



Australian Government



ÉVALUATION DES PERFORMANCES : SUIVI ET AUDIT

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

Août 2016



ÉVALUATION DES PERFORMANCES : SUIVI ET AUDIT

*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 développée par un groupe de travail d'experts en industrie et de représentants gouvernementaux et non-gouvernementaux. La démarche de ce groupe de travail est sincèrement appréciée.

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 aient été faits pour garantir que les contenus de cette publication sont dans les faits corrects, 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 présent à l'esprit qu'il a été conçu comme une référence générale et qu'il n'a pas été conçu dans le but de remplacer les conseils d'un professionnel pertinents aux circonstances particulières d'un particulier. La référence aux sociétés ou produits dans ce manuel ne doivent pas être considérés comme ayant l'approbation du Gouvernement Australien de ces sociétés ou leurs produits.

Le soutien pour le LPSDP a été prévu par le programme d'aide australien géré par le Département des Affaires Etrangères 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.

Image de couverture : Deleeze Mackey, conseiller environnemental à la mine de charbon de Hail Creek, faisant un suivi de la végétation sur le site de la mine. Source : Rio Tinto Coal Australia.

© Commonwealth of Australia 2016

Ce travail est protégé par un droit 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 2600 ou postées sur www.ag.gov.au/cca

Août 2016.

Source :

REMERCIEMENTS	vi
AVANT-PROPOS	ix
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 La portée et l'historique	1
1.2 Le rôle du suivi et de l'audit dans les bonnes pratiques	2
1.3 La responsabilité sociale des entreprises	5
1.4 Les carences dans les pratiques de suivi et d'audits actuels	8
1.5 Les liens aux processus d'évaluation des impacts	8
1.6 Le suivi et l'évaluation des impacts cumulatifs	10
2.0 DÉVELOPPEMENT DURABLE	19
2.1 Les principes de base	19
2.2 Les standards nationaux et internationaux	19
2.3 La planification, la gestion et la réduction des risques	25
3.0 LE SUIVI : CONCEPTION	26
3.1 Le programme de gestion des risques	26
3.2 Le programme et gestion de la mine pendant toute sa durée de vie	28
3.3 Les ajustements pour les changements dans le plan de la mine	31
3.4 L'engagement de la communauté dans la conception du programme de suivi	33
3.5 Les éléments du programme de suivi	37
3.6 Les liens pour la recherche et l'investigation	37
4.0 LE SUIVI : MISE EN PLACE	42
4.1 L'aperçu des procédures de suivi des bonnes pratiques	42
4.2 Les mines à ciel ouvert	43
4.3 Les verses à stériles rocheux	44
4.4 Les barrages de retenue et la lixiviation en tas	49
4.5 Terres contaminées	52
4.6 Eaux souterraines	54
4.7 Les valeurs du patrimoine	56
4.8 Les minerais radioactifs	56
4.9 Les implications de la communauté lors du programme de suivi	63
4.10 La gestion des données	72
4.11 L'analyse et l'interprétation des données	74
4.12 Les critères de complétude	78
4.13 La sécurité du suivi	81
4.14 Les technologies de suivi	82
4.15 La fiabilité à long terme	93
4.16 Les rapports de synthèse publics et l'assurance	94
4.17 Le suivi volontaire	98
4.18 La gouvernance	99

4.19 L'assurance	101
4.20 L'étude des programmes de suivi	102
5.0 L'AUDIT	108
5.1 L'évaluation des performances en utilisant les audits	108
5.2 Les raisons pour effectuer un audit	109
5.3 Les audits volontaires, obligatoires et statutaires	109
5.4 Les audits environnementaux	111
5.5 Les modèles de maturité	113
5.6 Les audits sociaux	118
5.7 Les audits portant sur un sujet spécifique	118
5.8 Les audits énergétiques et à effet de serre	119
5.9 Le personnel de l'audit	120
5.10 Le plan d'audit	120
5.11 Le protocole de l'audit	121
5.12 La preuve de l'audit	122
5.13 Le rapport sur l'audit	122
5.14 L'assurance	123
6.0 CONCLUSIONS	124
ANNEXE 1 : DIX PRINCIPES D'ÉCHANTILLONNAGE	126
ANNEXE 2 : ELEMENTS TYPIQUES D'UN PROGRAMME D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES ET DE SUIVI	127
ANNEXE 3 : MÉCANISMES DE GESTION DES RÉCLAMATIONS	144
RÉFÉRENCES	145
LECTURES SUPPLÉMENTAIRES	153

