La mine appartenait à la Newcastle Wallsend Coal Company, filiale à 100 % d'Oakbridge Pty Limited. Ayant acheté la majorité des actions d'Oakbridge en mars 2000, Xstrata Coal Pty Limited a pris l'engagement d'entreprendre la réhabilitation du site, sans pourtant avoir extrait la moindre tonne de charbon. Xstrata a fusionné avec l'opérateur suisse de marché Glencore Group en mai 2013.

Travaux de fermeture : le rétablissement du Maryland Creek

La fermeture a nécessité le recours à des techniques novatrices, dont le rétablissement d'un tronçon de 500 mètres du Maryland Creek. Le ruisseau était à l'origine canalisé à travers le site afin d'alimenter les installations supplémentaires de tas de stockage de charbon.



Les préparations pour le rétablissement du Maryland Creek.

Dans le cadre de la reconstruction du lit du cours d'eau, une plaine inondable avec un chenal sinueux de faible débit incorporé en son centre a été créée. Le tracé du ruisseau a pris en compte la nature du chenal en amont pour inclure la construction d'un bassin similaire avec une suite de rapides ainsi qu'une structure ripicole. Xstrata a dépassé la conformité en disposant des matériaux inertes de couche de forme par-dessus l'excavation dans la rivière afin d'éviter l'exposition de matériaux potentiellement instables (déchets de charbon) situés à l'endroit où le ruisseau a été rétabli.



Reconstruction sur l'alignement du ruisseau.

Le projet représentait un changement par rapport aux travaux traditionnels de construction et de détournement de cours d'eau généralement appliqués par l'industrie minière. La conception a été élaborée en consultation avec les agences concernées de réglementation et elle repose sur la réplique de processus naturels afin de garantir la stabilité sur le long terme. La végétation ripicole est devenue capable de s'autorégénérer, et très peu de travaux de maintenance (réparation de l'érosion) ont été nécessaires depuis la fermeture.

Signification du projet

Le rétablissement du Maryland Creek prend une place significative pour l'ensemble du succès du projet de fermeture de la mine de New Wallsend. En 2006, le projet a reçu le prix d'excellence environnementale du Conseil sur les minéraux de Nouvelle-Galles du Sud (NSW Minerals Council) et en mai 2007, Xstrata Coal a reçu l'autorisation de commencer la rétrocession de la concession, laquelle était à deux ans de l'achèvement des activités de fermeture.



Fermeture de la mine de New Wallsend : avant (à gauche) et après (à droite).

Source : DRET (2008 : 76).

La gestion efficace des eaux souterraines est également un élément critique à prendre en compte au cours des phases de planification, d'exploitation et de fermeture minières. La connaissance des bases de référence de l'environnement des eaux souterraines est essentielle pour qu'une planification minière efficace permette d'identifier les besoins en assèchement, d'assurer l'alimentation en eau pour la construction et l'exploitation de la mine, et de percevoir les exigences pour la protection d'aquifères et la fermeture.

Les études d'évaluation des eaux souterraines demandent en général la mise en place d'un réseau de suivi au début du cycle minier. Un modèle conceptuel de site peut être élaboré grâce à la collecte de données et d'informations. Ceci aidera à comprendre l'écoulement des eaux souterraines, la qualité de l'eau et des paramètres hydrauliques de l'aquifère, comme la conductivité hydraulique et le coefficient d'emmagasinement, ceci facilitant l'élaboration de modèles pour les eaux souterraines du site là où l'on en a besoin.

Les modèles conceptuels et numériques pour les eaux souterraines peuvent servir à évaluer les apports dans une fosse ou une cavité, à déterminer les trajets potentiels de contaminants ou tout simplement à déterminer l'emplacement et la disponibilité de sources d'eau. Les évaluations et les études de modélisation des eaux souterraines peuvent s'avérer être un outil de planification rentable pour tous les stades du cycle des activités minières.

Le suivi, l'audit et l'examen des eaux superficielles et souterraines à travers toutes les phases d'un cycle de mine sont tous des éléments critiques de la fermeture ; ces processus renforcent la capacité de développer et de respecter ce qui a été convenu et ciblé pour les critères d'achèvement.

5.0 L'ÉLABORATION D'UN PLAN DE FERMETURE

MESSAGES CLÉS

- Un plan de fermeture de mine doit refléter des normes et des principes d'entreprise, des directives réglementaires, et fournir une base convenable pour l'estimation du coût de la fermeture.
- Ce plan doit comprendre une description des activités qui ont été planifiées pour la fermeture du site. Il devrait également contenir les objectifs et les critères à la base de l'évaluation des options proposées pour la fermeture, et indiquer ce à quoi la compagnie s'engage pour réaliser cette fermeture.
- Les données écologiques provenant d'études de base de référence effectuées au cours des phases d'exploration, de faisabilité, de planification et de conception sont nécessaires pour identifier les potentiels problèmes environnementaux ; elles facilitent également le processus de prise de décision tout au long de l'activité minière et lors de sa fermeture.
- Après une évaluation efficace des risques et des opportunités de fermeture, un plan de fermeture de mine peut servir à maîtriser les risques selon un niveau acceptable.
- Les critères d'achèvement peuvent être définis comme des objectifs de performance de réhabilitation ; ils devraient idéalement être rédigés pendant la phase de planification minière en consultation avec les parties prenantes et en accord avec ces dernières. Ces critères devraient être revus régulièrement.
- Les recherches continues sur le terrain, les programmes et les examens de suivi sont essentiels durant la planification et lors des changements clés dans le plan d'exécution des opérations.
- L'application des meilleures pratiques et des principes de développement durable pendant le stade de faisabilité est capitale pour faire preuve de compétence, pour réaliser la valeur potentielle des ressources et pour établir la confiance entre les communautés et les pouvoirs publics.
- Le plan de fermeture devient un plan de mise en service lorsque l'exploration ne parvient pas à définir d'autres réserves viables et mesurables ; les gestionnaires de la mine sont alors en mesure de fixer une date probable de fermeture.

Un plan de fermeture de mine doit refléter des normes et principes d'entreprise, ainsi que des directives réglementaires, et fournir une base convenable pour estimer le coût de fermeture. Ce plan doit aussi comprendre une description des activités planifiées pour la fermeture du site. Il doit également inclure les objectifs et les critères à la base de l'évaluation des options proposées pour la fermeture de l'identification des indicateurs clés de performance.

Les objectifs d'un plan de fermeture de mine consistent à :

- permettre à toutes les parties prenantes de voir leurs intérêts pris en compte lors de la fermeture de la mine et d'aboutir à un accord sur l'utilisation des terres de l'après-mine,
- veiller à ce que le processus de fermeture soit réalisé de façon méthodique, rentable et en temps voulu,
- veiller à ce que le coût de la fermeture soit représenté de façon adéquate dans les comptes de la société et à ce qu'aucune obligation de réparer ne soit laissée à la communauté,
- assurer la clarté de la reddition de comptes et une disponibilité adéquate des ressources nécessaires à l'exécution du plan,
- établir un ensemble d'indicateurs qui feront la preuve d'une fermeture menée à bonne fin,
- permettre à la société de répondre aux critères convenus d'achèvement à la satisfaction de l'autorité de contrôle.

Un plan de fermeture de mine est un document dynamique qui doit refléter un niveau de détail correspondant au stade de développement du projet minier. Les plans de fermeture évoluent tout au long de la vie des mines. Ils doivent apporter davantage de détails à mesure que la mine se rapproche du déclassement et de la fermeture. Pour que la crédibilité et l'acceptation de la collectivité soient maintenues, il est impératif que les informations contenues dans le plan de fermeture de la mine soient précises et pertinentes.

5.1 Rassembler des données de base de référence environnementale

Les données écologiques provenant des études de base de référence réalisées pendant les phases d'exploration, de faisabilité, de planification et de conception sont nécessaires pour :

- identifier les éventuelles questions environnementales à gérer à travers le processus de fermeture de la mine,
- établir les conditions initiales de base de référence pour les programmes de suivi de fermeture, comprenant l'identification des sites de contrôle et de référence,
- étudier et définir les valeurs environnementales correspondantes,
- faciliter la prise de décision tout au long de la durée de service et dans la fermeture,
- établir des objectifs de fermeture et des critères d'achèvement qui puissent être atteints et mesurés.

Une base de données géospatiale, par exemple un système d'information géographique (SIG), est utile dès le début pour la collecte de données, car la totalité des sites étudiés peut être enregistrée de façon précise et toutes les informations rassemblées peuvent être liées à cette base de données géospatiale. De cette manière, les mises à jour et l'accès aux connaissances sont facilités tout au long de la LoM.

Il faudrait considérer la collecte des données comme un minimum nécessaire pour toute opération concernant les facteurs environnementaux ci-après. Il ne s'agit pas seulement de faciliter la planification de la fermeture, mais également d'identifier les éléments qui devront être suivis ou étudiés davantage au cours de la LoM :

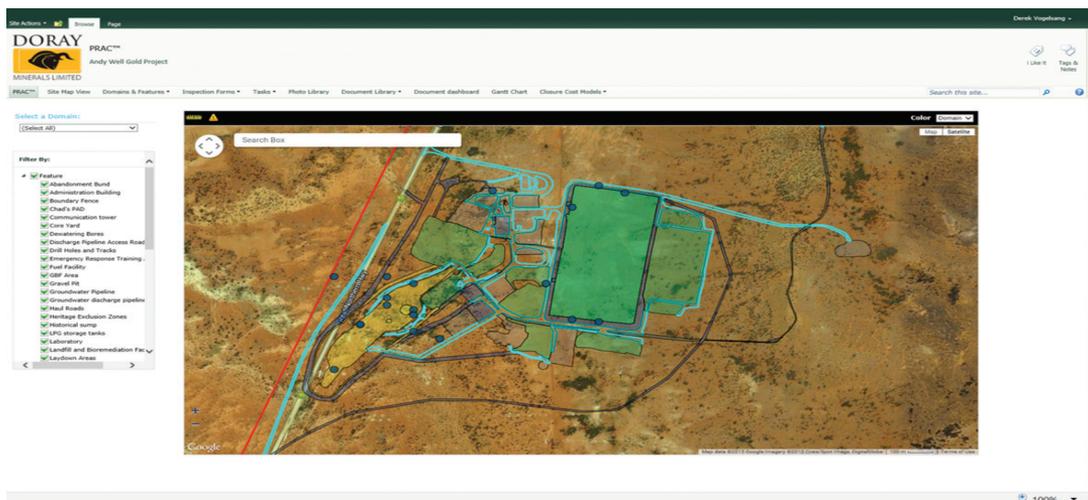
- les conditions climatiques,
- la topographie, la géologie, la pédologie,
- l'hydrologie de surface, l'hydrogéologie, la végétation,
- la faune,
- la faune souterraine,
- les ressources biologiques (banque de semences des terres végétales),
- les ressources socioéconomiques, dont le patrimoine culturel.

La collecte d'un ensemble de données de base de référence permet à l'exploitant d'établir un contexte régional pour les impacts potentiels de l'exploitation. Il est important que la collecte de données environnementales se poursuive pour faire en sorte que la base de données couvre les variations spatio-temporelles observées dans la nature. Grâce à ces données, l'exploitation sera en mesure d'incorporer des variations naturelles dans l'établissement des critères d'achèvement. Les effets cumulatifs devraient également être évalués et signalés.

Les informations sur les conditions socioéconomiques sont nécessaires pour assurer que la planification de la fermeture pour l'environnement biophysique prenne en compte la communauté locale, ses caractéristiques actuelles et probablement futures, ainsi que les utilisations actuelles et futures des terres.

5.2 Développer une base de connaissances pour les domaines et les caractéristiques

Dans le but de faciliter une planification effective de fermeture de mine, l'exploitation devrait être divisée en un certain nombre de domaines physiquement distincts, selon le concept élaboré en 1988 à la mine de Red Dome (McCarthy et al. 1998). Les domaines comprennent des caractéristiques présentant des exigences semblables de réhabilitation et de fermeture. Par exemple, des installations de retenue d'eau comportant des éléments tels que bassins d'eau de procédé, des barrages en anneau (« turkey's nest »), des bassins d'évaporation, lesquels devraient avoir des rôles semblables lors de la fermeture et du déclassement. Les photos qui suivent montrent les domaines et les caractéristiques soulignés dans la mine de Doray Minerals Andy Well dans le cadre du système de gestion de la fermeture hébergé sur le web « La réhabilitation et la fermeture progressives » (Progressive Rehabilitation and Closure, PRAC™). Une vue sur la mine d'Andy Well présente les domaines selon un code de couleurs.



Domaines et caractéristiques soulignées dans la mine de Doray Minerals Andy Well dans le cadre du système de gestion de fermeture hébergé sur le Web Progressive Rehabilitation and Closure (PRAC™).



Vue de la mine d'Andy Well avec les domaines selon un code de couleurs.

Une base de connaissances détaillée, développée pour chaque particularité fournit un résumé complet pour chaque domaine. La base de connaissances doit permettre de saisir la situation actuelle d'une caractéristique particulière en incorporant l'historique et des informations techniques telles que les données de conception, les rapports de construction, les manuels d'opération et les rapports de spécialistes, en plus de tous les renseignements disponibles sur la réhabilitation et les données de suivi.

Un développement permanent de la base de connaissances pour chaque caractéristique permet d'utiliser le plan de fermeture de la mine comme un outil de gestion efficace. Par exemple, un inventaire des déchets de la mine précisant le détail des volumes et des caractéristiques des matériaux rejetés et générés en cours d'exploitation sera saisi dans la base de connaissances. Un tel inventaire permet aux planificateurs de la mine d'évaluer la disponibilité des matériaux pouvant être utilisés comme ressources pour la réhabilitation, et il permet à un exploitant de prendre des décisions en toute connaissance de cause pendant la LoM à propos de la planification de la fermeture : ils peuvent en effet examiner l'érodabilité potentielle des matériaux de déchets miniers et leur capacité à être utilisés comme milieu de réhabilitation de surface ou proche de la surface.

Une fois la base de connaissances détaillée et documentée, une analyse des lacunes peut être entreprise. Des travaux de recherches, d'enquêtes et d'essais sont mis au point afin de combler les lacunes dans les connaissances. L'identification précoce de ces lacunes aide à orienter les recherches et les programmes de développement nécessaires à la démonstration de l'efficacité de stratégies de réhabilitation qui n'ont pas été prouvées. Au fur et à mesure, de plus en plus de détails sont disponibles dans la base de connaissances mise à jour, les lacunes peuvent être progressivement résorbées. De manière idéale, la mise en place des déchets de tous types à l'intérieur des reliefs construits à cet effet devrait être planifiée et enregistrée ; la base de connaissances permet d'identifier ce qui a été fait. Un exemple de tâche de recherche et d'enquête, dans un cas où des déchets encapsulés ont un potentiel acidifiant, métallifère ou les deux, pourrait être de développer une base de données géologiques et géochimiques montrant les conditions initiales de référence et les risques de DMA.

Le risque associé aux lacunes dans les connaissances doit également être vérifié. Ce risque provoque une réflexion au sein de l'évaluation des risques liés à la fermeture, ceux-ci faisant l'objet de mesures de contrôles en vue de leur atténuation. Un registre des risques aidera l'équipe de planification de la fermeture à comprendre la probabilité des risques pour cette fermeture. Il pourra servir en parallèle avec un système d'enregistrement et de gestion de données conservant la trace de la situation des problématiques associées à la fermeture.

Étude de cas : la fermeture prématurée d'une mine où sont présentes des valeurs de la biodiversité, de l'environnement et de la culture

La mine d'or de Timbarra se trouve à 30 km à l'est de Tenterfield en Nouvelle-Galles du Sud. Ross Mining a entrepris le développement de la mine en mai 1998 en tant que petite opération de lixiviation en tas (86 hectares), mais elle a été fermée prématurément six mois plus tard, après avoir produit 15 000 onces.

Cette mine s'est attiré une opposition sans précédent de la part d'ONG et de groupes anti-miniers dès le début en raison de la perturbation créée par l'exploitation sur le bassin versant supérieur d'un affluent de la rivière Clarence. Plusieurs procès ont été intentés à l'encontre de la société devant les tribunaux de Nouvelle-Galles du Sud entre 1998 et 2001.

La planification de la fermeture de la mine a débuté à la fin de l'an 2000 lorsque Delta Gold (l'opérateur) a décidé de suivre un processus d'engagement sur la réhabilitation de la mine, facilité de façon indépendante avec diverses parties prenantes, dont les opposants au projet.

En 2001, deux réunions ont été arrangées sur le site, au cours desquelles les parties intéressées ont pu exprimer leur indignation sur des cas historiques à Timbarra. Elles ont entre autres fait état de profanations de sites de haute valeur environnementale et culturelle. Des études scientifiques antérieures et leur processus d'approbation ont également suscité de sérieuses préoccupations quant à leur adéquation.

Afin de parer à l'attente que la compagnie puisse contrôler les réunions, le facilitateur invité était un opposant au projet et porte-parole du Centre d'information de la forêt tropicale de Lismore (Lismore Rainforest Information Centre). Le processus d'identification des parties prenantes et la consultation initiale se sont conclus par la création d'un groupe de consultation sur la fermeture de Timbarra (Timbarra Closure Focus Group - TCFG) dont le but était de faciliter, de communiquer les attentes et processus souhaités de réhabilitation pour la fermeture de mine. La représentation au TCFG rassemblait les autorités gouvernementales, les ONG, les propriétaires fonciers, les communautés aborigènes, ainsi que d'autres parties concernées et la société elle-même. Le CSIRO a été invité à fournir un examen indépendant par les pairs, sur les propositions de réhabilitation du site, et à écouter les préoccupations des parties prenantes.

Le TCFG a soulevé un certain nombre de questions techniques demandant à être résolues de façon à pouvoir être traitées et comprises dans le plan de fermeture. Les études entreprises pour venir soutenir le plan comprenaient :

- la conception d'un bassin à carex afin de réduire les concentrations en nitrates (posant une menace pour les grenouilles) drainant depuis les plates-formes de lixiviation en tas reprofilées,
- la création d'un nouvel habitat pour des espèces rares et menacées de la faune,
- la mise en place d'abris pour les chauves-souris et les oiseaux afin d'améliorer leur habitat.

Les conclusions de ces études ont servi à planifier les concepts initiaux de réhabilitation, dont des propositions de modèles de relief et les objectifs de revégétalisation. Le TCFG a procédé en 2002 à un examen critique des concepts. Une version préliminaire du plan de fermeture de la mine a été remise à tous les membres du TCFG avant d'être finalisée puis présentée au public. Les suggestions soumises par le public ont été examinées, négociées, et un avenant a été élaboré pour être ajouté au plan. Ceci a été approuvé en novembre 2002 par le ministre chargé à l'époque des Ressources minières de Nouvelle-Galles du Sud. Le plan a servi de guide pour les travaux de réhabilitation, lesquels ont été achevés en septembre 2003, pour un coût de 2,6 millions de dollars.

Le processus de consultation de 2001 a eu pour effet une réconciliation entre les divers groupes en conflit. Le nouveau propriétaire de la mine, avec son approche différente des relations avec les communautés, a joué un rôle déterminant dans tout ceci. Le TCFG a pu passer d'un stade de conflit à celui d'une résolution et de partenariat afin d'aboutir à une fermeture raisonnée de la mine. Les leçons étaient claires :

- Les points de vue de la communauté et des parties prenantes sont essentiels dans la planification de la fermeture des mines et elles devraient être suivies à travers des processus formels tels que des groupes de consultation communautaire sur la fermeture
- Il est important d'écouter les points de vue des protagonistes et de traiter chaque question.
- Dans de nombreuses situations, la prise en compte des considérations des groupes environnementaux peut avoir pour résultat des mines mieux gérées, posant moins de risques pour l'environnement.
- La connaissance collective peut aider à résoudre les problèmes ou à examiner des préoccupations communes.
- Faire appel à un facilitateur.
- L'engagement (et l'allocation de ressources) dans la résolution de conflit vaut mieux qu'éviter le conflit.



Le bassin reconstruit en zone humide, dans la mine d'or de Timbarra.

Barrick Gold a acquis la mine en 2006 et a poursuivi le programme de réhabilitation et de fermeture. Barrick a procédé en 2013 à une rétrocession réussie, après avoir été capable de démontrer que le site satisfaisait à tous les critères de rétrocession de la concession minière.

Source : Manuel sur l'achèvement et la fermeture de mines (Mine closure and completion handbook) (2006)

5.3 Évaluer les risques résiduels

De façon idéale, le plan de fermeture réduit les risques de fermeture à un niveau acceptable ; cependant, il restera toujours des risques résiduels ou des incertitudes exigeant une évaluation et une gestion complémentaires : la réussite ou l'échec de l'option choisie, la prévision de coûts, le risque d'événements de type séisme, cyclone ou des pluies anormalement fortes. Par exemple, un procédé particulier de traitement des eaux ou une certaine conception des modelés peuvent avoir été choisis afin de contrôler les risques.

Une fois le contrôle mis au point (plan de fermeture), il restera tout de même un risque résiduel que ce système de traitement des eaux dans ce plan soit défaillant et qu'il exige la mise en place de mesures additionnelles. Une défaillance pourrait être due à des changements de nature chimique, des dégâts causés par un tremblement de terre, ou de nouvelles réglementations imposant des limites plus strictes pour les déversements. Même dans les cas de faible gravité et de risque résiduel peu probable, il vaut mieux effectuer une analyse selon une perspective de gestion des risques sur le long terme. Un plan de fermeture basé sur les risques identifie et évalue les risques résiduels, et les résultats sont inclus dans la méthodologie d'évaluation des coûts.

Après l'évaluation des risques et des opportunités associés à la fermeture, un plan de fermeture (qui doit accomplir les objectifs ayant été définis pour cette fermeture) peut être défini pour contrôler les risques à un niveau acceptable et maximiser les opportunités stratégiques.

5.4 Définir des objectifs et critères d'achèvement de la fermeture

Les objectifs de fermeture doivent établir des buts à long terme pour les résultats de fermeture. Ces objectifs devraient reposer sur l'utilisation proposée pour les terres après l'exploitation minière et être aussi spécifiques que possible afin de fournir aux pouvoirs publics et à la collectivité une indication claire sur ce que la société s'engage à réaliser lors de la fermeture.

Les objectifs de fermeture peuvent être structurés de plusieurs manières. Certains sites ou certaines sociétés recommandent des objectifs de haut niveau pour l'ensemble du plan de fermeture, ainsi que des objectifs et des critères d'achèvement bien plus détaillés pour les zones réhabilitées. La structure choisie pour les objectifs de fermeture devrait être adaptée sur mesure aux risques majeurs correspondant à la fermeture de ce site.

L'activité minière est uniquement une utilisation temporaire des terres ; il faut donc définir un objectif clair de réhabilitation, cohérent avec l'utilisation prévue pour le futur de cette zone. La plupart des agences de réglementation australiennes définissent quatre objectifs généraux de réhabilitation :

- la sécurité pour les êtres humains, le bétail, la flore et la faune,
- l'absence de pollution,
- la stabilité,
- la capacité de soutenir une utilisation convenue des terres après la fin des activités minières.

Ils doivent être considérés comme étant des objectifs minimaux. Des objectifs de réhabilitation plus spécifiques devront être définis pour chaque utilisation de terres sur chaque site.

Les pouvoirs publics cherchent eux aussi à ce que les réhabilitations soient réussies pour ne pas hériter de passifs interminables. Ces responsabilités ne devront pas être transférées aux propriétaires fonciers privés, ni à un utilisateur ultérieur dans le cas de terrains publics. Les critères d'achèvement devraient de façon idéale être rédigés pendant la phase de planification minière en consultation avec les parties prenantes critiques, puis réexaminés régulièrement à mesure que sont effectués la recherche, le suivi et la réhabilitation progressive. La capacité de spécifier les critères d'achèvement dépend de la quantité et de la qualité des données environnementales rassemblées à ce moment-là.

Les critères d'achèvement peuvent se définir comme étant des objectifs de performance de la réhabilitation. Ils représentent des étapes importantes au sein des processus biophysiques de réhabilitation fournissant un haut degré de confiance dans le fait que le site minier réhabilité de mine finira par atteindre l'état de durabilité souhaité (c'est-à-dire l'objectif de réhabilitation). Les critères d'achèvement sont des indicateurs de succès pour une réhabilitation et ils permettent à l'exploitant de déterminer le moment où cesse sa responsabilité vis-à-vis de la zone.

La première étape dans la définition de critères d'achèvement est de définir des principes directeurs pour permettre l'élaboration de critères plus spécifiques pour un site. Ces principes de développement de critères d'achèvement doivent :

- être « SMART » (Spécifiques, Mesurables, Accessibles, Réalistes, à Temps, de l'anglais : *Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Timely*) ;
- reposer sur des résultats et s'accorder avec l'utilisation finale des terres ;
- être flexibles pour s'adapter aux changements de situation ;
- évoluer au fur et à mesure avec la LoM ;
- inclure des indicateurs écologiques appropriés pour démontrer que les tendances de réhabilitation sont positives ;
- subir une revue périodique ;
- incorporer une approche avec des mesures qualifiant dans le détail comment les critères seront atteints.

Les critères d'achèvement doivent être spécifiques en fonction des circonstances (sociales, environnementales, économiques, particulières au site). Par exemple, des critères élaborés pour répondre à un objectif de réhabilitation d'un modelé de relief sont déterminés en utilisant la connaissance des caractéristiques des déchets, et l'on sélectionne des analogues appropriés en se basant sur les types de sols.

Les critères mesurables évoluent avec l'évolution de la LoM. Ils sont à l'origine qualitatifs, mais ils deviennent quantitatifs à travers un processus d'apprentissage adaptatif suite à des recherches ciblées et des analyses de données. La société doit faire la démonstration que sa réhabilitation précoce et progressive est adéquate et solide, et que la société a compris ce qui peut être accompli. Il est essentiel que le suivi des critères puisse faire la preuve de la réalisation des objectifs de fermeture.

La deuxième étape est de définir les catégories temporelles sous lesquelles chaque principe de critère d'achèvement devrait être évalué. Les catégories temporelles définies pourraient par exemple être :

- le développement et l'extraction,
- la planification et les terrassements,
- l'installation de la végétation (réhabilitation de 0 à 2 ans),
- le suivi et la fermeture (réhabilitation de plus de 2 ans).

Alors qu'il est important de répondre aux exigences du régulateur de l'état fédéral, qui signera en définitive l'approbation des zones de réhabilitation par rapport aux critères d'achèvement, d'autres parties prenantes devraient être prises en considération dans le développement de critères d'achèvement spécifiques pour le site (par exemple propriétaires fonciers voisins, administrations locales et ONG). L'identification des parties prenantes concernées et l'obtention de leur accord sur les critères de complétion pour la réhabilitation d'un site spécifique sont des étapes importantes dans la planification de la fermeture d'une mine.

La réhabilitation peut être considérée comme réussie lorsqu'il est possible de gérer le site selon l'utilisation des terres définie pour l'après-mine, et sans que des apports supplémentaires de gestion pour d'autres terres de la même zone ne soient nécessaires pour un but semblable.

5.5 Spécifier le régime de suivi et les indicateurs de performance

L'analyse des succès et des échecs des réhabilitations, des fermetures et des complétions de mines est fondamentale dans la mesure où les meilleures pratiques doivent être définies de façon précise et démontrées. En l'absence d'un examen indépendant et rigoureux, les mêmes erreurs se répètent sans cesse, et pourtant la documentation des connaissances sur ces succès et ces échecs (éventuellement dans des publications examinées par les pairs) devrait permettre aux nouvelles générations du personnel minier d'éviter de devoir réapprendre ce que l'on sait déjà.

Les programmes de suivi qui s'étalent au-delà de la réhabilitation doivent être établis de manière à évaluer les performances en temps réel et les performances historiques. Ils peuvent être mis en pratique pendant toutes les phases d'exploitation. Ils possèdent toutefois une valeur considérable lorsqu'une modification majeure est planifiée pour un projet ou un point clé d'un plan de production d'une exploitation (comme un report de la date de démarrage, une extension ou une réduction de la production, ou la suspension des opérations), car ils apportent la preuve qu'une réhabilitation progressive et efficace accompagne la mise en place des activités en cours pour la fermeture.

Les programmes typiques de suivi d'un programme de fermeture d'une mine comprennent :

- le suivi de base de référence au début de la LoM afin de définir les valeurs devant être protégées ou rétablies, y compris lors de l'identification ou de l'établissement de zones non exploitées de référence lors de l'étape de cartographie et de prospection avant le début de l'exploitation minière ;
- la compréhension, le suivi et l'enregistrement de la totalité des impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation ;
- la documentation des opérations de réhabilitation visant à confirmer que les procédures convenues ont été appliquées et à aider l'interprétation des résultats ultérieurs du suivi de réhabilitation ;
- l'évaluation des données de suivi précoce à partir de la recherche et des essais de terrain réalisés au cours de la réhabilitation progressive, afin de déterminer les meilleures techniques, d'identifier les problèmes et de trouver des solutions.

Le suivi au cours de la première année de réhabilitation permet d'évaluer le succès de l'établissement initial. Ceci conduit au suivi sur le long terme, qui se poursuit dans l'après-fermeture. Il fait habituellement appel aux mêmes techniques que celles utilisées au départ pendant les années consécutives à la réhabilitation pour évaluer les progrès vers l'accomplissement d'objectifs de fermeture et de critères d'achèvement. Le suivi sur le long terme permet également d'établir si l'écosystème de réhabilitation pourra faire preuve de durabilité sur le long terme.

Si un suivi de post-rétrocession est requis, il faudra décider qui sera responsable, de la portée de ce suivi et des besoins en informations des parties prenantes. La responsabilité du suivi de la rétrocession post-concession minière doit être déterminée dans le cadre du plan de fermeture.

Le programme de suivi doit prendre en considération les aspects pratiques du suivi, les coûts, la sécurité et, si possible, reposer sur des techniques ayant fait leurs preuves et étant largement acceptées. Un bon programme recherchera des opportunités d'impliquer la communauté locale, notamment les peuples autochtones. Cette approche permet de fournir des emplois et saisit la connaissance locale sur des sujets tels que l'environnement, la biodiversité et les questions culturelles.

Le programme de suivi devrait être planifié et documenté de manière à rester très simple dans son processus d'ajustement à l'occasion de modifications dans l'exploitation. Une caractéristique clé est la mesure de variables et d'indicateurs de performances pour l'identification de modifications potentielles des processus. Pour veiller à ce que le programme reste adapté à son propos et permette la mesure des impacts, il faut une revue rigoureuse des données rassemblées par ce programme de surveillance, effectuée selon des intervalles appropriés.

5.6 Effectuer des recherches et des essais

Dans la plupart des cas, lorsqu'un plan de fermeture des mines est établi, les informations peuvent se révéler insuffisantes pour développer une méthodologie claire applicable à la réalisation d'objectifs de fermeture. L'industrie s'est livrée à de nombreuses expériences et essais mal conçus et ne disposant pas des ressources nécessaires ; ces expériences et essais ont conduit à un faible retour d'information au niveau de la masse globale de connaissances sur les fermetures de mines, alors que des essais et des recherches de qualité auraient pu fournir aux sociétés de multiples avantages nets.

Pour obtenir des résultats de recherche de haute qualité, les points suivants devraient être pris en compte au cours du stade de planification :

- Déterminer si la recherche doit être effectuée par des expériences ou par des essais.
- Évaluer le but et les problèmes à étudier dans le détail : comprendre les hypothèses nulles, les frontières et les limites du projet, éviter l'introduction d'un trop grand nombre de variables, et effectuer des répétitions de manière appropriée.
- Comprendre clairement la « valeur » potentielle devant être glanée à partir du projet.
- Quantifier et évaluer l'ampleur des pertes économiques si le projet échoue à cause de l'insuffisance d'un concept, d'un investissement ou d'un processus.
- Décider si le travail devra être « fortement justifiable », publiable ou ni l'un ni l'autre.
- Évaluer comment les hypothèses doivent être testées sur le plan statistique ou si le projet doit être évalué.
- Planifier de manière adéquate, et fournir les ressources appropriées : ressources scientifiques, financements, cadres temporels réalistes et élaboration de rapports.

Parmi les exemples de lacunes liées à connaissance spécifique de sites et qui peuvent exiger une étude complémentaire se trouvent :

- l'établissement ou le perfectionnement d'inventaires des sols et des matériaux de déchets (avec les détails concernant les volumes et les caractéristiques des matériaux),
- la conception de reliefs de déchets (susceptibles de changer pendant la LoM),
- la conception de TSF et de couvertures de reliefs de déchets (essais et évaluations),
- les paramètres des pentes construites pour les reliefs de déchets (configurations des pentes et matériaux de surface),
- l'écologie des adventices et les essais de processus de gestion,
- la recherche sur les espèces récalcitrantes,
- les évaluations d'altération atmosphérique géochimique à l'échelle du terrain,

- la gestion des eaux de surface et l'étude de l'érosion,
- les essais de revégétalisation dans les zones perturbées, les reliefs de déchets et les installations de résidus,
- la reconstruction d'habitats pour la faune, la flore et le paysage (par exemple détournements de rivières ou de ruisseaux).

Dans ces situations, une expertise de spécialistes est souvent requise pour élaborer une évaluation convenable ou un programme de recherche pour résoudre les lacunes dans les connaissances et satisfaire aux objectifs de fermeture à long terme. Des essais de recherche in situ, établis pour évaluer diverses options sous des conditions à l'échelle du terrain, sont souvent la meilleure manière d'identifier la réhabilitation la plus appropriée et les protocoles de fermeture de mines. Les informations dérivant de recherches sur le terrain peuvent fréquemment être utilisées pour accroître des informations existantes ou pour consolider des résultats de modélisation.

Dans de nombreux cas, les conditions climatiques influencent fortement les résultats de la recherche, en particulier au niveau des enquêtes sur le terrain. Les essais sur le terrain devraient être évalués sur une période appropriée pour l'environnement de la mine afin de saisir les informations sous une gamme de conditions climatiques. Des pluies intenses ou au contraire des conditions plus sèches que d'ordinaire offrent l'occasion de mettre rigoureusement à l'épreuve des paramètres de conception de recherche.

L'établissement de programmes de recherche, leur suivi et leur modification peuvent prendre plusieurs années avant que des résultats acceptables ne soient atteints. Il est impératif que les investigations nécessaires soient établies bien avant que la mine ne ferme ; ainsi la connaissance acquise pourra être incorporée à la conception finale de réhabilitation et dans le plan de fermeture de mine.

Étude de cas : les relations communautaires et la fermeture d'une mine en Indonésie

En 2001, un partenariat a été établi entre Kelian Equatorial Mining (KEM), les communautés du Kutai Occidental et le gouvernement indonésien en vue de la négociation et de l'accord tous les aspects de la mise hors service et de la renonciation de la mine de Kelian. Ce partenariat est intervenu au cours d'une période d'agitation civile, dans un pays soumis à une immense évolution sociale et politique, et sans aucune législation pour guider le processus. Les résultats du partenariat ont non seulement illustré les meilleures pratiques pour les fermetures des mines ailleurs dans le monde, mais ils ont aussi orienté le développement d'une législation sur les fermetures en Indonésie.

Contexte

KEM était une mine d'or de taille moyenne, produisant environ 400 000 onces par an. Elle a fonctionné pendant 13 années, de 1992 à 2005. Approximativement 2000 membres des communautés locales (pour la plupart des mineurs d'alluvions) ont été relocalisés (certains par la force) vers une ville voisine, Tutung, avant la construction de la mine. Pendant les pics de production, la mine a fait appel à environ 2500 employés et sous-traitants, dont 5 % de main-d'œuvre expatriée venant essentiellement d'Australie. Les options d'utilisation des terres après la mine, les activités de maintenance continue et les dispositions de gouvernance ont été définies à travers des consultations associant le gouvernement, la collectivité et les représentants de la mine qui étaient sous la direction d'un comité de pilotage pour la fermeture de la mine et de quatre groupes de travail pendant trois ans.

Une charte détaillée établissant les rôles et les responsabilités des membres du comité a été négociée et acceptée avant que les discussions techniques ne prennent place. La charte comprenait également des mécanismes permettant d'atteindre des accords et de résoudre les conflits.

Les résultats de la fermeture

Minimiser les impacts permanents des déversements de roches acides, en particulier avec le manganèse, dans les bassins versants avoisinants aura été le moteur clé pour la sélection d'options d'utilisation des terres après la fin de l'activité minière pour les zones de stockage de déchets acides dans des fosses simples et les zones de barrage pour rejets. Une zone humide construite sur 20 hectares fournit un système de traitement passif pour les décharges dans les fosses, et permet au niveau du manganèse de répondre à des normes convenues pour les déversements (2 mg/l) et la qualité de l'eau ambiante (0,5 mg/l) respectivement aux points de déversement et dans la rivière de Kelian.

Les zones ne pouvant pas être réhabilitées avec des arbres (au total 829 hectares) ont été compensées grâce à la réhabilitation d'autres zones de superficie équivalente. D'autres zones perturbées (376 hectares) ne contenant pas de matériaux potentiellement acidifiants ont pu être réhabilitées grâce à la plantation d'arbres, de buissons et de lianes indigènes, dont 10 % d'arbres fruitiers locaux. Ces zones de réhabilitation autorisent la présence d'une gamme d'activités conformément à la législation sur la protection des forêts, notamment :

- la récolte de produits non ligneux : fruits, miel, bambou, rotin,
- les activités éducatives : la recherche et les visites de terrain,
- l'aquaculture et la pêche,
- l'écotourisme : par exemple, l'observation d'oiseaux, les randonnées en forêt, la natation.

Au cours de l'exploitation de la mine, un centre de formation d'agriculteurs a été établi dans un village à environ 30 minutes du site minier. Le centre offrait une assistance technique hors site, un hébergement sur site, ainsi qu'une formation pour les agriculteurs locaux et les employés cherchant à améliorer leurs compétences et leurs pratiques agricoles. Depuis la fermeture de la mine, le centre a été converti en établissement secondaire agricole avec internat. À l'heure actuelle, plus de 100 élèves des villages alentour suivent un enseignement de trois années supérieures reconnu à l'échelle nationale.

Un fonds fiduciaire de 13,4 millions de dollars USD pour une dotation post-fermeture de la mine a été établi dans un compte « offshore » à l'étranger à Singapour ; il génère environ 600 000 dollars USD par an. Ce fonds est utilisé pour subvenir au suivi continu et à la maintenance des structures pérennes associées à la mine pour la protection des forêts, ainsi qu'à une assistance administrative et organisationnelle permanente pour l'établissement agricole. L'intention est que le fonds opère à perpétuité, en accord avec les accords et les dispositions de gouvernance négociés par le comité de pilotage de fermeture de la mine.



Réhabilitation des décharges de déchets dans la mine d'or de Kelian.

Source : DRET (2011).

5.7 Examiner les stratégies et les plans de fermeture

Tout au long de la vie d'une mine, des stratégies et des plans de fermeture demandent à être régulièrement révisés pour veiller à ce qu'ils soient appropriés, qu'ils prennent en compte les problèmes majeurs de la fermeture et qu'ils demeurent alignés sur les attentes de la communauté et sur les exigences réglementaires. Pour assurer des résultats optimaux, l'engagement de la communauté et des autres parties concernées est fondamental lors de la planification de la fermeture de la mine. Ces révisions sont l'occasion idéale de s'engager auprès des parties prenantes.

Le plan de fermeture est un document clé de référence : il démontre en effet aux comptables et aux auditeurs la philosophie et les stratégies devant être adoptées en cas de fermeture de la mine. Le niveau de détail devrait refléter la complexité et la maturité du site.

Chaque projet minier est différent, ainsi que chaque communauté ; aussi, les recherches doivent traiter les lacunes dans les connaissances et aboutir au développement de solutions novatrices aux problèmes rencontrés. Grâce au retour d'information provenant des essais et du suivi, les renseignements recueillis au fil des recherches liées aux principes de suivi des meilleures pratiques sont un élément essentiel de la boucle d'amélioration continue.

Les audits servent à évaluer la conformité par rapport aux exigences réglementaires, aux normes de la société ou aux autres systèmes et procédures adoptés. Ils aident l'industrie à démontrer ses performances auprès de ses interlocuteurs, ce qui encourage l'amélioration continue.

Chaque révision est une occasion de rassembler des informations sur le projet, de mettre à jour la base de connaissances, de mettre en pratique cette connaissance améliorée et de relever tout changement qui serait intervenu depuis la révision précédente. Elle fournit également l'opportunité de vérifier le contenu et les résultats du plan de fermeture, à savoir :

- risques associés à la fermeture : vérifier que les risques de fermeture ont été correctement identifiés et hiérarchisés ;
- résultats de la fermeture :
 - minimiser la probabilité de conséquences négatives dues à la fermeture,
 - maximiser les avantages positifs dus à la fermeture,
 - minimiser la probabilité de ne pas atteindre les objectifs de la fermeture,
 - maximiser la probabilité de saisir les opportunités de bénéfices durables ;
- critères d'achèvement : revoir les critères et les faire passer progressivement de qualitatifs à quantitatifs ;
- engagement des parties prenantes : une opportunité de le réintroduire.

Le plan de fermeture devrait à tout moment se trouver face aux planificateurs et aux décideurs de la mine pour chaque décision à prendre ; il doit donc être précis et pertinent pour maintenir la crédibilité et l'acceptation. Pour que le plan de fermeture reflète le plan en cours de la mine, un examen est effectué trois fois par an pendant la phase d'exploitation : ceci est considéré comme une pratique judicieuse (la fréquence est souvent réduite à mesure que l'on se rapproche de la fermeture de la mine). Les autorités de contrôle peuvent également demander à ce que le plan de fermeture de la mine soit mis à jour lorsqu'un changement significatif de la LoM est envisagé. Selon les phases d'exploitation évoquées au Chapitre 3, un collationnement, une revue et une mise à jour sont recommandés pour la stratégie et le plan de fermeture à chacune des étapes suivantes de la LoM.

5.7.1 Étude de faisabilité

L'attitude de l'exploitant au stade de faisabilité est déterminante pour la maximisation de la valeur de la participation future. Si l'exploitant ne parvient pas à établir et à conserver la confiance des communautés et des pouvoirs publics, la valeur potentielle de la ressource ne va probablement pas se manifester. L'application des meilleures pratiques et du développement durable est capitale pour faire preuve de compétence et pour établir la confiance. L'échec à ce point peut aboutir à :

- un accès limité à la ressource (moins de profit potentiel),
- des délais dans les approbations et permis (davantage de coûts),
- des approbations refusées.

Il faudrait qu'à ce stade des informations et les données supplémentaires soient disponibles pour permettre la réalisation d'études de faisabilité. Ces informations permettront la définition d'une stratégie de fermeture, d'une base de connaissances et d'une identification des lacunes dans ces connaissances pour chaque particularité. Cela aura pour effet l'élaboration d'un plan de fermeture avec la capacité de procéder à des décisions éclairées au cours de l'étude de faisabilité assurant que les impacts à long terme sur les résultats de la fermeture soient compris et inclus.

Le plan de fermeture élaboré au cours de la phase de faisabilité se doit de rester un « document vivant » à mesure que la mine progresse, avec des révisions régulières, des mises à jour reposant sur de nouvelles technologies, des apports provenant des parties prenantes, des conditions changeantes dans l'exploitation et les attentes de la communauté.

5.7.2 Planification et conception d'un projet

Les informations rassemblées afin de préparer l'étude d'impact environnemental permettront une révision plus précoce de l'évaluation des risques associés à la fermeture. Elles faciliteront la définition des objectifs de fermeture, des critères d'achèvement, des indicateurs de performance et des engagements. La phase de planification et de développement du projet représente une période critique lorsque des changements ayant le potentiel de modifier l'ensemble du projet surviennent rapidement.

5.7.3 Construction et mise en service d'un projet

La construction d'un projet est une phase dynamique, car les changements et les variations apportés à la conception ont lieu en permanence pour permettre à cette construction d'avancer. À l'achèvement de la construction et de la mise en service, le plan de fermeture doit être réexaminé pour saisir tous les changements ayant eu lieu et noter la façon dont ces changements affectent les résultats de fermeture.

Pour être efficace, la revue doit reposer sur des informations et des données précises et représentatives. Une révision à ce stade permet typiquement de :

- confirmer que les matériaux ont correctement été mis en place,
- vérifier que les déversements et les drainages sont gérés et qu'ils ne contribueront pas à la pollution,
- confirmer que les procédés et les matériaux utilisés se comportent comme cela a été prévu et planifié,
- vérifier que les structures sont placées et construites comme cela a été planifié,
- confirmer que la terre végétale, les matériaux de croissance et les matériaux de construction pour la fermeture ont été mis de côté, qu'ils sont protégés contre les impacts ou contre une utilisation involontaire, qu'ils sont accessibles et qu'ils répondent aux exigences de la fermeture.

5.7.4 Exploitation

Tous les aspects opérationnels de la production devant affecter la fermeture devraient être suivis afin de veiller à ce que les normes opérationnelles et les résultats soient respectés et à ce que la fermeture ne soit pas compromise. Les influences opérationnelles, technologiques et économiques dirigent les changements au sein des mines, et la transforment en un environnement très dynamique et en évolution constante.

Toute altération importante apportée au plan d'exploitation minière ou au processus opératoire, avec en particulier les expansions (approfondissement de fosses, nouvelles carrières à ciel ouvert, modèles de déchets, les installations de stockage de déchets) devraient déclencher une révision du plan de fermeture et de l'évaluation des risques. Des révisions régulières de la base de connaissances, des lacunes dans ces connaissances et des risques associés pour chaque caractéristique permettent à l'exploitation de gérer de façon efficace la planification de fermeture ; ainsi, les responsabilités associées aux changements de statut ou de situation seront entièrement prises en compte au cours de la LoM. Dans la mesure où l'on s'engage à opérer une réhabilitation progressive, ces obligations seront réduites. De cette manière, l'attention se porte sur les obligations dès qu'il existe une opportunité pour les atténuer de façon concomitante et rentable pendant l'exploitation, plutôt qu'au moment de l'épuisement de la ressource ou d'une fermeture non planifiée.

Un examen des risques sous-jacents pour l'entreprise et sa fermeture devrait être effectué à l'occasion de chaque révision du plan afin de confirmer que la maîtrise des risques reste pertinente et que l'exposition aux risques n'a pas changé matériellement. Cela peut être effectué en suivant l'approche basée sur les risques abordée dans le chapitre 2.6.

La collecte de données appropriées et précises à travers les programmes de suivi est essentielle pour l'évaluation ou l'identification des risques émergents. Elle l'est également pour les évaluations d'impacts sur les résultats de la fermeture et pour des mises à jour potentielles des objectifs et des critères d'achèvement associés à la fermeture.

5.7.5 La planification de la préfermeture

À un certain point dans la vie de la mine, l'exploration ne sera plus capable de définir d'autres réserves viables et mesurables : la direction de la mine sera alors en mesure de fixer une date probable de fermeture. Au cours de cette phase, le plan de fermeture est avancé à un niveau de plan de déclassement. La totalité des aspects du plan de fermeture et qui sont seulement avancés se trouve activée, à savoir : les plans de modelés de relief individuels ; les plans de maintenance, de démolition ou de retrait des infrastructures ; la réhabilitation ; les obligations de sécurité et les obligations sociales ; la démobilisation du personnel et la rétention de personnes clés ; la consultation des parties concernées ; les comptes-rendus et les enregistrements ; la définition finale de la phase de gestion de l'après-fermeture. Le développement d'un plan de déclassement est abordé dans le détail au chapitre 7.

Étude de cas : Iluka Resources remet une mine de sables minéralisés à l'état de terres agricoles productives et de cours d'eau éphémères

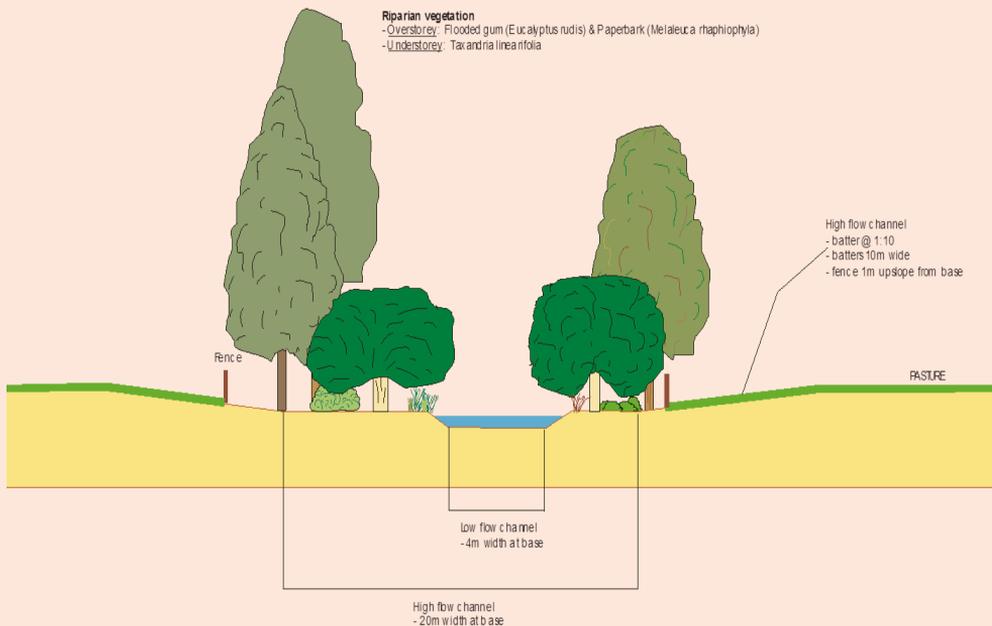
Entre 2004 et 2009, Iluka Resources Ltd a exploité le gisement de sables minéralisés de Yoganup près de Capel, dans le sud-ouest de l'Australie-Occidentale. Pendant la période d'exploitation de Yoganup, 12,9 millions de tonnes de minerai ont été extraites et 1,9 million de tonnes de concentrés de métaux lourds ont été produites à partir du site, qui était auparavant une terre de fermes laitières productives. Le site de la mine abritait également deux cours d'eau principaux, le Tiger Gully et la rivière Ludlow (Ludlow River). Avant que l'exploitation ne commence, les cours d'eau ont subi des modifications qui ont provoqué la découpe de méandres et l'approfondissement des chenaux, ce qui a conduit à des problèmes d'érosion. Une certaine frange de végétation était présente avant que l'exploitation ne commence dans la zone d'Iluka, mais la plus grande partie s'est fortement dégradée.



La rivière Ludlow avant l'implantation de la mine, montrant la végétation dégradée et le creusement du chenal.

Dans le cadre du plan de la mine, Iluka a développé un système de gestion pour l'évacuation des eaux superficielles afin de permettre une exploitation minière progressive à Yoganup et la reconstruction des deux cours d'eau.

Afin d'assurer la meilleure pratique dans ses opérations, Iluka a consulté 15 propriétaires fonciers, 10 voisins, les autorités locales, les pouvoirs publics locaux et fédéraux. Il a également été demandé conseil auprès des groupes d'intérêts locaux et environnementaux. Les discussions avec ces parties concernées ont eu pour résultat un accord sur des méthodes de remise en état des sols et de manutention des tas de stockage. Un plan résultant pour l'utilisation des terres agricoles a été établi et signé par les propriétaires fonciers.



Riparian Vegetation

Trees

Paperbark (*Melaleuca rhaphiophylla*)

Marri (*Corymbia calophylla*)

Flooded gum (*Eucalyptus rudis*)

Swamp sheoak (*Casuarina obesa*)

Shrubs:

Swamp peppermint (*Taxandria linearifolia*)

Peppermint (*Agonis flexuosa*)

Teatree (*Astartea fascicularis*)

Wirry wattle (*Acacia extensa*)

Prickly Moses (*Acacia pulchella*)

Swishbush (*Viminaria juncea*)

White myrtle (*Hypocalymma angustifolium*)

Sedges:

Pale rush (*Juncus pallidus*)

Jointleaf rush (*Juncus holoschoenus*)

Finger rush (*Juncus subsecundus*)

Knotted club rush (*Ficinia nodosa*)

Nodding club rush (*Isolepis cernua*)

Broad twig rush (*Baumea preissii*)

River twig rush (*Baumea riparia*)

Pithy sword sedge (*Lepidosperma longitudinale*)

Coupe transversale de la conception détaillée des travaux effectués pour améliorer les caractéristiques de la rivière en vue d'une valeur écologique améliorée, et liste des espèces indigènes utilisées pour le projet.

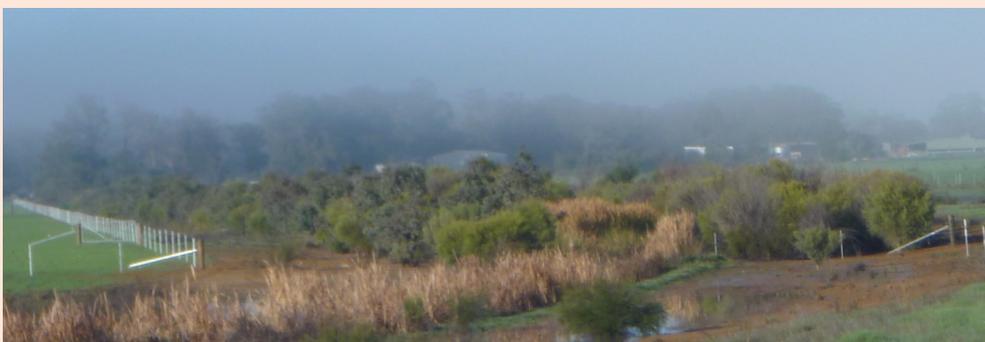
Source : Iluka Resources (2015).

Les cours d'eau reconstruits ont été conçus afin d'améliorer la diversité des espèces sur le site ; on les a clôturés pour les protéger du bétail, à l'inverse de ce qui existait avant l'implantation de la mine.



Le ruisseau reconstruit et stabilisé, montrant la réhabilitation du cours d'eau vers 2008.

Outre la reconstruction des cours d'eau, Iluka a mené un programme de plantation de végétation ripicole et d'une ceinture d'arbres, concentré sur des espèces qui pourraient assurer un habitat adéquat pour les oiseaux et la vie aquatique. Les activités de réhabilitation de la compagnie ont permis de rétablir une activité élevée de production laitière sur ces terres. Un agriculteur a converti 70 hectares de terres précédemment exploitées par la mine en système d'irrigation par pivot pour son élevage laitier.



Le ruisseau reconstruit et stabilisé, montrant la réhabilitation du cours d'eau vers 2014.

6.0 GARANTIE FINANCIÈRE, PROVISIONNEMENT ET OBLIGATIONS ENVIRONNEMENTALES

MESSAGES CLÉS

- Une reconnaissance précoce des coûts de fermeture des mines favorise la mise en place de stratégies améliorées d'exploitation en vue de planifier d'autres stratégies, pour l'atténuation. On peut ainsi anticiper sur une fermeture progressive et les activités de réhabilitation.
- Les processus d'estimation des coûts de fermeture réduisent le passif potentiel vis-à-vis de l'environnement, car ils garantissent l'investissement ; les décisions de développement et d'exploitation sont prises aujourd'hui avec la pleine conscience des impacts financiers potentiels de la future fermeture.
- Selon les principes du développement durable, il est attendu des sociétés minières qu'elles envisagent la planification de la fermeture des mines ainsi que les estimations des coûts associés sur l'ensemble de la LoM pour l'établissement de rapports financiers à des fins de provisionnement, pour l'établissement de comptes-rendus réglementaires en vue du cautionnement environnemental et pour la planification et la budgétisation à long terme de la LoM.
- En vue de la LoM ou de la planification de cet actif, les organisations préparent une estimation des coûts de fermeture servant à évaluer cet actif, leur plan d'affaires et leurs prévisions budgétaires.
- Une reconnaissance des coûts de fermeture de la mine favorise les stratégies d'exploitation améliorées en vue de planifier d'autres stratégies d'atténuation. On peut ainsi anticiper sur une fermeture progressive et sur les activités de remise en état.
- L'utilisation des principes de gestion des risques pour l'estimation des options et des coûts est une façon raisonnée de justifier des options de gestion et de sélectionner les options les plus durables réduisant les responsabilités environnementales à long terme.

Par le passé, la planification, l'évaluation des coûts et la mise en œuvre des fermetures étaient moins qu'acceptables. De nombreuses exploitations minières étant abandonnées par leurs propriétaires, les autorités de contrôle et les collectivités héritaient ainsi de la gestion et du nettoyage de la mine. Les faibles performances de l'industrie apportent aux ONG et aux autres groupes communautaires des arguments pour faire pression sur les pouvoirs publics pour qu'ils imposent aux sociétés minières de sérieux engagements de réhabilitation avant le développement de projets miniers ainsi que pendant leur exploitation.

Une reconnaissance précoce des coûts de fermeture favorise les stratégies d'exploitation améliorées en vue de planifier d'autres stratégies, pour l'atténuation. On peut ainsi anticiper sur une fermeture progressive et les activités de réhabilitation. La planification de la fermeture et la prise en compte des coûts de la fermeture tout au long de la LoM peuvent générer une valeur pour les actionnaires si les responsabilités de fermeture sur le long terme peuvent être réduites ou éliminées pendant l'exploitation.

Ce chapitre présente en détail trois processus pouvant être utilisés pour estimer les coûts de la fermeture. Ces processus réduisent la responsabilité environnementale potentielle, car ils assurent que les décisions d'investissement, de développement et d'exploitation sont prises aujourd'hui avec la pleine conscience des impacts financiers potentiels de la future fermeture.

6.1 Garanties financières et provisionnement

L'expérience de l'industrie a montré que les estimations des coûts de fermeture de la mine varient pendant la LoM et généralement ils augmentent significativement à mesure qu'une exploitation évolue vers sa maturité et sa fermeture. Ceci est essentiellement dû à l'empreinte croissante de la mine et son ampleur ; de plus, les activités qui seront nécessaires à la fermeture ne paraissent pas souvent évidentes pendant les activités normales, elles ne sont donc pas incluses dans les estimations des coûts de fermeture. Ceci peut se rapporter à un manque d'expérience du personnel d'exploitation sur les fermetures, et à des lacunes concernant la planification, la recherche et les données de lignes de base de référence.

Récemment, alors que l'industrie se concentre plutôt sur la préservation de son permis social d'opérer, on a assisté à une amélioration significative de la planification des fermetures et de leurs performances d'exécution. Une telle amélioration s'est trouvée a fortement été soutenue lors du développement par l'ICMM (2003) des Principes fondamentaux du rendement en matière de développement durable (Sustainable Development Framework and Principles - ICMM 2003) ainsi que le Cadre de valeurs durables pour le développement durable du Conseil australien sur les minerais (Enduring Value Framework for Sustainable Development, MCA 2004). De plus, les établissements d'états financiers aux termes des Normes internationales d'information financière (IFRS) ont permis une meilleure perception et une amélioration des performances de fermeture pour l'industrie.

D'après les principes de développement durable, il est attendu que les sociétés minières envisagent la planification de la fermeture des mines et les estimations des coûts associés sur l'ensemble de la LoM selon trois directions, en fonction de leur but : pour l'établissement de rapports financiers dans un but de provisionnement, pour l'établissement de comptes-rendus pour autorité de contrôle en vue de cautions environnementales et pour la planification et la budgétisation sur le long terme de la LoM.

6.1.1 Dispositions financières

Les obligations comptables de l'industrie englobent des dispositions financières pour la fermeture des mines ; elles s'alignent en général sur la divulgation publique afin de soutenir la comptabilité statutaire et les exigences de comptes-rendus telles que les définissent les IFRS.

Ceci s'appuie communément au minimum sur la responsabilité légale ou la conformité, et représente une estimation de valeur actuelle nette (VAN) des coûts de fermeture et de réhabilitation de l'empreinte actuelle de perturbation « sur le sol » et des coûts de déclassement des infrastructures de la mine au moment de l'établissement du rapport (habituellement annuel) sur le restant de la LoM.

Les estimations d'obligation de responsabilité financière sont requises pour se conformer légalement à la réglementation imposée par les principes comptables généralement reconnus de l'autorité compétente du pays dans lequel la société opère, ou à la liste des exigences applicables de la Commission des valeurs mobilières (SEC) du pays, ou aux deux. L'estimation est déposée auprès de la SEC compétente comme composante du rapport financier annuel de la société sous la rubrique « Autres passifs en cours », « Passif environnemental », « Passif pour réparation et remédiation » ou « Obligations liées au déclassement ». Elle est supposée représenter de manière précise une estimation comptable du passif de la fin de l'année « sur le sol », décompté de manière appropriée sur le restant de la LoM ou de la vie de l'actif. Les mouvements de trésorerie annuels servent à calculer la valeur actuelle nette (VAN) sur un poste unique du passif afin de communiquer par l'intermédiaire du rapport annuel cette information aux actionnaires actuels et potentiels de la société.

L'estimation des coûts des dispositions financières est généralement plus faible que le coût de fermeture de la LoM. La disponibilité de trésorerie estimée pour ces dispositions est ajustée selon l'indice des prix à la consommation et escomptée à un taux de remise avant impôt reflétant les évaluations actuelles du marché de la valeur de la monnaie, ainsi que les risques spécifiques du passif sur le restant de la LoM pour établir le montant de la provision du bilan de la VAN.

6.1.2 Garantie financière pour l'autorité de contrôle (cautions environnementales et prélèvements pour réhabilitation)

La garantie financière est une information obligatoire communiquée à l'autorité de réglementation pour la détermination du montant d'une garantie bancaire, du cautionnement d'assurance ou d'une somme en liquide, exigé au terme des obligations légales d'un projet. Ceci est en général calculé en fonction des conseils de l'autorité de réglementation en se basant souvent sur les taux d'une entreprise tierce pour la réalisation des travaux de fermeture correspondant à l'empreinte de la perturbation actuelle et au déclassement de l'infrastructure minière. Depuis peu, certains régulateurs (en Australie-Occidentale et dans le Territoire du Nord) demandent désormais un prélèvement dont le montant est basé sur le coût estimé pour fermer la mine, les fonds de ce prélèvement devant être affectés à la question de l'héritage de la réhabilitation et des sites miniers abandonnés dans l'État ou le Territoire.

L'estimation du coût de la garantie financière est très similaire au montant de l'estimation des dispositions financières ; cette valeur se calcule souvent sur la base des propres données de coûts de l'autorité de réglementation. Ces coûts, qui sont exclus de l'estimation des dispositions financières, sont également exclus de l'estimation de la garantie financière.

6.1.3 Estimations sur la fermeture de la durée de vie de la mine

Typiquement, en vue de la planification de la LoM (ou actif), les organisations préparent une estimation des coûts de fermeture servant à évaluer cet actif, leur plan d'affaires ainsi que leurs prévisions budgétaires. Il s'agit d'une estimation « au mieux » de la réhabilitation de l'empreinte de la perturbation « à la fin de la mine » et du déclassement de l'infrastructure minière. Cette empreinte finale est fréquemment plus étendue que ce que l'on attendait en raison du développement continu de la mine au cours de sa vie ; elle peut cependant être significativement réduite au cours de l'exploitation à travers un programme de réhabilitation progressive bien géré.

À mesure que la mine se rapproche de sa fermeture, une connaissance technique et environnementale sérieuse, détaillée, est incontournable : il faut veiller à cerner et prendre en compte la totalité des risques significatifs (et des coûts), et de même, il faut des décisions appropriées pour que le plan de fermeture de la mine soit appliqué de façon efficace. La valeur clé ajoutée durant le processus minier, et par suite dans l'analyse de rentabilisation d'une planification de fermeture précoce, continue et détaillée, provient de l'incorporation de décisions stratégiques de la planification de la fermeture et de la gestion environnementale dans la planification de l'exploitation minière. Ceci donne à la mine l'occasion de maximiser l'efficacité de ses ressources opérationnelles et de la manutention de ses matériaux. Ainsi, l'empreinte de perturbation est minimisée, et l'utilisation des eaux superficielles et profondes est faite de façon écoefficace.

La reconnaissance précoce des coûts de réhabilitation et de fermeture de la mine favorise des stratégies améliorées d'exploitation en vue de planifier d'autres stratégies, pour l'atténuation. On peut ainsi anticiper sur une fermeture progressive et sur les activités de remise en état. La planification de la fermeture et la prise en compte des coûts de la fermeture tout au long de la LoM peuvent générer une valeur pour les actionnaires si les responsabilités de fermeture sur le long terme peuvent être réduites ou éliminées pendant l'exploitation. Dans un processus de planification pour une fermeture bien établie, les décisions prises aujourd'hui pour l'investissement, le développement et l'exploitation reconnaissent pleinement les impacts financiers potentiels pour la fermeture dans le futur.

Les estimations des coûts de fermeture sont nécessaires pour divers objectifs internes et externes. Les aspects clés devant être considérés pour établir des estimations en vue de provisionnement, les garanties financières et la planification de LoM concernent :

- l'adéquation des risques de réhabilitation et de fermeture, des stratégies et des activités à chiffrer à l'intérieur des modèles et les questions associées aux différences entre les stratégies d'engagements, celles des obligations et des attentes de toutes les parties prenantes, et celles des politiques et des normes de la société ;
- l'adaptabilité et l'adéquation de ce que la société adopte pour ses techniques de modélisation des coûts, les

processus d'estimation de garanties financières et les dispositions pour fermeture ;

- la pertinence des investigations, des études et des techniques désignées, avec le matériel requis, pour les activités planifiées de réhabilitation ;
- l'adoption de coûts appropriés et d'entrées de productivité pour la stratégie retenue de réhabilitation, son équipement et les autres activités d'assistance (avec application des taux d'entreprises tierces) ;
- l'établissement d'unités discrètes de gestion de terres possédant des caractéristiques semblables du point de vue géophysique et de la gestion, dénommés domaines ou circonscriptions (en plus de ceux-ci, il existe des éléments d'activités sur la fermeture des mines ne se limitant pas à des domaines uniques : le suivi de l'après-fermeture, la gestion des eaux, la gestion du projet et la gestion des terres contaminées) ;
- la mobilisation et la démobilitation d'équipements, les marges des sous-traitants, les coûts de gestion, de la formation, des prospections, des commodités de support et des services.

Les variations dans la manière dont les estimations de responsabilité sont calculées

L'estimation du coût brut du « capital » de fermeture de la LoM sert essentiellement en interne pour la planification de la fermeture et de la budgétisation de la LoM. Cette estimation comprend les perturbations existantes et à venir d'après le plan minier actuel. Elle rassemble les responsabilités associées à toutes les obligations, légales et non légales, les coûts de gestion du projet, les coûts de suivi et de maintenance de l'après-fermeture. Elle repose sur des coûts d'entreprises tierces.

Estimation IFRS : l'estimation d'après les IFRS comprend uniquement la responsabilité figurant sur le bilan à la date de reddition des comptes (31 décembre ou 30 juin). Il vaut mieux estimer les dépenses requises pour réussir la fermeture du site et réhabiliter la perturbation existante, satisfaire à tous les objectifs et critères de fermeture ainsi que le demandent les objectifs de la politique, les obligations légales et les accords passés avec les parties prenantes. Cette estimation de coût est ensuite décomptée sur l'ensemble du plan de la LoM afin d'aboutir à une VAN de la provision figurant dans les comptes financiers annuels de la société soumis à la SEC. Elle devrait reposer sur des coûts d'entreprise tierce et exclure les coûts inclus dans l'estimation de la LoM (valeur de récupération pour l'usine et les équipements, coûts d'élimination d'inventaire, coûts socioéconomiques et réserve de prévoyance).

L'estimation de garantie financière (cautionnement de garantie) : il est demandé qu'elle soit déposée auprès de l'autorité de tutelle dans le cadre des exigences de permis de la concession minière. Le montant de la garantie financière à enregistrer est calculé conformément aux directives de l'autorité de contrôle correspondante, laquelle généralement (Slight and Lacy 2015) exige que cette évaluation :

- repose sur des travaux réalisés par des entreprises tierces (plutôt que les propriétaires miniers) ;
- comprenne les coûts de réhabilitation pour chaque type de perturbation pour chaque année du plan (les autorités de contrôle demandent habituellement une garantie pour la valeur maximum de la vie du plan) ;
- comprenne le coût d'une enquête sur site contaminé afin de vérifier que les conditions de permis ont été respectées ;
- comprenne les coûts de maintenance et de suivi sur une période suivant la fermeture.

De nombreuses autres activités et études doivent être réalisées pendant la phase d'exploitation d'une mine en vue de l'acquisition des connaissances, des données et des informations qui permettront d'étayer et de définir le plan de fermeture et les estimations des coûts ultérieurs de la fermeture de la LoM. Ces coûts devraient être exclus des estimations de coûts de la LoM, des dispositions financières et des garanties financières et ils doivent être inclus dans les budgets annuels d'exploitation. Ils devraient prendre en compte le personnel de planification de la fermeture et les coûts de fonctionnement associés à l'intérieur de l'organisation (au niveau à la fois de l'entreprise et du site), de même que les études techniques, scientifiques et d'ingénierie servant à établir le contexte et les exigences détaillées pour la fermeture.

Les essais scientifiques devraient être exclus de toutes les estimations de coûts de fermeture. Leurs coûts devront être inclus dans les budgets de fonctionnement pour des essais spécifiques visant à tester les stratégies proposées de fermeture pour les modèles de relief correspondants, comme les versants de stériles et les installations de stockage de résidus. À titre d'exemple, les essais sur les reliefs de déchets ou sur les couvertures de stériles devraient être classés comme des coûts de fonctionnement et ne pas être inclus dans la LoM, les dispositions financières ou les estimations de garantie financière. Ces coûts de fonctionnement pourraient satisfaire aux conditions d'avantages fiscaux pour la recherche-développement et devraient être gérés en conséquence.

Le but de ces essais est en définitive de prouver aux autorités de contrôle et aux autres parties prenantes que les stratégies de fermeture sélectionnées pour des modèles spécifiques satisferont aux objectifs voulus de fermeture. Plus important encore pour le propriétaire de la mine, elles seront plus rentables, apporteront des opportunités d'innovation en réduisant les coûts de l'exercice minier et minimiseront les coûts à long terme pour la maintenance et la gestion.

Certains plans de fermeture de mines estiment que la valeur des actifs à la fermeture de la mine devant être mise hors service et leur retrait du site minier compensera les coûts de fermeture de ces actifs, ceci étant considéré comme n'entraînant pas de coûts et ne demandant pas d'examen. Les normes exigent que les sociétés produisent une évaluation des coûts de déclassement complet, sans valeur attribuée aux actifs vendables, aux actifs recyclés ou aux rebuts entrant dans l'évaluation. Selon ces normes, un passif ne peut être compensé par une valeur d'actif. De plus, il est recommandé d'élaborer des plans complets pour la gestion du déclassement, comprenant tous les détails exigés pour la fermeture de la totalité des actifs d'infrastructure sur site.

Étude de cas : l'outil de responsabilité pour la réhabilitation en Australie

La mise au point de l'outil d'Anglo American pour la responsabilité de la réhabilitation

L'unité opérationnelle métaux-charbon d'Anglo American (Met Coal) exploite des mines à ciel ouvert et des mines souterraines en Australie (Queensland et Nouvelle-Galles du Sud) et au Canada (Colombie-Britannique). Selon la loi, toutes les mines australiennes doivent effectuer une réhabilitation progressive et également fournir des dispositions de garanties financières appropriées afin de réhabiliter de façon « satisfaisante » la totalité des perturbations associées à la mine.

Toutes les opérations Met Coal possèdent des plans de fermeture des mines alignés sur la boîte à outils pour la fermeture des mines (Mine Closure Toolbox, MCT) du groupe Anglo American. Le MCT fournit une approche structurée du développement de plans de fermeture dans lesquels les détails requis sont alignés sur la LoM restante, et où des plans d'action sont générés afin de combler les lacunes identifiées dans les connaissances. Le MCT est disponible pour téléchargement en anglais, en portugais et en espagnol à <http://www.angloamerican.com/development/mine-closure-planning/mine-closure-toolbox.aspx>.

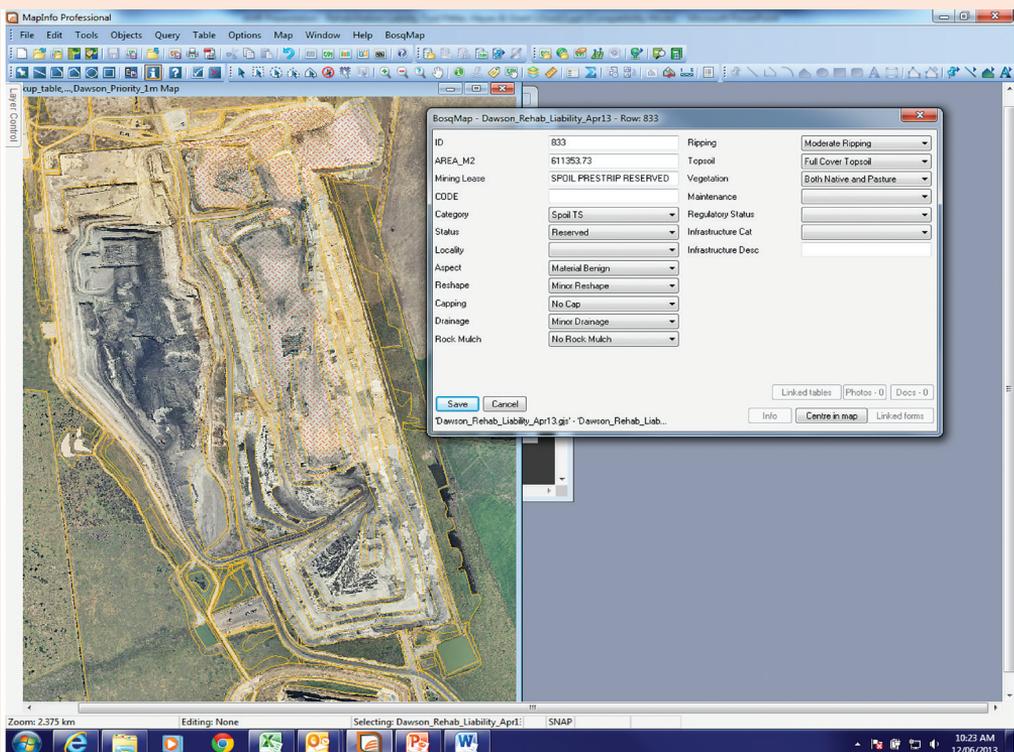
À Met Coal, les planificateurs et les directeurs des mines se sont attaqués au conflit perçu entre le fait de garder des zones de mine disponibles pour une exploitation potentielle ultérieure et le besoin à la fois de réaliser une réhabilitation progressive et de gérer des garanties financières. Sans méthode efficace et raisonnablement précise d'évaluation financière des impacts sur l'environnement, les décideurs d'ordinaire appliquent des plans miniers avec peu d'appréciation pratique des garanties financières sous-jacentes.

Un outil de calcul des responsabilités de réhabilitation était nécessaire pour calculer celles-ci de manière plus précise, ainsi que les impacts qu'auraient des options alternatives de planification de mines. Met Coal a mis au point un outil pour les sites en Australie, faisant appel à MapInfo avec comme logiciel accessoire BosqMap et un modèle personnalisé de tableur Microsoft Excel pour le calcul des responsabilités de réhabilitation.

La technologie de cartographie par SIG avec MapInfo peut servir à évaluer directement les impacts des plans miniers par rapport aux responsabilités de réhabilitation actuelles et futures. Des photographies aériennes référencées dans un SIG sont utilisées pour cartographier les zones de perturbations présentes en faisant appel à 15 'domaines' types de perturbation. Une sélection portant sur jusqu'à huit traitements génériques peut être appliquée à chacun des polygones cartographiés des domaines types de perturbation ; un traitement spécifique peut être affecté à l'intérieur de chaque traitement générique sélectionné (voir première illustration). Il y a 80 domaines et prescriptions de traitement communément utilisés. Des plans de mine envisagés peuvent être superposés sur des perturbations actuelles pour permettre la visualisation et la définition des prévisions de perturbations et de modifications. Les zones de perturbations, les domaines et les traitements sont exportés à partir de MapInfo et utilisés par un modèle de tableur afin d'appliquer des taux de responsabilité de réhabilitation acceptés à la fois par les sociétés et par les autorités administratives.

Les modifications apportées aux responsabilités de réhabilitation comme conséquence du plan minier sont clairement visibles sous forme de tableaux, et ouvertes pour être examinées et auditées. Il est possible de repérer des opportunités de minimiser et de réduire les responsabilités de la réhabilitation, ou de les augmenter à travers les procédés, activités et plans de mine. La démonstration financière faite aux décideurs des impacts des choix permet de déterminer un résultat mieux informé et mieux équilibré, et ceci encourage fortement les planificateurs des mines à venir négocier.

Le logiciel MapInfo avec l'extension BosqMap qui utilise des photographies aériennes pour définir la cartographie



6.2 Minimiser la responsabilité environnementale potentielle

À mesure que la fermeture se rapproche, il existe une opportunité de réduire la responsabilité environnementale en gérant les courants de déchets. Il est possible de trouver une opportunité de traiter dans l'usine du minerai subéconomique qui normalement n'aurait pas été traité, mais qui, si on le laisse non traité et exposé sur un tas de stockage, pourrait provoquer du drainage rocheux acide et coûter plus cher en réhabilitation qu'un procédé à perte. On peut citer d'autres exemples :

- Le traitement de matériau oxydé par l'usine et son dépôt sur les stériles afin de créer une couche inoffensive, ou couverture, sur des stériles plus réactifs peut être une solution rentable, l'alternative étant la mise en place avec des camions et des excavatrices de solides inoffensifs dans un réservoir de stériles, ce qui peut nécessiter des matériaux recherchés à l'extérieur de la zone de perturbation existante.
- Lorsque l'on effectue l'inventaire des sites à réhabiliter, chaque tas de stockage de roches, de stériles ou de produits de lixiviation (dans le cas de métaux précieux) peut être estimé en vue de sa valeur potentielle. Après confirmation que le matériau ne sera pas soumis au procédé et qu'il ne demande pas de traitement spécifique, il peut être considéré comme une ressource possible qui pourrait être utilisée afin de réhabiliter une autre zone.
- En envisageant le risque potentiel pour l'environnement de chaque tas de déchets, des opportunités créatives peuvent se manifester là où des matériaux de déchets peuvent servir à atténuer le facteur de risque sur un autre tas de déchets ; par exemple l'utilisation d'un tas de stériles minéralisés durables comme une carapace rocheuse sur un autre tas de sols dont on sait qu'ils sont susceptibles d'érosion. Des roches durables, à condition d'être chimiquement inoffensives, peuvent également être perçues en tant que ressource de valeur par des interlocuteurs locaux comme les conseils du district pour la construction de routes.
- La mise en place de matériaux sulfurés hautement réactifs à la base de fosses, ou leur remise sous terre où ils seront immergés sous des mètres d'eau qui stopperont les réactions d'oxydation, sera un meilleur résultat par rapport à la construction d'une couverture technique de sol risquant d'échouer dans le futur. Les coûts les plus élevés à court terme pourront être plus efficaces à long terme si par exemple une unité de traitement d'eau s'impose pour retenir et traiter des effluents de qualité médiocre pendant de nombreuses années.

L'utilisation des principes de gestion des risques pour l'estimation des options et des coûts est une façon raisonnée de justifier des options de gestion et de sélectionner les options les plus durables réduisant les responsabilités environnementales à long terme.

Étude de cas : fermeture, engagement des parties prenantes et valeurs écologiques

Le site minier de Beenup se trouve dans le sud-ouest de l'Australie-Occidentale près du confluent de la rivière Scott (Scott River) et du fleuve Blackwood dans la plaine côtière de la Scott. Les terres dans cette région sont utilisées surtout comme pâturages (bovins, lait), la sylviculture et un peu d'horticulture.

Des activités minières portant sur des sables minéralisés ont démarré à Beenup en janvier 1997 pour se terminer en février 1999. Elles ont laissé une vaste étendue d'eaux profondes, un certain nombre de barrages temporaires et permanents, ainsi que des tas de stockage renfermant des déchets miniers constitués de sables nettoyés, d'argiles fines et de minerai pyritique de diverses teneurs. Des difficultés sont apparues en cours d'exploitation lorsque les taux prévus de sédimentation et de consolidation pour les argiles fines n'ont pas été obtenus. Le mort-terrain de pyrite associé à l'exploitation minière est également un facteur significatif dans la détermination des méthodes de réhabilitation. Au moment de la fermeture, un total de 336 hectares avait été perturbé. La plupart des perturbations étaient associées au dragage d'un bassin et à des installations de stockage au-dessus du sol.

L'une des démarches initiales de BHP Billiton dans la préparation d'un plan de réhabilitation pour Beenup s'est intéressée à la définition d'une philosophie globale de la fermeture. BHP Billiton se considérait comme résident temporaire et a admis que la collectivité permanente serait indispensable pour le succès du projet. Dans cette optique, la société a entrepris d'élaborer un plan flexible qui accompagnerait une amélioration continue.

La société avait la chance de disposer d'un groupe communautaire consultatif déjà actif au moment de la fermeture de la mine. Le groupe consultatif de Beenup (BCG, Beenup Consultative Group) avait pour membres des représentants du district, des propriétaires fonciers, des représentants d'entreprises et de groupes de conservation.

Afin de faciliter la perception par la collectivité de divers concepts de réhabilitation, BHP Billiton prépara des représentations visuelles des options préférées. Le BCG joua un rôle significatif dans la sélection de ces options préférées pour la réhabilitation parmi un bon nombre présenté. Après la sélection des options, BHP Billiton commença à préparer un plan détaillé de réhabilitation à l'attention des pouvoirs publics de l'Australie-Occidentale. Le BCG aida également à identifier des questions clés à traiter dans le processus de mise en œuvre et fournit une filière de communication pour que l'administration puisse obtenir un retour d'information sur les aspects du plan.

Les questions clés identifiées étaient :

- la qualité de l'eau rejetée par le site,
- la sûreté des sols acides,
- les impacts sur les eaux superficielles et souterraines,
- la réhabilitation sur le long terme de la zone de stockage du développement de la mine,

- les impacts sur le régime hydrologique,
- la réhabilitation des zones d'essais d'exploitation,
- l'aménagement paysager et l'utilisation des terres de la zone.

Cette consultation initiale aura eu pour résultat la sélection d'un concept privilégié. Il comprenait le comblement du bassin de dragage avec des matériaux extraits afin de créer des marais entourés de végétation indigène et de pâturages. Le choix de ce concept a permis d'orienter l'élaboration d'un plan détaillé de réhabilitation, lequel a finalement été généralement accepté par l'administration et du BCG.

Le BCG a mis au point un protocole et en 2001 il a établi sur cette base un audit indépendant sur l'avancement du plan de réhabilitation. En facilitant une amélioration continue, ce processus permet d'offrir à la collectivité locale et à la société l'occasion de veiller à la mise en place permanente des derniers progrès dans la technologie de réhabilitation pour que le résultat final soit accepté par les générations futures bien au-delà de la date d'achèvement.

Depuis l'accomplissement des terrassements et des activités de revégétalisation, le gouvernement ainsi que la communauté ont maintenu la confiance et la prise de responsabilité dans les progrès du projet de réhabilitation. Les membres des communautés sont désormais très au fait des principes de durabilité et ils parlent du sujet avec une certaine autorité.

Les clés du succès du projet de fermeture de Beenup auront été :

- l'admission de bonne heure par la société de son statut de résident temporaire,
- l'implication précoce des parties concernées,
- l'existence d'un groupe de consultation communautaire déjà actif ayant pour effet une consultation immédiate de la collectivité dès l'annonce de la fermeture,
- la maintenance de la stabilité sur le long terme des affiliations au BCG,
- la communication détaillée d'informations et la compréhension entre la société et la collectivité,
- la mise en application d'un audit indépendant sur la réhabilitation orienté sur la collectivité,
- le recours à des firmes renommées d'experts-conseils pour une direction technique.



Juin 1999



Novembre 2002

Source : *Manuel sur l'achèvement et la fermeture de mines (Mine closure and completion handbook)* (2002, 2006)

7.0 DÉCLASSEMENT ET FERMETURE

MESSAGES CLÉS

- Les meilleures pratiques de la planification de la fermeture de mines exigent d'élaborer en détail des plans pour une gestion pertinente et spécifique du déclasséement, pour la totalité des activités de fermeture.
- Un plan de mise hors service devrait être mis au point afin de guider les activités à la fin d'une exploitation minière et de donner le détail des ressources qui seront nécessaires à la réalisation de ces activités.
- Les objectifs de ce plan englobent le processus de prise en charge des activités de fermeture, la conformité à la totalité des obligations légales et la communication dans le but de minimiser les risques d'incidents liés à la sécurité et à l'environnement.
- Le plan devrait souligner la manière dont sera gérée la totalité des infrastructures persistantes à la fin de la LoM et leur financement futur ; il restera ouvert aux idées de la collectivité et à d'autres parties concernées.
- La valorisation des actifs et la réalisation d'un inventaire détaillé représentent pour la plupart des mines une tâche significative. Elles devraient intervenir plusieurs années avant la fermeture, ou de manière idéale dans le cadre des activités habituelles de l'entreprise.
- La compréhension et la prévision des conditions écologiques qui auront probablement lieu après la fermeture faciliteront la quantification des critères d'achèvement et l'atteinte d'un accord entre l'exploitation minière et les autorités de contrôle sur les exigences environnementales devant être satisfaites pour permettre la renonciation au permis minier.

Les meilleures pratiques de planification de la fermeture des mines comportent l'exigence d'élaborer en détail des plans pour une gestion pertinente et spécifique du déclasséement pour la totalité des activités de fermeture. La planification de la fermeture mettra en avant de nombreuses activités demandant des plans de déclasséement : la fermeture de modèles de relief, la mise hors service et la démolition d'infrastructures de site, la réhabilitation de toutes les empreintes des perturbations sur l'ensemble d'un projet, le suivi de l'après-fermeture, et, enfin la rétrocession finale des concessions minières. Ces plans de déclasséement devraient être élaborés afin de guider les activités à la fin d'une exploitation minière dans le cadre d'une stratégie planifiée de fermeture de mine et, de façon plus importante, ils doivent fournir les détails des ressources qui seront nécessaires à ces activités. Les plans de déclasséement devraient être révisés et mis à jour le cas échéant, spécifiquement dans les deux années précédant la fermeture de mine.

Les objectifs des plans de déclasséement consistent à :

- décrire le processus de réalisation des activités de fermeture dans le cadre du plan pour la fermeture : par exemple la mise hors service, la démolition, le dégagement d'infrastructures de sites miniers y compris les reliefs de déchets et TSF ;
- respecter chacune et toutes les obligations légales s'appliquant aux activités de mise hors service et de réhabilitation,
- communiquer l'approche du propriétaire de la mine en ce qui concerne la gestion du site au cours de la phase de fermeture, de déclasséement et de réhabilitation,
- minimiser le risque d'incidents liés à la sécurité et à l'environnement pendant la phase de mise hors service.

La planification du déclasserement va nécessiter le soutien et l'opinion de nombreux employés sur le site, parmi lesquels l'équipe de direction, le personnel du traitement de minerai, de l'environnement, des relations communautaires, des ressources humaines, de la sécurité, de la planification minière, de l'ingénierie et de la gestion de projet.

Comme cela a déjà été évoqué ailleurs dans ce manuel, la plupart des mines divisent de façon typique le site en un certain nombre de domaines. Un plan de déclasserement doit présenter les activités et les tâches à accomplir l'une après l'autre avec les ressources correspondantes pour leur exécution (équipements, personnes, gestion, supervision, sous-traitance). Le plan doit prendre en compte d'autres services essentiels, comme l'électricité, l'eau et la disponibilité d'ateliers de maintenance, car leur retrait pourrait affecter les calendriers proposés pour cette mise hors service. Dans certains cas, on pourra avoir recours à la location d'ateliers et de groupes électrogènes mobiles lorsque des infrastructures clés seront retirées et qu'il faudra encore de l'électricité pour le matériel de maintenance et de mise hors service.

7.1 Élaboration d'un plan de déclasserement

Pour préparer un plan de déclasserement, des experts en génie civil ou des évaluateurs de coûts dans ce domaine devraient être recrutés afin de conseiller sur les moyens les plus efficaces pour assurer la sécurité du retrait des installations. Les plans originaux d'ingénierie (bleus), les modifications consécutives des installations et les spécifications des composants sont fondamentaux pour les ingénieurs pendant ce processus.

Un plan de déclasserement devrait souligner comment la totalité des infrastructures (usine, bâtiments, routes goudronnées, convoyeurs, systèmes électriques, etc.) restant à la fin de la LoM sera gérée à l'avenir. Ceci peut supposer que l'on laisse certaines infrastructures à l'utilisation de parties tierces, à la vente d'actifs, la démolition, le recyclage ou la réutilisation (ces composants sont couverts dans les paragraphes suivants), la réhabilitation et le suivi finaux de la zone perturbée.

La séquence de mise hors service est importante, en particulier si une usine doit être vendue, démantelée en charges transportables puis reconstruite sur un autre emplacement. Il faut anticiper sur les masses des composants pour charges limites de grutage et transport routier. Des spécialistes du transport et des experts du roulage lourd devront être recrutés pour préconiser le transport des composants de grandes dimensions (broyeurs semi-autogènes ou SAG, broyeurs à boulets, tombereaux miniers), bien que ceci soit plutôt du ressort de l'acheteur dans le cas d'une vente de l'exploitation.

La mise hors service va générer des quantités considérables de déchets et leur volume va fréquemment dépasser les estimations initiales. La nécessité de décontamination au vu des produits chimiques dangereux employés durant le processus devra être identifiée, avec l'établissement d'un processus de décontamination et d'évacuation. L'acier et les autres produits recyclables pourront être retirés hors du site et vendus habituellement avec bénéfice, en fonction de la distance par rapport au marché ; d'autres déchets toutefois devront être éliminés dans une décharge appropriée et enregistrée. La possibilité d'élimination de matériaux par enfouissement sur site dépendra de la nature de ces déchets et de l'utilisation des terres d'après-mine sur la zone réhabilitée.

Le plan de déclasserement devrait veiller à ce que des stratégies de sortie soient en place pour la totalité des programmes de développement communautaire (MCA 2004 : Enduring Value élément 9.3) et à ce que les communautés et autres parties prenantes aient l'opportunité d'exprimer leurs opinions. Les communautés locales pourront disposer d'opportunités pour réutiliser et recycler certains matériaux, et, si cela est acceptable, un plan d'élimination ne faisant encourir aucun risque ou aucune responsabilité à la société devra être élaboré. Il assurera que les matériaux soient retirés de façon sûre de la mine et répartis de manière équitable entre les groupes communautaires.

La gestion du personnel et des employés sera déterminante dans le succès de la fermeture de la mine. À mesure que la fermeture d'une mine approche, la libération de ses employés se fait de façon habituellement échelonnée. Les managers ont besoin d'identifier le plus tôt possible les employés souhaitant partir de même que ceux qui sont prêts à rester pendant la phase de déclassement et de fermeture. Il est fondamental de définir les compétences devant être retenues afin de réaliser les tâches de mise hors service et fermeture. Les personnes clés à retenir sont celles alliant les compétences nécessaires à une capacité de s'adapter aux changements, car chaque jour leur apportera un autre environnement de travail. Il pourra être nécessaire de négocier des mesures d'incitation susceptibles de favoriser le maintien du personnel approprié.

Les employés et les superviseurs ayant une profonde philosophie de la sécurité sont indispensables pour une fermeture réussie de la mine. De nouveaux risques et de nouveaux dangers devront être identifiés tous les jours. Les analyses d'activités individuelles pour la mise hors service devront s'effectuer sur une base permanente, avec le développement actif et l'application de procédures de travail afin d'assurer la sécurité de la réalisation des tâches. Le maintien d'une culture forte et active de la sécurité, active est vital parce que déclassement et la fermeture auront pour conséquence un environnement de travail constamment changeant et à haut risque.

Étude de cas : le projet de la mine d'or de Mt McClure en Australie-Occidentale

Ce cas illustre l'importance d'une bonne planification, de la promotion du travail en équipe et de partenariats coopératifs tels que cela a été effectué par l'équipe de direction de Newmont Mt McClure pour créer un processus de fermeture de haute qualité ; ceci lui a valu le prix du Golden Gecko pour l'excellence environnementale en 2004.

Situé dans les Northern Goldfields à 80 km au nord-est de Leinster en Australie-Occidentale, le projet du Mt McClure est passé entre les mains de plusieurs propriétaires avant de passer sous le contrôle de Newmont en 2002. L'exploitation minière consistait en une usine standard de procédé de lixiviation au carbone avec de nombreuses fosses et deux TSF.

Dans la planification pour le déclassement complet du projet, l'équipe de gestion de la fermeture a effectué une évaluation des risques en faisant appel à des consultants externes qui devaient se concentrer sur des questions clés et proposer les bases d'un plan de fermeture. Ceci a été suivi d'un processus de consultation des parties concernées afin de perfectionner ce plan et par la création d'une carte de processus soulignant le détail des étapes et séquences de planification.

Une innovation significative a pris la forme de visites de points de référence. Celles-ci, en associant le personnel entrant dans l'équipe de la fermeture —y compris des opérateurs de bulldozers, des sous-traitants de terrassements et des consultants— ont concerné de nombreuses mines fermées et abandonnées dans un rayon de 500 km autour de l'exploitation. Ces visites ont apporté des informations précieuses sur la conception d'un plan optimal de fermeture.

Prendre en compte les questions « des gens » sur les fermetures de mines peut aider à mobiliser un nombre surprenant de groupes différents. Un plan de fermeture de mine peut avoir lieu uniquement quand tous les gens concernés ont été associés de façon efficace et ont eu la possibilité de participer au processus de fermeture. Ceci a été l'un des aspects primordiaux du succès de programme du Mont McClure.

Newmont a réalisé que les relations autour du processus de fermeture peuvent se classer dans un certain nombre de grandes catégories et se détermina à consulter la totalité des intéressés pendant la fermeture. Dans le cas de Mont McClure, cela comprenait :

- les peuples autochtones,
- les utilisateurs de terres après la mine,
- les autorités de contrôle,
- les pairs de l'industrie,
- les sous-traitants,
- les consultants,
- les universités,
- les propriétaires (en tant qu'entité corporative),
- le personnel au niveau opérationnel,
- des membres de l'équipe du projet pour la fermeture au sens plus large, s'occupant de ressources humaines, de sécurité, d'entretien et de maintenance.

Une fermeture efficace de mine ne peut pas avoir lieu sans un vaste engagement, sans la participation d'un large éventail d'organisations, de communautés, de disciplines et de facettes de la structure sociale. Ceci est un processus plus long et plus complexe que d'ordinaire, mais en fin de compte il apportera un résultat bien plus robuste, aligné sur les conditions spécifiques du projet. La facilitation d'un tel engagement exige un excellent leadership. L'exploitation minière doit investir dans des personnes de qualité pouvant établir des relations de qualité avec la totalité des interlocuteurs concernés bien avant que la fermeture n'ait lieu. Ceci peut avoir un coût, mais avec une rétribution élevée.

Newmont s'est engagé et a travaillé en collaboration étroite avec des consultants, des chercheurs et des sous-traitants de pointe pour ce qui concerne les terrassements, le démantèlement d'usines, la conception de la fermeture de stériles, la réhabilitation des terres et la lutte contre les nuisibles afin d'accomplir à Mt McClure une « fermeture avec fierté ».



Le site de la mine de Mt McClure.

D'autres détails sur cette étude de cas figurent dans Lacy and Haymont (2006).

Source : *Manuel sur l'achèvement et la fermeture de mines (Mine closure and completion handbook)* (2006)

7.2 Estimation des actifs et planification de leur vente ou de leur transfert

Avant que les actifs puissent être vendus, il faut procéder à leur évaluation et effectuer un inventaire détaillé par élément. Ceci représente une tâche majeure pour la plupart des mines et dans un cadre idéal elle devrait faire partie des activités normales, ou tout au moins commencer plusieurs années avant la fermeture. Des travaux préliminaires devraient débiter en faisant appel au registre des immobilisations, mais les registres des immobilisations sont parfois incomplets. Il faut inclure les pièces détachées et les enregistrements de maintenance pour les installations techniques fixes et mobiles, car tout ceci apporte de la valeur ajoutée à la vente. Le personnel de maintenance spécialisé ayant l'habitude de ces équipements peut aider les courtiers de vente en leur procurant des inventaires fiables des installations et des équipements.

Trois types principaux d'approches sont utilisées pour vendre les actifs miniers : la vente par accord préalable, habituellement à travers des dispositions d'appel d'offres ou par un courtier en équipements, la vente par le biais d'annonces, ou la vente par enchères publiques. Un courtier expérimenté de la vente d'équipement et un commissaire-priseur sont souvent recrutés afin d'agir au nom de la société pour procéder à la vente de la totalité des installations techniques, des bâtiments et des équipements sur la base d'un contrat de commission. Le retour attendu pour les équipements mobiles et installations techniques bien entretenus est de l'ordre de 10 à 20 % du prix neuf.

La planification de la fermeture de mine peut aider à atténuer la réduction consécutive de l'accès à des infrastructures utiles. Avec une planification avancée et prudente, il peut être possible de développer une capacité de maintenir certains installations et services d'infrastructures devant être affectées à la collectivité future, aux gouvernements locaux ou aux opportunités de développement d'entreprises naissantes. Ainsi, des bâtiments démontables, du mobilier, du matériel, des clôtures ou un forage d'eau peuvent représenter une forte valeur pour une administration ou une communauté locale.

Une communauté ou un conseil local peuvent également demander à ce que des routes d'accès et des pistes d'atterrissage ne soient pas enlevées. L'utilisation future d'infrastructures minières par un tiers se présente souvent comme une option attractive pour toutes les parties. Cependant, il peut tout aussi souvent surgir des défis majeurs dans l'obtention d'accords de diverses autorités de contrôle et de tiers pour la gestion à long terme des biens. La meilleure gestion de ceci réside dans des négociations commençant le plus tôt possible avec les tiers, moyennant négociations et planification dans le but d'assurer un transfert clair des actifs ou des infrastructures sans imposer de responsabilités supplémentaires à la société.

7.3 Infrastructure de déclassement et remédiation à la pollution et aux contaminations

Avant la fermeture, l'équipe de gestion du site devrait avoir une perception claire des types et de l'extension des éventuelles contaminations du sol et de l'eau. La compréhension et la prévision des conditions environnementales susceptibles de se développer après la fermeture (lacs de puits de mine, conditions souterraines, consolidations de stériles) entrent toutes dans la réduction des lacunes dans les connaissances. À ce stade du cycle de planification de la fermeture, les exploitants miniers et les autorités de contrôle devraient se mettre d'accord sur les exigences environnementales à satisfaire pour autoriser la renonciation au permis d'exploitation.

Avec une planification appropriée, l'exploitation minière aura pris, en anticipation sur la fermeture spécifique du site, des dispositions ou fait construire les infrastructures nécessaires à la remédiation de contaminations spécifiques. Une telle infrastructure pourra comprendre des systèmes de mitigation passive ou active du DMA, des unités de traitement des eaux, des canalisations de transport, des réservoirs, des dépôts de sols et des zones de dépollution avec, si nécessaire, des filtres de zones humides. Ceci est une stratégie prudente étant donné qu'une fermeture non planifiée peut avoir lieu et que le moment exact d'une telle fermeture est imprévisible.

Lors de la planification des nécessités en infrastructures à la fermeture, il est important de comprendre la longue durée demandée pour aboutir aux normes requises pour une remise en état. Dans de nombreux cas, les stations

de traitement des eaux, les systèmes de drainage passif et les dépôts de chaux peuvent avoir à être opérationnels sur de nombreuses années. Des capitaux sont nécessaires pour la gestion, la maintenance et, dans certains cas, les coûts de remplacements d'unités fixes. Il faut que les critères d'achèvement à satisfaire soient fermement et clairement établis avec les parties prenantes clés. Si les normes ou les exigences de dépollution venaient à être modifiées au cours de cette période, la société pourrait s'exposer à des conditions qui pourraient ne pas être respectées pour diverses raisons, laissant ainsi le site dans un état imprévu de gestion à perpétuité.

7.4 Infrastructure d'héritage

L'infrastructure de l'héritage laissé comme conséquence des activités minières peut comprendre des installations de stockage des résidus, des reliefs de stériles minéralisés, des cavités ouvertes, des lacs de puits de mine et autres sources potentielles de pollution. Des infrastructures moins visibles sont par exemple celles de systèmes de capture d'eaux souterraines, de couvertures de sols ou de revêtements synthétiques, de murs de barrières passives ou réactives, d'entrées de descenderies et de puits, et de zones de remblais.

Un problème avec l'infrastructure de l'héritage est la façon dont l'industrie veille à la durabilité de celui-ci dans l'avenir. Des infiltrations depuis les installations de stockage des résidus et les reliefs de stériles minéralisés prennent souvent du temps à se manifester, et quelquefois des parcelles de revégétalisation ne réussissent pas à réaliser la couverture voulue. Il est par conséquent important d'établir une surveillance adéquate et des plans d'action pouvant englober l'infrastructure de l'héritage pour qu'elle reste adaptée à son but. Tout aussi importante est la détermination de qui gèrera cette infrastructure à l'avenir : s'agira-t-il d'une gestion par prestataire de services tiers, et aura-t-il la compétence pour assurer l'entretien et la maintenance requis ?

La mise en place de dispositions financières peut être nécessaire pour incorporer les coûts de suivi et de maintenance pour les infrastructures d'héritage. De tels coûts peuvent être réduits si la direction du site est proactive vis-à-vis de la remise en état des sites contaminés dont la contamination était connue avant la fermeture, et si ces travaux sont conçus et réalisés selon des normes élevées afin d'éviter les reprises de travaux à un stade ultérieur.

8.0 RÉTROCESSION DE LA MINE

MESSAGES CLÉS

- La dernière étape clé dans la LoM est atteinte lorsque les activités de déclassement, de fermeture, de réhabilitation et d'après-fermeture sont terminées. À ce point, on recherche les approbations réglementaires pour la restitution du permis d'exploitation.
- Le processus de rétrocession implique normalement une évaluation finale du site pour garantir qu'il satisfasse à la totalité des performances imposées et des critères d'achèvement.
- La fermeture formelle, la signature finale de décharge et les mécanismes de rétrocession avec le principal organisme de réglementation devraient être établis afin de souligner les responsabilités, les obligations de rendre compte et les méthodologies proposées afin d'aboutir à une conclusion réussie.
- La société devrait viser à atténuer les impacts écologiques et sociaux négatifs de l'exploitation minière afin de minimiser ses risques résiduels, ce qui en définitive lui permet de renoncer à la responsabilité de la gestion du site.
- Après la fermeture de la mine, une certaine partie des terres exploitées réhabilitées peuvent demander une prolongation de la gestion et du suivi avant la renonciation au bail. Des solutions viables et un échéancier en vue de la rétrocession sont certains des processus et des questions demandant à être discutés avec les autorités de contrôle et les parties prenantes.
- Après la rétrocession, la compagnie n'a plus d'autre obligation vis-à-vis du permis d'exploitation ou de toute autre approbation, mais il peut lui rester certaines responsabilités si elle est propriétaire des terres.
- L'industrie reconnaît que pour obtenir un accès à des ressources futures, il lui faut faire preuve de sa capacité à gérer et à fermer les mines de manière efficace et en bénéficiant du soutien des collectivités chez lesquelles elle opère.
- L'avenir de l'industrie minière dépend de ce qu'elle laisse à la postérité.

Le dernier jalon dans la vie d'une mine est atteint lorsque les activités de déclassement, de fermeture, de réhabilitation et d'après-fermeture sont terminées. À ce point, on recherche les approbations réglementaires et le permis d'exploitation est restitué.

La société devrait chercher à atténuer les impacts écologiques et sociaux négatifs de l'exploitation minière afin de minimiser ses risques résiduels, ce qui en définitive lui permet de renoncer à la responsabilité de la gestion du site.

La restitution d'un permis minier peut uniquement avoir lieu lorsque la ressource qui pouvait être extraite avec profit a été épuisée et que tous les critères d'achèvement établis pour la mine sont réunis. Après la rétrocession, la société n'a plus d'autre obligation au titre du permis d'exploitation ou autre approbation, mais il peut lui rester certaines responsabilités si elle est propriétaire des terres.

8.1 La renonciation au bail minier

Les approbations minières et les conditions des concessions sont typiquement encadrées dans la perspective que la réhabilitation remette le site dans des conditions permettant de restituer le permis, avec déchargement de la totalité des obligations de maintenance, de suivi et des contrôles ultérieurs de ce site qui sera rendu à l'État. Il existe cependant relativement peu d'exemples de rétrocessions réussies en Australie. L'industrie et les autorités de contrôle sont de plus en plus conscientes des difficultés que les sociétés minières rencontrent pour satisfaire à l'utilisation des terres après la fin des activités minières et aux critères d'achèvement.

Il est clair qu'une mine bien conduite (avec dès le départ planification de la fermeture et recours aux meilleures pratiques par exemple pour réduire le DMA) minimisera ses difficultés de gestion quand viendra le moment de la fermeture ; le temps nécessaire pour que les régulateurs et les parties prenantes soient favorables à la rétrocession de la concession sera également réduit.

À un certain point après la fermeture d'une mine, la réussite de sa réhabilitation et l'application du plan de fermeture, l'exploitant minier sera en mesure de restituer le permis d'exploitation à l'autorité émettrice. Chaque état ou territoire australien a publié les lois et des processus devant être étudiés et suivis pour la rétrocession. Il est fréquemment nécessaire d'envisager la signature finale de décharge en tant qu'approche globale de toute une administration, car il est improbable qu'une seule autorité dispose de l'entière responsabilité pour cette signature.

Le processus de rétrocession implique normalement l'évaluation finale du site pour garantir qu'il satisfasse à la totalité des performances imposées et des critères d'achèvement. Il est possible de faire appel pour cela à une tierce partie, à un groupe spécial d'experts ou à des parties prenantes pour effectuer l'évaluation finale et soumettre une recommandation aux autorités de régulation. C'est également l'occasion pour le comité communautaire de fermeture (ou groupe équivalent) d'être impliqué et de faire savoir si la société a résolu toutes les préoccupations dont la collectivité a fait part tout au long de la durée du projet. Ce processus met en lumière la nécessité de veiller à ce que les critères sur la fermeture des mines soient minutieusement rédigés afin qu'ils soient mesurables et accessibles pour permettre la réussite de la rétrocession.

Étude de cas : la certification de la réhabilitation progressive de Kestrel

Kestrel Coal Pty Ltd a effectué la première signature de décharge selon les dispositions sur la réhabilitation progressive de la *Loi de 1994 sur la protection de l'environnement (Environmental Protection Act)* du Queensland en février 2014. La signature de décharge concerne 570 hectares de terres au-dessus des 200 séries de parois de longue taille précédemment exploitées.

La mine de Kestrel se trouve à environ 50 km au nord-est d'Emerald dans les Central Highlands ; elle est exploitée par Kestrel Coal Pty Limited, filiale de Rio Tinto Coal Australia Pty Limited (RTCA). La terre est détenue en pleine propriété par Rio Tinto est elle est louée à la North Australian Pastoral Company (NAPCO) pour les pâturages et la culture de plantes fourragères. L'extraction minière souterraine y a cessé fin 2003 pour être immédiatement suivie d'initiatives de réhabilitation, lesquelles ont été achevées en 2006. En 2010, Rio Tinto a fait une demande de certification pour une portion significative des séries de longue taille en tant que terres réhabilitées sur un total d'environ 570 hectares.

Avant l'exploitation minière, la zone des longues tailles formait un paysage légèrement ondulé. Les pentes étaient en général inférieures à 5 % et le drainage aboutissait à des cours d'eau éphémères. Pendant l'exploitation de la mine, un affaissement a formé une dépression profonde de 1,5 à 2 mètres sur la largeur de chaque longue taille.

Certification de la réhabilitation progressive

La Loi sur la protection de l'environnement représente le cadre juridique pour la réhabilitation dans le Queensland. Elle régit la certification de réhabilitation progressive, ce qui signifie que la terre a été réhabilitée selon les diverses exigences de la loi, de l'autorité environnementale sous laquelle le projet de ressources est autorisé ainsi que toute autre directive pertinente établie en vertu de cette loi. La zone concernée par la certification progressive est alors considérée comme une « zone de réhabilitation certifiée » pour le mode d'occupation correspondant. Dans ce cas précis, l'exigence était de rétablir la capacité de « terre agricole de bonne qualité ». Si les exigences de réhabilitation changent au cours de la durée de vie d'une exploitation minière, aucune condition rétrospective ne pourra s'appliquer à des zones de réhabilitation certifiées.

L'approche RTCA

RTCA (Rio Tinto Coal Australia) a décidé en 2009 de demander une certification progressive pour la zone d'exploitation en longue taille et dont l'exploitation avait été terminée. Ainsi que l'exige la loi, un rapport de réhabilitation progressive a été constitué. Il comprenait les données de suivi qui avaient été enregistrées avant, pendant et après l'exploitation minière, à savoir :

- un examen de la totalité des données de base de référence et des informations relevées avant la mine (RTCA n'a pas commencé l'exploitation minière d'origine, mais avait acquis la mine en 1999) ;
- les données de suivi des affaissements et de la stabilité des terres, ce qui comprend des images satellites et des travaux de terrain ciblés sur un certain nombre d'années (dont des données provenant de deux projets ACARP) ;
- une évaluation indépendante de la classe de capacité des terres, laquelle comparait les résultats par rapport aux informations de base de référence et des exigences définies par l'autorité environnementale ;
- les observations provenant du locataire (NAPCO) qui gérait la terre depuis 2003.

Conformément aux exigences et aux directives de la loi, le rapport sur la réhabilitation progressive était accompagné d'un d'audit et d'un examen indépendants de ce rapport, ainsi que d'une évaluation des risques résiduels. Les conditions de réhabilitation dans le contexte de l'autorité environnementale (EA) pour le site ont été utilisées pour déterminer les critères d'achèvement.

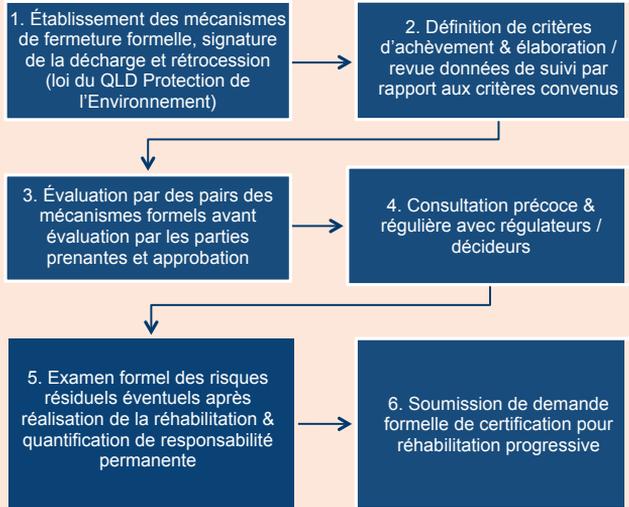
La consultation avec les autorités de contrôle

RTCA a entamé dès le début du processus une consultation avec l'autorité de contrôle (aujourd'hui *Department of Environment and Heritage Protection*, département de la Protection de l'environnement et du patrimoine).

Comme il s'agissait de la première application formelle d'une certification de réhabilitation progressive dans le Queensland, son déroulement a subi un certain nombre de retards dans la mesure où le ministère devait s'informer sur la façon de faire avancer la demande. Des demandes de renseignements complémentaires ont suivi, notamment pour des précisions sur les impacts hydrologiques potentiels.

Après consultation approfondie et une visite sur site du personnel du ministère, la signature finale de décharge fut reçue (par le biais d'un avis de décision) en mars 2012.

Les étapes clés sont résumées dans l'organigramme suivant :



C'est ainsi que Rio Tinto a désormais établi les points de référence pour une réhabilitation selon une norme convenue. La certification de la réhabilitation progressive des 200 séries de longue taille prouve qu'une exploitation minière peut coexister avec d'autres utilisations de terres, et que la terre peut être remise dans un état convenable après l'exploitation minière.

Les étapes suivantes peuvent servir de guides lorsque l'on met au point un processus de signature finale de décharge avec les autorités de contrôle et les parties concernées.

1. Établissement des mécanismes de fermeture formelle, de signature finale de décharge et de rétrocession

L'exploitant minier devrait mettre en place des dispositions de travail avec le principal organisme de réglementation, lesquelles soulignent les responsabilités, les responsabilisations et les méthodes proposées permettant de parvenir à une conclusion réussie. De telles dispositions peuvent porter sur :

- a un plan de signature finale de fermeture, avec des dispositions financières ;
- une utilisation convenue des terres de l'après-mine et des critères d'achèvement abordant les résultats environnementaux, sociaux et économiques ;
- des exigences de suivi et d'élaboration de rapports ;
- des auto-évaluations par rapport aux critères d'achèvement en tant que précurseurs de la présentation par l'exploitant des zones de clôture pour la passation ;
- un processus pour prendre en charge les zones qui ne réussissent pas à satisfaire aux critères d'achèvement, avec mesures correctives ;
- un processus convenu de tenues de registres pour les sites proposés à la clôture ;
- l'établissement d'un processus d'audit de clôture formelle avec l'agence de régulation ou une partie tierce pour les zones concernées par la passation.

2. Évaluation par les pairs des mécanismes formels avant l'évaluation par les parties prenantes et leur approbation

Un examen par les pairs des critères de complétude, du processus de fermeture et des mécanismes de passation peut fournir la validation des processus proposés adoptés par l'exploitant.

3. Des sites ayant réussi à réunir les critères sont présentés pour rétrocession avec signature finale de décharge formelle.

L'exploitant devrait envisager d'établir, en consultation avec les parties prenantes, un formulaire ou une liste de vérification applicable à chaque zone réhabilitée soumise à la signature de clôture.

Une fois remplie, la liste de vérification est un enregistrement du statut de la zone réhabilitée par rapport aux critères d'achèvement et à d'autres accords qui seraient passés entre les parties au sujet de la zone concernée. Il faudra la signature des deux parties pour formaliser la signature finale de décharge.

4. Reconnaissance par l'autorité compétente des zones fermées par la signature de décharge

L'exploitant a la possibilité de demander au ministère compétent (ou à l'autorité de contrôle appropriée) une lettre donnant le détail des zones qui bénéficient de la signature de décharge et pour lesquelles le permis a été restitué. La lettre devrait informer l'exploitant que le gouvernement de l'état ou du territoire concerné a accepté la responsabilité de la concession réhabilitée.

5. Un processus est établi pour prendre en charge les zones qui ne répondent pas aux critères d'achèvement

Les zones qui ne correspondent pas aux critères d'achèvement seront identifiées dans un accord avec l'agence de régulation et un plan de mesures correctives sera élaboré afin de satisfaire à ces critères. Le plan donnera le détail des travaux de remédiation nécessaires pour répondre aux préoccupations de l'organisme de réglementation.

6. Établissement d'un instrument financier pour subvenir aux besoins de la maintenance continue des zones de réhabilitation

L'exploitant devrait envisager la mise en place d'un fonds fiduciaire ou d'une autre disposition financière génératrice de revenus destinés à la gestion permanente des zones de réhabilitation, si ce mécanisme fournit le moyen d'obtenir la signature finale de décharge et la passation à l'administration le plus tôt possible.

8.2 Exigences de la gestion de l'après-fermeture

Après la fermeture d'une mine, une certaine partie des terres exploitées réhabilitées peut exiger une prolongation de la gestion et du suivi avant la renonciation au bail. Ces processus et problématiques doivent être discutés avec l'autorité de contrôle ; des solutions viables et un calendrier doivent être envisagés conjointement avec la gestion et le suivi de l'après-fermeture, puis finalisés dans le temps en vue de la réception de la signature finale de décharge par cette autorité et par les parties prenantes.

La responsabilité de la gestion suite au déclassement et à la fermeture de la mine à travers la restitution du permis dépend de ce qui est nécessaire pour aboutir aux accords d'utilisation des terres de l'après-mine. Les nouveaux utilisateurs des terres sont alors responsables de la gestion des terres et de tout aspect juridique.

Habituellement, la gestion de l'après-fermeture peut comprendre :

- la lutte contre les mauvaises herbes nuisibles,
- l'exclusion ou le contrôle des animaux dans les pâtures,
- le contrôle de l'accès au public,
- la gestion des incendies,
- la maintenance des signaux de sécurité et des clôtures.

Le financement de la gestion de l'après-fermeture et le suivi de ce qui sera nécessaire comme faisant normalement partie de la LoM est discuté au paragraphe 6.1. La majeure partie de cette planification est déterminée par le détenteur du permis d'exploitation, en consultation et en communication avec les autorités réglementaires et les parties prenantes.

Le financement de toute gestion ou de tout suivi nécessaires à l'après-rétrocession devra être déterminé par les détenteurs du permis minier, les autorités administratives et les parties prenantes. Une méthode qui a été avancée consiste à établir un fonds fiduciaire et utiliser les intérêts produits par ce fonds. Quel que soit l'accord convenu, l'objectif des sociétés minières est de les dispenser de toute responsabilité financière permanente, et que les pouvoirs publics ou la structure sociale ne subissent pas non plus de charge financière à long terme. Par exemple dans le Queensland, l'agence de protection environnementale (Environmental Protection Agency) a rédigé les réglementations exigeant des sociétés qu'elles effectuent une évaluation identifiant les dangers et les risques potentiels de l'après-fermeture. Une des options est que les détenteurs de permis proposent une garantie d'après-fermeture. Les garanties seraient détenues et des fonds seraient débloqués pour remédier aux zones potentielles de défaillance (QEPA 2006).

Les risques associés aux phases d'après-fermeture et de rétrocession durant la LoM couvrent des types de conséquences à la fois économiques et non économiques sur le long terme. Les attentes de la collectivité locale, des pouvoirs publics, des propriétaires fonciers, des propriétaires voisins et des ONG doivent être prises en compte. Un processus de fermeture bien planifié et géré protégera la collectivité contre des conséquences involontaires bien après que la société minière ait quitté le district, et il protégera également la réputation de l'industrie minière.

Les stratégies de fermeture pour certaines exploitations minières peuvent comporter des initiatives visant à créer des héritages durants renforçant les valeurs sociales ou environnementales aux environs de la mine et dans les communautés alentour. De cette manière, la réputation de la société minière et de l'industrie seront renforcées.

Étude de cas : la fermeture d'une mine à grande échelle et sur le long terme, avec de multiples installations, à la coentreprise minière de Tanami dans le Territoire du Nord

Cette étude de cas met en lumière les efforts soutenus d'une équipe de fermeture ayant une structure de gestion bien définie et bien équipée pour créer un processus de fermeture de haute qualité dans des circonstances difficiles.

La mine de Tanami se trouve sur une terre de pleine propriété aborigène dans le désert de Tanami, dans le Territoire du Nord, à environ 670 km à l'ouest d'Alice Springs : il s'agit d'une région très reculée et inhospitalière. Cette zone a été le lieu d'extraction d'or et de son traitement de 1900 à 2004. Le site rassemblait 45 carrières ouvertes, 8 carrières remblayées, 11 TSF dans des puits, 24 verses à stériles rocheux, 2 installations de stockage des résidus au-dessus du sol, une usine de traitement et un village d'hébergement sur le site. Le programme de fermeture de la mine a duré de 2005 à 2010. Après une période de planification de la fermeture, de travaux de recherches et de terrassements de grande envergure sur cinq années, Tanami Mine Joint Venture (TMJV) (Newmont Mining) a vendu la mine fermée à Tanami Gold, succédant comme exploitant potentiel.

L'objectif d'utilisation finale des terres pour la mine de Tanami était la réhabilitation de l'environnement exploité pour qu'il revienne s'inscrire dans les valeurs des écosystèmes alentour. Lorsque la réhabilitation et la rétrocession de la concession auront été démontrées, la zone sera finalement rendue aux propriétaires traditionnels du site pour une utilisation coutumière. La consultation avec les parties prenantes clés a facilité la transparence du processus de fermeture.

Les conditions sévères de l'environnement, l'étendue du site et la diversité des reliefs, certains étant formés de matériaux de déchets fortement instables et dispersifs, ont davantage compliqué le déroulement de la fermeture.

L'équipe de fermeture de projet revêt certaines similitudes avec l'équipe de construction. Ses membres sont mobilisés sur une période relativement courte, il leur faut se concentrer sur la sécurité, la qualité et les coûts, et ils opèrent alors que le personnel d'assistance et d'infrastructure habituellement présent sur les sites miniers a été réduit ou a disparu (Lacy and Haymont 2006). Ils ont de multiples opportunités d'exercer une influence sur le processus de fermeture et de réhabilitation, et ils doivent posséder toute une gamme de compétences et de connaissances.

Haymont et al. (2008) suggèrent qu'avant de commencer un grand projet de fermeture assorti de défis divers, des questions devraient être posées aux membres de l'équipe ainsi qu'à l'équipe de direction, par exemple :

- Les personnes sélectionnées pour participer au projet ont-elles une expérience dans les domaines de la réhabilitation et de la fermeture ?
- Les leaders ont-ils assuré une bonne direction dans le passé ? L'équipe acceptera-t-elle cette direction, et le cas échéant, la questionnera-t-elle ?
- L'équipe est-elle bien assistée et dispose-t-elle de bonnes ressources ?
- Les types de personnes dans l'équipe sont-elles capables de fournir un retour d'information, de recevoir et d'exprimer des critiques constructives, de faire des observations à tous les niveaux ?
- Ont-elles l'habitude de cet environnement physique et climatique, de ses divers cycles et événements ?
- Les personnes sont-elles enclines à collaborer et à contribuer sur l'ensemble des disciplines, ou se concentrent-elles seulement sur la leur ?
- Se soucieront-elles de ce qu'elles font ?
- Ont-elles la capacité de réagir à de nouvelles informations ou modèles émergents (la capacité de faire preuve de gestion adaptative) ?

L'avancée réussie du programme des travaux de fermeture de la mine de Tanami est largement due à l'interaction efficace entre une équipe expérimentée de fermeture et de réhabilitation et une main-d'œuvre engagée et motivée. L'équipe de direction fournit les qualités de commandement pour la planification, la conception, l'exécution, l'environnement, la sécurité, les relations communautaires et le contrôle des coûts afin d'assister et de recruter le personnel.

Les images qui suivent présentent une zone de la mine avant et après réhabilitation.



Trois installations de stockage des résidus de cellule 2003 (Cell TSF 2003) : avant la réhabilitation.



Trois installations de stockage des résidus de cellule 2013 (Celle TSF 2003) : après réhabilitation en 2008-2009 (Google Earth)

D'autres détails sur cette étude de cas figurent dans Lacy and Haymont (2006), Potts and Lacy (2008) et Haymont et al. (2008).

9.0 CONCLUSION

Pour pouvoir satisfaire aux principes de durabilité de l'industrie minière et préserver son droit d'accéder aux ressources pour le profit de tous, l'industrie est consciente qu'il lui faut veiller à ce que les fermetures complètes de mines se fassent dans un contexte élargi d'équité sociale, d'équité économique et de développement durable.

Ce manuel présente un certain nombre d'aspects intrinsèquement associés à la fermeture, dont les exigences juridiques et réglementaires, les effets cumulatifs, les impacts sur la biodiversité locale et régionale, les changements climatiques, les opportunités d'utilisation de terres de l'après-mine, la caractérisation physique, chimique et géochimique des sols et des déchets miniers, ainsi que la conception technique des modelés de relief. L'interaction et la consultation avec la communauté sont considérées comme une partie intégrante de ce manuel. Les relations entre ces aspects à travers les sept phases d'un cycle minier, y compris la gestion de l'après-fermeture, sont discutées à mesure qu'un site progresse vers l'utilisation des terres après l'exploitation minière et la rétrocession.

Ce manuel présente le cadre de l'héritage des ressources minérales (figure 1) pour une discussion générale sur cette question d'héritage, de la nature cyclique des exploitations minières et des responsabilités ultérieures. Les liens étroits entre la découverte et l'utilisation des minéraux font participer les exploitations minières, les communautés et les pouvoirs publics, et ils sont illustrés simplement dans ce cadre de travail.

En ce qui concerne les mines en Australie, l'exécution de fermeture et de rétrocession planifiées est encore à ses débuts. Les exemples de plans de fermeture des mines appliqués de la conception jusqu'à la rétrocession restent limités. Ceci est essentiellement dû au calendrier de la plupart des exploitations minières et au développement relativement récent de la planification intégrée de la fermeture des mines. L'industrie minière peut toutefois faire valoir dans ce manuel certains de ses excellents travaux dans le secteur minéralier, où ont été appliqués les principes de meilleures pratiques de fermeture des mines.

Ce manuel met également l'accent sur les actions essentielles à la réalisation de la fermeture et de la rétrocession des mines :

- Discerner et aborder les problématiques de la fermeture devant être envisagées par une exploitation minière dans la *planification en vue de sa fermeture* jusqu'à sa rétrocession.
- Développer pour la planification de la fermeture une *approche de gestion des risques* s'appliquant dès la conception d'une mine jusqu'après sa fermeture et s'intégrant dans la planification pendant toute la durée de vie de cette mine.
- Accomplir les *activités de fermeture* associées à chaque étape du cycle de la LoM et les intégrer dans la pratique d'entreprise par l'intermédiaire de l'application progressive d'un système de fermeture.
- Comprendre quels sont *les processus et les outils* qui peuvent aider l'exploitation minière à mener à bien les meilleures pratiques dans la fermeture et la rétrocession minières.
- Comprendre le besoin *d'engagement avec les communautés et les autorités de contrôle* en mettant en place les meilleures pratiques de fermeture et en les appliquant lorsque la collectivité reçoit l'héritage des ressources.
- Collecter *de solides données de base de référence* et construire une *base de connaissances de haute qualité*, facilement accessible.
- Définir *des objectifs de fermeture et des critères d'achèvement* pendant la phase de planification minière en consultation avec les parties prenantes critiques, puis les revoir régulièrement à mesure que s'effectuent la recherche, le suivi et la réhabilitation progressive.

- Reconnaître que la caractérisation physique, chimique et géologique des sols et des déchets miniers est une importante composante de la conception et de la construction de modelés de terrain optimisés.
- Reconnaître que les résidus miniers doivent occuper un point d'attention unique dans la réhabilitation et la fermeture.
- Admettre que la gestion de l'eau et son interaction avec les modelés de mine est un élément critique de la fermeture.
- Prendre en compte la planification de la fermeture des mines et les *dispositions financières qui y sont associées* à travers la totalité des phases de la LoM, complétées d'estimations sur le provisionnement, la reddition réglementaire des comptes, la planification sur long terme de la LoM et les prévisions budgétaires.
- Savoir que le stade de *préparation au déclassé et à la fermeture* est critique et qu'il demande une concentration sur la responsabilité, la planification, les biens, les dessaisissements, la remédiation, l'infrastructure d'héritage, le suivi et la gestion de l'après-fermeture.
- Faire appel à une *planification avancée et prudente* pour veiller à ce que la transition vers l'utilisation de terres de l'après-mine et la rétrocession se fassent avec le moins de heurts possible.

Ce manuel insiste sur la nécessité pour une exploitation minière de se concentrer sur la définition d'objectifs et de critères d'achèvement de fermeture dont la finalité soit basée sur l'utilisation des terres de l'après-mine. Il encourage une planification systématisée de la fermeture, car les fermetures non planifiées ne sont pas rentables et ont souvent pour effet une réhabilitation en dessous des normes. Une reconnaissance précoce des coûts de fermeture de la mine favorise des stratégies améliorées d'exploitation en vue de planifier d'autres stratégies, pour l'atténuation. On peut ainsi anticiper sur une fermeture progressive et les activités de réhabilitation.

La fermeture et la réhabilitation de mines déterminent en fin de compte l'héritage laissé par l'utilisation des terres après la fermeture pour les générations futures. Si elles ne sont pas réalisées de manière planifiée et efficace tout au long de la LoM, un site peut s'avérer dangereux et constituer une source de pollution pour de nombreuses années à venir. L'objectif global de la fermeture et de la rétrocession des mines est d'éviter ou de minimiser les impacts négatifs environnementaux, physiques, sociaux et économiques sur le long terme, et également de créer des modelés de relief qui soient stables et adaptés à une certaine entente sur l'utilisation ultérieure des terres.

La valeur clé ajoutée et par suite l'analyse de rentabilisation en vue d'une planification précoce et détaillée de la fermeture proviennent de l'incorporation de décisions stratégiques de planification de fermeture et de gestion environnementale dans la planification de l'exploitation minière. Ceci permet à la mine de maximiser son efficacité dans l'affectation de ressources opérationnelles et dans la manutention de matériaux, de minimiser l'empreinte de perturbation et d'utiliser de précieuses ressources en eaux superficielles et profondes de façon écoefficace.

Désignée comme une haute priorité à tous les niveaux de gestion, l'intégration des éléments de la fermeture évoqués dans ce manuel comme faisant partie intégrante du quotidien d'une exploitation permettra à cette mine d'atteindre un stade où la possession d'une concession minière pourra être rétrocédée et où sa responsabilité sera acceptée par l'utilisateur suivant des terres. Pour parvenir à ceci dans un environnement rempli d'attentes croissantes de la part des autorités de contrôle et des parties concernées, il faut que les meilleures pratiques puissent être mises au point et qu'elles soient appliquées en consultation avec les parties prenantes locales. Non seulement la mise en œuvre d'une réhabilitation progressive et d'une fermeture systématisée autorisera l'utilisation des terres d'après-mine avec des résultats sociaux et écologiques plus satisfaisants, mais encore elle étiera et renforcera la position de l'industrie minière.

ANNEXE 1 : UNE VALEUR ENDURANTE : VUE D'ENSEMBLE SUR LES PRINCIPES ET LES ÉLÉMENTS CLÉS

En 2012, le Conseil australien des minéraux (Minerals Council of Australia) a examiné les 10 principes exprimés dans son cadre de travail pour le développement durable et l'industrie minière. Les principes révisés et les éléments associés figurent ci-dessous.

Principes clés et les éléments relatifs à la fermeture des mines

Principe 2 : intégrer des considérations sur le développement durable à l'intérieur du processus de prise de décision de l'entreprise

- Planifier, concevoir, faire fonctionner et fermer les exploitations d'une façon renforçant le développement durable (élément 2.2).

Principe 4 : appliquer des stratégies de gestion des risques reposant sur des données valides et scientifiquement reconnues

- Consulter les parties intéressées et affectées lors de l'identification, de l'évaluation et de la gestion de la totalité des impacts significatifs associés à nos activités sur la composante sociale, la santé, la sécurité, l'environnement et l'économie.
- Informer les parties potentiellement affectées sur les risques significatifs provenant des extractions minières, de l'exploitation de minerais et de métaux, et sur les mesures qui seront prises afin de contrôler de façon efficace les risques potentiels.

Principe 6 : rechercher une amélioration continue des performances environnementales

- Évaluer les impacts positifs, négatifs, indirects et cumulés des nouveaux projets, de l'exploration jusqu'à la fermeture (élément 6.1).
- Réhabiliter la terre perturbée ou occupée par les exploitations conformément aux utilisations des terres après la fin des activités minières (élément 6.3).
- Concevoir et planifier la totalité des opérations de manière à ce que des ressources adéquates soient disponibles pour répondre aux exigences de fermeture des exploitations (élément 6.5).

Principe 7 : contribuer à la conservation de la biodiversité avec des approches intégrées de planification d'utilisation des terres

- Soutenir un développement et une mise en œuvre de procédures scientifiquement reconnues, inclusives et transparentes en vue d'approches intégrant la planification de l'utilisation des terres, la conservation de la biodiversité et le secteur minier (élément 7.3).

Principe 9 : contribuer au développement social, économique et institutionnel des communautés dans lesquelles nous opérons.

- Contribuer au développement communautaire depuis le développement du projet jusqu'à sa fermeture en collaborant avec les communautés hôtes et leurs représentants (éléments 9.3).

Principe 10 : mettre en œuvre dans l'efficacité et la transparence un engagement, une communication et des dispositions vérifiées de manière indépendante de reddition de comptes avec les intervenants.

- S'engager vis-à-vis des parties prenantes et leur répondre à travers des processus de participation et de consultation ouvertes (élément 10.3).

ANNEXE 2 : LES PROBLÈMES, LES CONSÉQUENCES ET LES OPTIONS POUR RÉDUIRE LES IMPACTS

Les cavités souterraines et les puits

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Éboulement de chambre ou effondrement de cavité • Affaissement en surface	<ul style="list-style-type: none"> Comblement des niveaux supérieurs à l'aide de stériles minéralisés ou de pâte (en cours d'exploitation)
Affaissement de la surface planifiée • Impacts des eaux de ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> Intégration du modelé affaissé Détournement de cours d'eau
Drainage rocheux acide et pollution par hydrocarbures • Mauvaise qualité des eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Récupérer la nappe phréatique (inondation souterraine) Traitement et remplacement de l'eau acide, bactéries réductrices de sulfures Isoler les aquifères connus (fonctionnels) Galeries cimentées et scellées
Sécurité du public • Blessure ou mort humaine	<ul style="list-style-type: none"> Empêcher l'accès aux travaux de mine souterrains en comblant les descenderies aux entrées de tunnels ; concevoir ensuite des obturations en ciment (bouchon) mises en place sur les entrées et autres points d'accès (par exemple voies d'évacuation, mises à l'air libre)
Faune • Blessure ou mort • Perte de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> Prospections faunistiques Création d'habitats (chauves-souris) Empêcher les accès (voir ci-dessus)
Utilisations des terres d'après-mine	<ul style="list-style-type: none"> Engagement des parties prenantes à identifier les préférences des communautés Recherche Tourisme Élimination des déchets Bioréacteurs (production de méthane) Alimentation en eau

Fosses d'exploitations à ciel ouvert

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Drainage rocheux acide et production de lixiviats à partir de parois exposées • Qualité médiocre des eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Matériau de remplissage au-dessus du niveau piézométrique prévu pour être récupéré Maintenir la qualité de l'eau pendant l'exploitation Traiter l'eau (chaux) Sceller les surfaces au potentiel de génération de drainage rocheux acide Remplir les fosses avec de l'eau (par exemple détournement de cours d'eau ou récupération d'eaux souterraines)
Stabilité des cavités • Glissement de terrain • Éboulements de parois	<ul style="list-style-type: none"> Paroi haute en banquette et reprise de la forme de la paroi inférieure pour former un angle de pente stable Talus ou abattage à l'explosif de parois de banquette pour créer un angle sûr et stable Matériau de remplissage pour le support des parois internes
Sécurité du public et de la faune • Blessure ou mort	<ul style="list-style-type: none"> Les matériaux dangereux peuvent exiger d'être immédiatement recouverts (par exemple dans le cas de possibles combustions spontanées) Barrières pour dissuader l'accès des personnes Remblais de protection d'abandon en roche compétente (là où ceci est possible) et situés en dehors des zones d'instabilité des parois Clôture et signalisation

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Esthétique <ul style="list-style-type: none"> • Fort impact visuel • Réputation de l'industrie • Réaction négative du public 	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement des parties prenantes à identifier les perceptions des communautés • Revégétaliser les cavités alentour • Écrans • Création de marais • Matériau de remplissage ou effondrement avec revégétalisation des bermes
Utilisation des terres de l'après-mine	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement des parties prenantes en vue de déterminer des utilisations possibles • Aquaculture • Installations de loisirs • Zones éducatives • Stockage d'eau • Élimination des déchets domestiques et dangereux
Viabilité à long terme de la réhabilitation	<ul style="list-style-type: none"> • En cas de colmatage, traitement des adventices et revégétalisation

Installations d'entreposage de résidus

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Érosion et instabilité structurelle <ul style="list-style-type: none"> • Débordement suite à des crues • Niveaux de saturation élevés • Canalisation des matériaux en cours d'infiltration • Sédimentation • Érosion par inondation en surface des talus 	<ul style="list-style-type: none"> • Revue géotechnique / évaluation des risques à la fermeture • Intégrité depuis la phase de construction • Haute qualité de la gestion de production • Enrochement de protection • Contreforts • Contrôle du drainage • Couverture résistante à la corrosion • Intégration de la couverture dans le milieu environnant
Drainage rocheux acide <ul style="list-style-type: none"> • Instabilité interne et externe • Impacts de l'eau • Sol acide • Toxicité pour les systèmes biotiques • Émissions de gaz et émissions thermiques • Détérioration et défaillance de couverture 	<ul style="list-style-type: none"> • Caractérisation géochimique et décharge sélective • Études techniques et conception de couvertures et recouvrements afin de réduire les réactions de l'eau et de l'oxygène • Identification des sources et de la disponibilité des matériaux de couverture • Suivi de performance et d'intégrité de couverture • Stockage et sortie des systèmes de couverture • Utilisation comme matériau de remplissage des déchets dans les mines à ciel ouvert ou souterraines • Neutralisation (chaux) et traitement (bactéries réductrices de sulfures) • Ségrégation / isolement / encapsulation • Gestion et traitement de lixiviation passive
Poussières <ul style="list-style-type: none"> • Impact visuel • Effets de la pollution hors site • Flore et faune 	<ul style="list-style-type: none"> • Recouvrement des surfaces pour éviter l'érosion par le vent (couverture rugueuse, paillage rocheux) • Couverture humide / marais • Revégétalisation • Brise-vent • Paillage par projection hydraulique • Engagement des parties prenantes tenues informées des plans pour aborder les problèmes
Eaux souterraines <ul style="list-style-type: none"> • Contamination d'aquifères • Limitation d'utilisation bénéfique • Impact sur la recharge • Bombement localisé 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de charge hydraulique par évacuation des eaux • Intégrer les systèmes de capture / relâche • Faire appel à l'évapotranspiration • Boucher et couvrir par coupure de la capillarité • Détournements de drainage • Neutralisation et détoxification des infiltrations de résidus • Filtration des marais
Esthétique <ul style="list-style-type: none"> • Fort impact visuel • Réputation de l'industrie • Réaction négative du public 	<ul style="list-style-type: none"> • Conception efficace de modelés et de couvertures • Revégétaliser les surfaces

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Sécurité du public et de la faune <ul style="list-style-type: none"> Blessure ou mort 	<ul style="list-style-type: none"> Engagement des parties prenantes les informant de l'élaboration de plans d'action afin d'aborder les préoccupations du public Conception efficace des reliefs et des couvertures Restreindre l'accès
Viabilité à long terme de la réhabilitation <ul style="list-style-type: none"> Blessure ou mort 	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle du bétail et des animaux sauvages Suivi Lutte contre les adventices

Reliefs de stériles rocheux

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Érosion / instabilité <ul style="list-style-type: none"> Sécurité Sédimentation Défaillance de pente / tuyauterie 	<ul style="list-style-type: none"> Signalisation et rétention d'isolation Revégétalisation / réhabilitation Conception de relief appropriée pour les matériaux employés Gestion des eaux de surface (détournement de cours d'eau)
Eaux superficielles <ul style="list-style-type: none"> Charge de sédiments Eaux contaminées Impacts visuels Interruption de cours d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place de mesures de lutte contre l'érosion Contrôle du drainage Couvertures extérieures résistantes à l'érosion Caractérisation des matériaux Filtres de marais Confinement Revégétalisation
Eaux souterraines <ul style="list-style-type: none"> Contamination d'aquifères Limitation d'utilisation bénéfique Impact sur la recharge Bombement localisé 	<ul style="list-style-type: none"> Caractérisation des eaux, y compris géochimie Mise en place sélective de couvertures et de bouchons Emplacement par rapport aux modelés et au substrat Études hydrogéologiques avant mise en place
Drainage rocheux acide <ul style="list-style-type: none"> Instabilité interne et externe Impacts de l'eau Sol acide Toxicité pour les systèmes biotiques Émissions de gaz et émissions thermiques Détérioration et défaillance de couvertures 	<ul style="list-style-type: none"> Caractérisation géochimique et mise en place sélective de déchets Études techniques et conception de couvertures et recouvrements afin de réduire les réactions de l'eau et de l'oxygène Identification des sources des matériaux de couverture et leur disponibilité Suivi de performance et d'intégrité de couverture Stockage et sortie des systèmes de couverture Utilisation en matériau de remplissage de déchets dans les mines souterraines ou à ciel ouvert Neutralisation (chaux) et traitement (bactéries réductrices de sulfures) Ségrégation / isolement / encapsulation Gestion et traitement de lixiviation passive
Poussières <ul style="list-style-type: none"> Impacts visuels Effets de la pollution hors site Flore et faune 	<ul style="list-style-type: none"> Engagement des parties prenantes tenues informées des plans pour aborder les problèmes Recouvrement des surfaces pour éviter l'érosion par le vent (couverture rugueuse, paillage rocheux) Couverture humide / marais Revégétalisation Brise-vent Paillage par projection hydraulique
Esthétique <ul style="list-style-type: none"> Fort impact visuel Réputation de l'industrie Réaction négative du public 	<ul style="list-style-type: none"> Engagement des parties prenantes les informant de l'élaboration de plans d'action afin de répondre aux préoccupations du public Conception efficace de reliefs et de couvertures Modélisation afin de compléter les reliefs alentour Revégétalisation
Utilisation de terres de l'après-mine <ul style="list-style-type: none"> Perte de bénéfice économique 	<ul style="list-style-type: none"> Engagement des parties prenantes en vue de déterminer des utilisations Tourisme Agriculture Loisirs Ressource stockée

Usine de traitement, iÈ de bureaux et ateliers d'entretien

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Sels, métaux lourds et hydrocarbures <ul style="list-style-type: none"> • Sols contaminés • Eaux contaminées 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlèvement • Bioréhabilitation • Traitement • Isolation et encapsulation
Bâtiments / infrastructures <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité • Pollution 	<ul style="list-style-type: none"> • Avantages pour les parties prenantes • Registre des immobilisations • Installation communautaire ou touristique • Revente
Services	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclage • Registre des immobilisations
Béton <ul style="list-style-type: none"> • Pollution des sols 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlèvement / enfouissement • Recyclage
Drainage <ul style="list-style-type: none"> • Ruissellement contaminé 	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurer / modifier, détourner • Pièges à sédiments
Héritage avant / après exploitation minière	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement des parties prenantes • Tourisme
Compactage <ul style="list-style-type: none"> • Revégétalisation restreinte 	<ul style="list-style-type: none"> • Scarifiage profond

Communes minières

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Dislocation sociale <ul style="list-style-type: none"> • Chômage 	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement des parties prenantes • Conseil / maintien / placement • Relocalisation
Perte économique régionale <ul style="list-style-type: none"> • Disparition de petites entreprises 	<ul style="list-style-type: none"> • Capitaux de lancement pour de nouvelles industries alternatives • Engagement à long terme des parties concernées • Fourniture d'une industrie durable
Services sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement des parties prenantes • Options alternatives d'assistance
Infrastructure / bâtiments de sites urbains	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement des parties prenantes pour produire des informations sur la planification de la fermeture • Vente • Enlèvement • Transfert des immobilisations

Barrages de stockage d'eau

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Écosystèmes modifiés <ul style="list-style-type: none"> • Impacts sur bassins versants • Impacts sur la flore et la faune 	<ul style="list-style-type: none"> • Clôturer • Ouvrir une brèche dans paroi • Réhabiliter • Restaurer le drainage naturel
Barrages pour eaux de procédé <ul style="list-style-type: none"> • Sols / eaux contaminés 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlever les eaux et draguer les installations (opérationnel) • Réhabiliter
Envasement	<ul style="list-style-type: none"> • Système de drainage
Ombre en aval <ul style="list-style-type: none"> • Perte de végétation • Dégradation de sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Système de drainage
Stabilité à long terme <ul style="list-style-type: none"> • Éboulement de parois 	<ul style="list-style-type: none"> • Revue géotechnique et évaluation de risques
Qualité de l'eau <ul style="list-style-type: none"> • Salinité • Nutriments 	<ul style="list-style-type: none"> • Système en passage direct • Gestion de bassin-versant
Sécurité <ul style="list-style-type: none"> • Blessure ou mort 	<ul style="list-style-type: none"> • Restreindre l'accès (clôture)
Utilisation de terres d'après-mine	<ul style="list-style-type: none"> • Loisirs • Pâtures • Alimentation en eau • Transfert des immobilisations • Autre usage défini par parties prenantes

Infrastructure de services

PROBLÈMES ET CONSÉQUENCES	OPTIONS ET TECHNIQUES
Les services aériens (comme les lignes électriques, les routes, les lignes ferroviaires, les terrains d'aviation, les champs de forages, les ports) <ul style="list-style-type: none"> • Contamination des sols • Obstruction du drainage • Pertes de végétation 	<ul style="list-style-type: none"> • Engager les parties prenantes • Retirer l'infrastructure • Réhabiliter • Restaurer le drainage • Transférer les immobilisations
Services souterrains (comme les câbles électriques, la tuyauterie) <ul style="list-style-type: none"> • Peuvent être découverts pendant la réhabilitation 	<ul style="list-style-type: none"> • Doivent être maintenus en fonction de la profondeur • Retirer et récupérer • Réhabiliter
Mises à l'air libre / voies d'évacuation et tunnels de service <ul style="list-style-type: none"> • Blessure ou mort 	<ul style="list-style-type: none"> • Comblement et bouchage avec une structure technique bétonnée • Élimination des déchets

ANNEXE 3 : PLAN DE DÉCLASSEMENT DES RÉSIDUS

Avant que ne s'arrête la mise en dépôt de résidus, une activité respectueuse des meilleures pratiques consiste à planifier de façon proactive le déclassement et la réhabilitation de l'installation. Ceci doit être lancé par l'exploitant avec l'assistance de spécialistes qui coordonnent les disciplines appropriées en fonction des besoins. Au minimum, des spécialistes de l'ingénierie, de la géotechnique et de l'environnement seront requis ; des hydrologues (eaux superficielles et souterraines) et des géochimistes sont habituellement nécessaires pour fournir un plan de déclassement conceptuel, complet et adéquat.

Un plan de déclassement présente une évaluation détaillée de la situation actuelle de l'installation et des travaux supplémentaires d'ingénierie proposés dans le cadre de la fermeture finale et de la réhabilitation des installations de stockage des résidus (TSF).

Les informations que l'on s'attend à trouver dans un plan de déclassement d'une TSF comprennent :

- une description générale de l'installation dans sa totalité, avec historique des dépôts, techniques de construction utilisées et processus opérationnels ;
- un examen de la situation générale de la structure et des résidus qu'elle contient ;
- le relief actuel et sa relation avec la géométrie finale de stockage et la conception de la fermeture ;
- un plan actuel des relevés topographiques de l'installation (montrant les étapes des terrassements passés et futurs) ;
- un rapprochement des volumes stockés et des densités calculées (et du tassement en cours), avec les valeurs attendues du rapport de conception ;
- un examen des résultats de toutes les diverses formes de suivi et des revues formelles ;
- une évaluation des propriétés des résidus in-situ, de leur caractérisation physique, géochimique et édaphique, de leur stabilité, leurs propriétés géotechniques, structurelles, leur durabilité et leur résistance potentielle à l'érosion ;
- les matériaux contenus, les implications probables à la fermeture, dont la caractérisation toxicologique et radiologique le cas échéant ;
- la stratégie globale de fermeture pour le relief des TSF abordant des problèmes comme la rétention ou le drainage suite à des épisodes pluvieux, des types de couverture requise, de revégétalisation de résidus couverts ou non ;
- les stratégies à long terme de gestion des crues ainsi qu'une stratégie pour le confinement ou l'apport de pluies provenant d'une possibilité d'épisode pluvieux maximum ;
- les sources et les propriétés des matériaux devant servir dans le cadre des processus de déclassement, de couverture pour la fermeture et de réhabilitation ;
- les travaux proposés pour le drainage de surface ;
- la conception du génie civil, la construction et, en prévision de risques, les événements d'orage et la maintenance en cours ;
- la prise en compte et la gestion de risques dus à des événements extrêmes (sécheresse, inondations, incendies, séismes) après la fermeture ;
- le traitement des surfaces pour minimiser l'érosion (par recouvrement rocheux, par la végétation ou les deux) tout en protégeant la végétation et en orientant la conception de réhabilitation proposée et des travaux de stabilisation ;
- les exigences de suivi et d'audit pour le processus de fermeture et la protection ultérieure.

Après le déclassement d'une TSF, une personne qualifiée devrait évaluer l'installation et préparer un rapport qui :

- comprend une prospection de conformité intégrée, ainsi qu'un compte-rendu détaillé ;
- note que les variations par rapport aux exigences du plan originel de déclassement ont été approuvées et exécutées ;
- apporte les grandes lignes de la conformité projetée à travers des programmes définis de suivi ;
- propose un calendrier de suivi et d'étapes planifiées pour l'enlèvement, ainsi qu'une réduction progressive des responsabilités réglementaires.

GLOSSAIRE ET ACRONYMES

Activité minière (*Mining activity*)

Extraction, concentration ou fusion, ou les deux, de minerais à valeur économique à partir de gisements minéraux. Comporte l'exploration, la mise en valeur des gisements minéraux, la construction de la mine, l'exploitation (extraction et traitement de minerai) et la fermeture.

Analogue (*Analogue*)

Formation non exploitée pouvant servir d'élément de comparaison pour une formation exploitée par une mine.

Analogue naturel (*Natural analogue*)

Relief non exploité auquel un modelé de relief résultant de la mine peut être comparé afin d'édifier des reliefs durables pour l'après-mine.

Analyse des risques (*Risk analysis*)

Processus systématique servant à comprendre la nature des risques et à les réduire. Elle fournit une base à l'évaluation des risques et des décisions sur le traitement des risques.

Analyse fonctionnelle d'écosystème (*Ecosystem function analysis*)

Procédure utilisée par certaines mines pour évaluer le fonctionnement et la récupération des écosystèmes à la suite d'une perturbation. Les trois composantes d'une analyse fonctionnelle d'écosystème sont l'analyse de fonction de paysage, la dynamique de la végétation et la complexité de l'habitat.

Angle de talus naturel (*Angle of repose*)

Angle maximum formé sur l'horizontale par un matériau donné reposant sur une surface donnée sans glisser ni rouler.

Assèchement (*Dewatering*)

Retrait de l'eau d'une pulpe par épaissement, filtration ou centrifugation.

Autorité responsable (*Responsible authority*)

Tout organisme gouvernemental ayant le pouvoir d'approuver des activités associées au processus de fermeture.

Banquette (*Berm*)

Plate-forme ou assise construite dans un remblai ou une paroi inclinée pour casser la continuité d'une pente autrement longue afin d'en renforcer et d'en augmenter la stabilité, capter ou arrêter les matériaux boueux sur la pente, ou contrôler le flot de ruissellement et l'érosion.

Biodiversité (*Biodiversity*)

La variété de la vie sur notre planète, mesurable comme étant la variété entre les espèces et la variété des écosystèmes.

Caution (*Security*)

Instrument financier enregistré auprès de l'autorité responsable et approprié pour couvrir le coût estimé de la fermeture.

Collectivité ou communauté (*Community*)

En termes d'industrie minière, habitants des zones immédiatement voisines et affectées par les activités d'une exploitation minière. « Communauté locale » désigne en général la communauté au sein de laquelle les opérations sont situées. Elle peut comprendre des peuples autochtones et non autochtones.

Comblement (*Backfilling*)

Comblement d'une excavation ou d'une cavité

Comptabilité acide-base (*Acid-base accounting*)

Technique analytique déterminant l'acidité potentielle maximale pouvant être générée par l'oxydation des sulfures est comparée au potentiel de neutralisation de la roche ou des résidus. Il sert également à prévoir le potentiel du matériau pouvant être producteur d'acidité, neutre ou producteur d'alcalinité.

Conductivité hydraulique (*Hydraulic conductivity*)

Mesure de la capacité d'un matériau poreux à faire passer de l'eau. Connue autrement sous le terme de perméabilité (à l'eau).

Consultation (*Consultation*)

Fourniture d'information, de conseil et recherche de réponses sur un événement, une activité ou un processus en cours ou proposés.

Contrôle des risques (*Risk control*)

Processus, politique, dispositif, pratique ou toute autre mesure en place agissant afin de minimiser les risques négatifs ou de renforcer les opportunités positives.

Coupe de capillarité (*Capillary break*)

Couche de matériau grossier ayant une ascension capillaire limitée ; intercalé entre deux matériaux de texture plus fine, le matériau grossier évite le mouvement vertical d'eau (et des sels associés) par tension de surface entre ces matériaux fins inférieurs et supérieurs.

Couverture aqueuse (*Water cover*)

Couche d'eau superficielle (par exemple dans une installation de stockage des résidus ou une fosse) ou d'eau profonde (par exemple dans une fosse comblée) visant à limiter l'entrée d'oxygène dans des matériaux générant du DMA).

Couverture du sol (*Soil cover*)

Une ou plusieurs couches de matériaux semblables à du sol destinés à limiter la percolation des pluies ou l'entrée d'oxygène, ou les deux, dans des matériaux susceptibles de DMA.

Critères d'achèvement (*Completion criteria*)

Normes convenues ou niveaux de performance indiquant le succès pour une réhabilitation et permettant à l'exploitant de déterminer le moment où cesse son obligation vis-à-vis de la zone.

Critères de risques (*Risk criteria*)

Terme de référence servant à évaluer la signification de risques.

Cycle de vie (*Life cycle*)

Totalité des étapes de l'obtention d'un produit ou du développement d'une mine. Une société doit examiner chaque étape du cycle de vie d'un produit, y compris celles qui sont facilement perdues de vue comme ce qu'il advient d'un produit au-delà de sa vie utile. Ces étapes de façon typique comportent l'extraction et le traitement de matériaux, la fabrication, le transport, la distribution, l'utilisation, la réutilisation, la maintenance, le recyclage et l'élimination finale.

Danger (*Hazard*)

Source de dommage potentiel.

Débordement (*Overtopping*)

Eau ou pulpe de résidus s'échappant du haut d'une structure de confinement.

Déchet réactif (*Reactive waste*)

Déchet réagissant à l'exposition à l'oxygène.

Déclassement (*Decommissioning*)

Commence avec la cessation de la production, lorsque l'infrastructure, l'usine et l'équipement sont isolés des services comme l'électricité et l'eau. Cela comprend communément le retrait (démantèlement ou démolition) d'usines et d'équipements non voulus. Des installations individuelles peuvent être déclassées et retirées si elles ne sont plus nécessaires tandis que l'exploitation minière et les opérations de traitement se poursuivent.

Dessiccation (*Desiccation*)

Séchage, retrait et fendillement de la surface de résidus par évaporation due au soleil.

Développement durable (*Sustainable development*)

Développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.

Données de base de référence (*Baseline data*)

Études effectuées pour décrire les conditions existantes avant qu'une action soit entreprise.

Drainage acide et métallifère (*Acid and metalliferous drainage*)

Traditionnellement évoqué sous le terme de (« drainage minier acide » ou de « drainage rocheux acide », il comprend à la fois le drainage acide et le drainage proche de la neutralité, mais métallifère.

Drainage minier acide (DMA) (*Acid mine drainage, AMD*)

Drainage acide issu des déchets miniers et résultant de l'oxydation de sulfures comme la pyrite.

Drainage souterrain (*Under-drainage*)

Fourniture de drains en dessous d'un dépôt de résidus afin de faciliter leur égouttement.

Eau surnageante (*Supernatant water*)

Eau formant une mare à la surface de résidus suite à la sédimentation de pulpes de résidus déposés.

Eaux souterraines (*Groundwater*)

Eaux en dessous de la surface terrestre et remplissant les pores dans des milieux poreux comme le sol, la roche, le charbon et le sable pour former d'ordinaire des aquifères. Dans certaines juridictions, la profondeur sous la surface du sol sert également à définir les eaux souterraines (divers états utilisent toutefois diverses profondeurs).

Eaux superficielles (*Surface water*)

Totalité de l'eau ouverte naturellement vers l'atmosphère, à l'exception des océans et des estuaires.

Écosystème (*Ecosystem*)

Système dont les membres bénéficient mutuellement de la participation des autres par le biais de relations symbiotiques (relations de bilan positif). C'est un terme provenant de la biologie et faisant référence à des systèmes autosuffisants.

Écosystème fonctionnel (*Functional ecosystem*)

Écosystème stable (non soumis à de forts taux d'érosion), efficace pour la rétention de l'eau et des nutriments, et autosuffisant.

Encapsulation (*Encapsulation*)

Consiste à entourer un déchet réactif dans des matériaux inoffensifs qui l'isolent des flux d'oxygène, d'eau, ou des deux.

Engagement (*Engagement*)

Exprimé le plus simplement possible, il s'agit de communiquer efficacement avec les gens qui affectent et sont affectés par les activités d'une société (ses interlocuteurs). Un bon processus d'engagement implique de façon typique l'identification des parties prenantes en priorité, l'organisation de dialogues afin de comprendre leurs intérêts pour certains points ainsi que toute préoccupation qu'elles pourraient exprimer, la recherche en concertation avec elles de moyens pour aborder ces questions et le retour d'information sur les mesures prises. À un niveau plus complexe, l'engagement est un moyen de négocier des résultats convenus sur des questions de préoccupation ou d'intérêt mutuel.

Engagement communautaire (*Community engagement*)

Liaison délibérée et stratégique avec les communautés et les individus qui vivent à proximité immédiate ou sont potentiellement affectés par les activités minières. L'engagement de façon typique implique l'identification et la priorisation des parties prenantes, l'organisation de dialogues afin de comprendre leurs intérêts dans certaines questions ainsi que toute préoccupation qu'elles pourraient exprimer, la recherche en concertation avec elles de moyens pour aborder ces questions, et assurer le retour d'information sur les mesures prises.

Entretien et maintenance (*Care and maintenance*)

Phase consécutive à une cessation temporaire d'exploitation, lorsque les infrastructures, l'usine et les équipements restent intacts et sont entretenus dans l'attente d'une reprise de production. Peut également être mentionnée en tant que « fermeture temporaire » ; un tel site peut être décrit comme étant « inactif ».

Espèce pionnière (*Pioneer species*)

Première espèce à recoloniser une zone de perturbation.

Espèce récalcitrante (*Recalcitrant species*)

Espèce qu'il est difficile de réinstaller.

Espèces endémiques (*Endemic species*)

Animaux ou plantes indigènes limités à une localité ou une région géographique.

Estimation selon les Normes internationales d'information financière (*IFRS, International Financial Reporting Standards*)

Comprend uniquement la responsabilité figurant sur le bilan à la date de reddition des comptes (31 décembre ou 30 juin).

Évaluation de risques (*Risk evaluation*)

Processus de comparaison du niveau de risques par rapport aux critères de risques.

Évaluations déterministes (*Deterministic estimates*)

Estimations de valeur (coût ou bénéfice) résultant d'un événement et exprimées en tant que moyenne unique, valeur modale ou gamme de valeurs simples (par exemple minimum, maximum, meilleur).

Évaporation (*Evaporation*)

Processus par lequel l'eau passe d'un état liquide à un état de vapeur pour se perdre dans l'atmosphère.

Exploration (*Exploration*)

Recherche de gisements minéraux. Elle comprend la délimitation des gisements à l'aide de forages et d'échantillonnages.

Géomembrane (*Geomembrane*)

Feuille fabriquée pour présenter une faible perméabilité, par exemple en polyéthylène haute densité.

Géotechnique (*Geotechnical*)

Relatif à l'ingénierie du sol et des structures en terre.

Gestion adaptative (*Adaptive management*)

Processus systématique visant l'amélioration continue des politiques et des pratiques de gestion grâce à l'enseignement retiré des résultats des programmes opérationnels. Le *Guide de bonnes pratiques : exploitation minière et biodiversité (Good practice guidance on mining and biodiversity)* de l'ICMM décrit la gestion adaptative comme consistant à « faire-observer-évaluer-réviser ».

Gestion des résidus (*Tailings management*)

Gestion de résidus au-delà de leur cycle de vie, comprenant leur production, transport, mise en place et stockage, ainsi que la fermeture et la réhabilitation des installations de stockage de résidus.

Gestion des risques (*Risk management*)

Processus et structures orientés vers la réalisation d'opportunités potentielles tout en maîtrisant des effets défavorables.

Impact sur l'environnement (*Environmental impact*)

Dommage portant préjudice à l'environnement.

Impact sur les communautés (*Community impact*)

Dommage portant préjudice aux communautés voisines.

Inclinaison des talus (*Batter slope*)

Creusement ou inclinaison d'une paroi en passes successives.

Indicateur écologique (*Environmental indicator*)

Paramètre (ou valeur découlant d'un paramètre) fournissant des renseignements sur un phénomène environnemental.

Installations de stockage de résidus (*TSF, Tailings storage facility*)

Zone servant à contenir des résidus ; sa fonction première est de réaliser une sédimentation des solides avec consolidation et dessiccation, ainsi que de faciliter la récupération ou l'enlèvement d'eau sans affecter l'environnement. Terme se rapportant à toute l'installation et pouvant comprendre un ou plusieurs stockages de résidus.

Intendance (*Stewardship*)

Programme intégré de mesures destinées à assurer que la totalité des matériaux, des processus, des marchandises ou des services qui sont produits, consommés et éliminés le long de la chaîne de valeurs, soit gérée de manière respectueuse de la société et de l'environnement. Ceci englobe le produit, le procédé et l'intendance. Également désigné sous le terme intendance des matériaux.

Intendance des ressources (*Resource stewardship*)

Programme de mesures veillant à ce que les ressources entrant dans un projet, dont les minéraux, l'eau, les produits chimiques et l'énergie soient gérées de façon la plus efficace et la plus appropriée.

Lixiviation en tas (*Heap leach*)

Utilisation de produits chimiques afin de dissoudre des minéraux ou des métaux pour les extraire des tas de minerais. Au cours de la lixiviation en tas de l'or, une solution de cyanure passe par percolation à travers du minerai broyé disposé sur une plate-forme imperméable ou une plaque de pose.

Meilleures pratiques (*Leading practice*)

Meilleures pratiques actuelles disponibles favorisant le développement durable.

Méthode de construction ou de remontage en amont (*Upstream method, construction or raising*)

Construction de murs de rétention de résidus dans une direction vers l'amont au sommet de résidus consolidés et desséchés, au moyen de stériles minéralisés ou de résidus.

Mine ou site abandonné (*Abandoned mine or site*)

Mine dont le permis d'exploitation ou le titre n'existe plus, et où la responsabilité de réhabilitation ne peut pas être attribuée à un individu, une société ou une organisation qui étaient à l'origine des activités minières.

Modèle de blocs (*Block model*)

Modèle en trois dimensions de la distribution de minerai et des matériaux de déchets aux propriétés géochimiques différentes (mines métallifères).

Mur de protection (*Bund*)

Digue en terre pour la rétention. Retenue de faible hauteur souvent construite autour des zones de déversements possibles pour en retenir le volume éventuel et réduire les risques de contaminations environnementales.

Organisation non gouvernementale (ONG) (*Non-government organisation, NGO*)

Groupe ou association à but non lucratif, organisé en dehors des structures politiques institutionnelles dans le but de réaliser certains objectifs sociaux (comme la protection de l'environnement) ou de servir des groupes cibles particuliers (comme les peuples autochtones). Les activités des ONG couvrent la recherche, la circulation d'informations, la formation, l'organisation locale, le service communautaire, le plaidoyer juridique, la pression en vue de changements de lois et la désobéissance civile. Au point de vue de la taille, les ONG vont du petit groupe à l'intérieur d'une communauté précise à des groupes correspondant à une adhésion massive de portée nationale ou internationale.

Parties prenantes (*Stakeholders*)

Personnes et organisations pouvant affecter, ou être affectées, ou se sentir affectées par une décision, une activité ou un risque.

Permis (*Tenement*)

Instrument légal fournissant un accès à la terre aux fins d'exploitation.

Permis d'exploitation (*Licence to operate*)

Permission que le gouvernement accorde à l'industrie minière, par le biais d'accords formels législatifs et légaux, afin d'extraire et de produire des minéraux à partir d'opérations spécifiques.

Permis social d'opérer (*Social licence to operate*)

Reconnaissance et acceptation de la contribution d'une société à la communauté au sein de laquelle elle opère, allant au-delà des exigences légales de base pour développer et maintenir avec les parties prenantes des relations constructives nécessaires à la durabilité de l'entreprise. L'entreprise de façon globale fait tout son possible pour obtenir des relations reposant sur l'honnêteté et le respect mutuel.

Planification de la fermeture (*Closure planning*)

Processus qui s'étend sur le cycle de vie d'une mine et typiquement se termine avec la rétrocession de la concession. Il comprend le déclassement et la réhabilitation. Le terme « fermeture » sert quelquefois à indiquer le point où s'arrête l'exploitation, où l'infrastructure est retirée et où la gestion du site se limite en majorité à la surveillance (ICMM).

Propriétaire foncier (*Landholder*)

Propriétaire de terre en pleine propriété, détenteur de propriété louée à bail ou toute personne ou organisme occupant ou ayant des droits acquis sur une terre en pleine propriété ou en bail.

Provenance locale (*Local provenance*)

Plantes provenant d'une zone indigène proche de celle où elles seront replantées (par exemple même zone locale).

Provision pour fermeture (*Closure provision*)

Imputation à l'exercice financier reposant sur une estimation des coûts des activités de fermeture.

Pulpe (*Slurry*)

Solide finement divisé et qui s'est déposé à l'extérieur d'épaississeurs.

Pulpe de résidus (*Tailings slurry*)

Solides de résidus contenus dans l'eau de procédé et qui sont produits dans l'usine de traitement à une densité faible, qui s'échouent selon une pente plate, subissent une ségrégation en bas de plage et produisent une quantité considérable d'eau surnageante.

Réhabilitation (*Rehabilitation*)

Le fait de rendre une installation de stockage de résidus sûre, stable et non polluante à long terme en prenant en compte les utilisations bénéfiques du site et des terrains alentour.

Remédiation (*Remediation*)

Nettoyage ou atténuation d'eaux ou de sols contaminés.

Remise en état (*Reclamation*)

Traitement dans une fin utile de terres précédemment dégradées et souvent contaminées. Terme souvent utilisé en dehors de l'Australie à la place de « réhabilitation ».

Résidus (*Tailings*)

Combinaison de matériaux solides de granulation fine restant après que les métaux et minéraux récupérables aient été extraits du minerai concassé et broyé, et de toute eau de procédé restante.

Résidus épaissis (*Thickened tailings*)

Résidus épaissis sous une densité élevée, qui s'échouent sur une pente plus forte et se séparent moins que les pulpes de résidus, en produisant beaucoup moins d'eau surnageante.

Retenue (*Embankment*)

Mur de rétention de résidus ou de rétention d'eau.

Rétrocession (*Relinquishment*)

Approbation formelle par l'autorité compétente de réglementation, stipulant que les critères d'achèvement pour une mine ont été atteints de manière satisfaisante aux yeux de cette autorité.

Revêtement (*Liner*)

Base de faible perméabilité comprenant de l'argile compactée, avec ou sans géomembrane ou géosynthétique (argile pouvant être incluse en « sandwich »).

Ripicole (*Riparian*)

Se situant ou se rapportant aux rives d'une étendue d'eau, en particulier un cours d'eau comme une rivière.

Risque (*Risk*)

Chance qu'une chose se produise qui aura un impact sur les objectifs. Il est souvent spécifié en termes d'événement ou de circonstance et des conséquences qui peuvent en résulter.

Risques opérationnels (*Operational risks*)

Risques qui se concentrent sur des aspects d'une opération pouvant être davantage propres au processus minier et aux opérations d'une mine au jour le jour.

Risques stratégiques (*Strategic risks*)

Risques relatifs à l'interdépendance entre les activités d'une exploitation et l'environnement des affaires au sens plus large.

Sédimentation (*Sedimentation*)

Séparation de solides à partir d'une solution aqueuse.

Site contaminé (*Contaminated site*)

Site sur lequel des substances dangereuses se trouvent à des concentrations supérieures à celles des niveaux naturels et où les estimations montrent que cela pose ou va vraisemblablement poser des dangers immédiats ou à long terme pour la santé humaine ou l'environnement (Mesure de protection nationale de l'environnement, évaluation de la contamination du site, 1999) (*National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Measure 1999*).

Site orphelin (*Orphan site*)

Mine abandonnée pour laquelle il n'existe plus de partie responsable, ou dont la partie responsable ne peut pas être localisée.

Sol dispersif (*Dispersive soil*)

Sol de structure instable et qui se disperse dans l'eau en particules élémentaires (comme le sable, le limon et l'argile). Les sols dispersifs tendent à être fortement sujets à l'érosion et opposent ces problèmes à une gestion réussie de terrassements.

Stériles rocheux (*Waste rock*)

Roche de valeur non économique extraite du sol au cours d'une extraction visant à accéder à du minerai.

Succession (*Succession*)

Processus naturel du changement de communauté se terminant par le développement d'une association climatique d'une zone.

Surface extérieure ou en aval (*Downstream or outer face*)

Périmètre externe d'une installation de stockage des résidus, exposée à l'environnement.

Système de contrôle des infiltrations (*Seepage control system*)

Peut comporter une fondation compactée ou un revêtement (argile compactée ou géomembrane) avec un système de récupération sous un drainage.

Système de gestion environnementale (*Environmental management system*)

Outil servant à gérer l'impact qu'une organisation peut avoir sur l'environnement. Il fournit une approche structurée de la planification et de l'application des mesures de protection de l'environnement.

Tas de minerai de faible teneur (*Low-grade ore stockpile*)

Matériau qui a été extrait et mis en tas de stockage, ayant une valeur suffisante pour justifier un traitement, soit en mélange homogène avec de la roche de plus haute teneur, soit seul lorsque le minerai à forte teneur est épuisé, mais le plus souvent laissé en tant que « déchet ».

Temps de latence (*Lag time*)

Délai entre la perturbation ou l'exposition à des matériaux acidogènes et l'apparition de drainage acide.

Utilisation des terres de l'après-mine (*Post-mining land use*)

Utilisation de terres ayant lieu après que les activités minières se soient arrêtées.

Valeur actuelle nette (VAN) (*Net present value, NPV*)

Mesure servant à déterminer si l'on effectue un investissement. Elle se calcule en ajoutant la totalité des bénéfices attendus et en soustrayant la totalité des dépenses attendues de l'investissement, à présent et dans l'avenir. Si la VAN est négative, l'investissement ne peut pas se justifier par les rapports attendus. Si la VAN est positive, cela peut alors être justifié financièrement.

Valeur endurente (*Enduring Value*)

Le cadre de l'industrie minière australienne pour le développement durable (*Australian Minerals Industry Framework for Sustainable Development*), établi par le Conseil australien sur les minéraux (*MCA, Minerals Council of Australia*), s'aligne sur les initiatives de l'industrie à l'échelle mondiale et fournit en particulier des directives critiques sur le cadre des principes de développement durable de l'ICMM (Conseil international des mines et métaux) et leur application au niveau opérationnel. Se reporter à MCA (2004) pour davantage de renseignements.

Végétation restante (*Remnant vegetation*)

Végétation indigène demeurant après un dégagement des emprises à grande échelle.

RÉFÉRENCES

ANCOLD (Australian National Council on Large Dams) (2012), *Guidelines on tailings dams: planning, design, construction, operation and closure*, Hobart: ANCOLD.

Anderson, K, Lacy, H, Jeanes, B, Bouwhuis E (2002), 'Ecosystem function analysis monitoring of the decommissioned Bottle Creek mine site (1998–2001)', in proceedings of a biannual workshop, Kalgoorlie: Goldfields Environmental Management Group.

ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency) (2005), Code of practice and safety guide: radiation protection and radioactive waste management in mining and mineral processing, ARPANSA, <http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps9.pdf>.

Bennett, K, Lacy, H (2012), 'Closure planning and decommissioning of tailings storage facilities', in Fourie, AB, Tibbett, M, *Mine closure 2012*, proceedings of the Seventh International Conference on Mine Closure, Australian Centre for Geomechanics.

Brereton, D, Franks, DM, Everingham, J, Porter, M. (2012), *Governance strategies to manage and monitor cumulative impacts at the local and regional level*, Australian Coal Association Research Program project C19025 final report, Centre for Social Responsibility in Mining, University of Queensland, Brisbane.

Brundtland Report (1987), *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press.

Cavaye, J (2003), *National Action Plan for Salinity and Water Quality: integrating economic and social issues in regional natural resource management planning*, Queensland Department of Natural Resources, Mines and Water, http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0007/286999/integrating-economic-and-social-issues-in-regional-natural-resource-management-planning.pdf.

CERCLA (1980), *The Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act of 1980, enforced by Environmental Protection Authority (EPA)*, Office of the Law Revision Counsel of the US House of Representatives.

CSIRO-BoM (CSIRO and Australian Bureau of Meteorology) (2007), *Climate change in Australia: technical report 2007*, CSIRO.

Cubasch, U, Wuebbles, D, Chen, D, Facchini, MC, Frame, D, Mahowald, N, Winther J-G (2013), 'Introduction', in Stocker, TF, Qin, D, Plattner, G-K, Tignor, M, Allen, SK, Boschung, J, Nauels, A, Xia, Y, Bex, V, Midgley, PM (eds), *Climate change 2013: the physical science basis*, contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016a), *Biodiversity management*, Australian Government, Canberra

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016b), *Community engagement and development*, Australian Government, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016c), *Mine rehabilitation*, Australian Government, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016d), *Preventing acid and metalliferous drainage*, Australian Government, Canberra.

Duinker, P, Greig, L (2007), 'Scenario analysis in environmental impact assessment: improving explorations of the future', *Environmental Impact Assessment Review*, 27(3):206–219.

Envac (Environment Security Initiative) (2005), *Mining for closure: policies and guidelines for sustainable mining practice and closure of mines*, South East Europe, UNEP, UNDP, OSCE, NATO.

Haymont, R, Clements, E, Lacy, H (2008), 'Closure through a process of collaboration: suggestions as to how mining companies and contractors can work together to make closure processes successful', in Fourie, A (ed.), *Proceedings 2008 International Seminar on Rock Dumps, Stockpiles and Heap Leach Pads*, Perth, Western Australia, 5–6 March 2008, Australian Centre for Geomechanics.

Huxham, C (2003), 'Theorizing collaboration practice', *Public Management Review*, 5(3):401–423.

IAEA (International Atomic Energy Agency) (2002), *Monitoring and surveillance of residues from the mining and milling of uranium and thorium*, Safety Reports series no. 27, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1146_scr.pdf.

ICMM (International Council on Mining and Metals) (2003), *Mining, Minerals and Sustainable Development Project: 10 principles*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/our-work/sustainable-development-framework/10-principles> (accessed 9 June 2014).

ICMM (International Council on Mining and Metals) (2006), *Planning for integrated mine closure: toolkit*, ICMM, London.

ICMM (International Council on Mining and Metals) (2008), *Planning for integrated mine closure: toolkit*, ICMM, London, ISBN: 978-0-9553591-8-7, Linda Starke (ed.).

ICMM (International Council on Mining and Metals) (2010), *Mining and biodiversity: a collection of case studies*, ICMM, London.

ICMS (International Council on Monuments and Sites) (2013), *The Burra Charter: the Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance*, Australia ICOMAS.

INFFER (Investment Framework for Environmental Resources) (2011), Future Farm Industries CRC, www.inffer.com.au.

Jewell, R (2005), 'Introduction, Section 1', in Jewell, RJ, Fourie, AB (eds), *Paste and thickened tailings: a guide*, 2nd edition, University of Western Australia Press, Crawley, Western Australia.

Lacy, HWB, Barnes, KL (2006), 'Tailings storage facilities decommissioning planning is vital for successful closure', in Fourie, A, Tibbett, M (eds), *Proceedings of the First International Seminar on Mine Closure*, Australian Centre for Geomechanics (pp. 139-148), Perth.

Lacy, H, Bennett, KE (2015), 'Updating Australia's leading practice sustainable development (LPSD) mine closure handbook for 2015: closing the gaps and understanding the mineral resource legacy', in Fourie, AB, Tibbett, M, Sawatsky, L, van Zyl, D (eds), *Mine closure 2015*, InfoMine Inc., Canada, 978-0-9917905-9-3.

Lacy, H, Haymont, R, (2005), *Co-operative partnership and innovation in the planning and execution of the decommissioning of the Mt McClure gold project*, Minerals Council of Australia, Alice Springs.

Lacy, H, Haymont, R (2006), 'Cooperative partnership and innovation in the planning and execution of the decommissioning of the Mt McClure Gold Project', in *Proceedings 2006 Kalgoorlie Workshop*, Goldfields Environmental Management Group, Kalgoorlie, Western Australia.

Laurence, D (2002), 'Optimising mine closure outcomes for the community: lessons learnt', *Minerals and Energy*, (17):27-34.

McCarthy, B, Milsom, J, Logan, S, McDonald, G, Purtil, J. (1998) *Red Dome Mine Closure - Addressing Mine Site Contamination Issues for Lease Relinquishment*. AusIMM '98' - The Mining Cycle, Mount Isa 19-23 April 1998.

Mason, L, Unger, C, Lederwasch, A, Razian, H, Wynne, L, Giurco, D (2013), *Adapting to climate risks and extreme weather: a guide for mining and minerals industry professionals*, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast.

MCA (Minerals Council of Australia) (2004), *Enduring value: the Australian minerals industry framework for sustainable development*, MCA, Canberra.

Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and human well-being: synthesis*, Island Press, Washington DC.

Pearman, G (2009), *101 things to do with a hole in the ground*, Post-Mining Alliance, Eden Project, Cornwall, UK.

PMSEIC (Prime Minister's Science, Engineering and Innovation Council) (2005), *Biodiscovery*, PMSEIC, Canberra.

Potts, R, Lacy, H (2008), 'Commitment, experience and teamwork: the key to a successful mine closure works programme at Tanami Mine Site', in Weiersbye, I, Fourie, A, Tibbett, M (eds), *Proceedings of the Third International Seminar on Mine Closure*, Indaba, 14-17 October 2006, Perth, Western Australia.

QEPA (Queensland Environmental Protection Agency) (2006), *Rehabilitation requirements for mining projects*, QEPA, Brisbane.

Scott, PA, Eastwood, G, Johnston, G, Carville, D (2000), 'Early exploration and pre-feasibility drilling data for the prediction of acid mine drainage for waste rock', in *Proceedings of the Third Australian Acid Mine Drainage Workshop*, Townsville.

Slight, M, Lacy, H (2015), 'Managing and estimating closure and reclamation liabilities - a practitioners view. 2015 National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation, Lexington, KY *Reclamation Opportunities for a Sustainable Future* June 6-11, 2015. RI Barnhisel (ed.). Published by ASMR, 3134 Montavesta Rd., Lexington, KY 40502.

Standards Australia / Standards New Zealand (2009), *Risk management—principles and guidelines*.

Unger, C, Lechner, AM, Glenn, V, Edraki, M, Mulligan, DR (2012), 'Mapping and prioritising rehabilitation of abandoned mines in Australia', in Fourie, AB, Tibbett, M (eds), *Mine closure 2012*, Proceedings of the Seventh International Conference on Mine Closure, Australian Centre for Geomechanics.

US Congress (2007/2009), *The Hardrock Mining and Reclamation Act of 2007* (2262) and 2009 (699 and 769), House of Representatives 2007 and 2009, 110th Congress, 2007-2009. Text as of Nov 05, 2007 (Referred to Senate Committee).

Veolia (2016),
<http://www.veolia.com.au/sustainable-solutions/community-development/woodlawn-bioreactor>.



Programme des bonnes pratiques pour le développement durable de l'industrie minière