ÉTUDES DE CAS :

Étude de cas : La gestion stratégique des impacts cumulatifs des déversements d'eaux usées des mines de charbon dans le bassin de la rivière Fitzroy - une approche réglementaire	13
Étude de cas : La gestion intégrée de l'eau par une unité opérationnelle du charbon métallurgique d'Anglo American	15
Étude de cas : PanAust au Laos — travailler avec des communautés pour des modes de subsistance durables	23
Étude de cas : La co-gestion des impacts de l'exploitation minière au-dessous du niveau des nappes phréatiques sur le système culturellement et écologiquement important de Weeli Wolli Springs and Creek (Les sources et le ruisseau de Weeli Wolli) par les propriétaires traditionnels et par Rio Tinto	33
Étude de cas : Le suivi pour améliorer la qualité de la réhabilitation	39
Étude de cas : Le suivi de l'érosion pour les reliefs stables	46
Étude de cas : Programme de suivi intégré pour une ancienne région minière d'uranium en Allemagne	59
Étude de cas : Le projet des valeurs environnementales de la mine de Rum Jungle	63
Étude de cas : L'implication de la communauté autochtone pour le suivi de la gestion améliorée des terres	70
Étude de cas : Estimation des tailles d'échantillon pour le suivi des impacts de l'érosion sur une plante poussant sur les parois rocheuses humides	76
Étude de cas : Plus de technologies pour répondre aux futures exigences – le suivi de la qualité de l'eau de référence du projet de Tampakan	86
Étude de cas : Le suivi de la faune afin d'évaluer les rejets et la réhabilitation des mines	90
Étude de cas : République Démocratique du Congo : la mise en lumière des pratiques des agences de collectes d'impôts - un examen minutieux a permis la découverte de la disparition de 26 millions de dollars US	101
Étude de cas : La mise à niveau des systèmes de suivi pour informer la gestion des eaux	103
Étude de cas : Évaluation environnementale du barrage de boues rouges et des eaux réceptrices de la QAL	105

REMERCIEMENTS

Le programme des bonnes pratiques pour le développement durable est géré par un comité exécutif présidé par le Département de l'Industrie, de l'Innovation et des Sciences du Gouvernement Australien. Les 17 thèmes du programme ont été développés par un groupe de travail du gouvernement, de l'industrie, de la recherche, et des représentants de la communauté universitaire. Les manuels sur les bonnes pratiques n'auraient pas pu être menés à bien sans la coopération et la participation active de tous les membres du groupe de travail.

Les co-auteurs M. Misha Coleman, Suivi et Évaluation Internationale (Monitoring and Evaluating International) et le Dr Owen Nichols, consultants en Gestion et Recherche de l'Environnement, sont reconnaissants et tiennent à remercier les contributeurs qui ont participé à l'élaboration de l'évaluation des performances 2016 (Evaluating performance) : Manuel de Suivi et Audit :

CONTRIBUTEUR	MEMBRE	CONTACT
	Dr Owen Nichols co-auteur principal Principal Consultants en Gestion et Recherche de l'Environnement	emrc@bigpond.com.au
	Mme Misha Coleman Co-auteure principale Directrice Suivi et Évaluation Internationale	misha_coleman@hotmail.com
	Dr David R Jones Auteur clé Principal Dr Jones Excellence Environnementale	drdrjjones@gmail.com
	Mme Corinne Unger Auteure clé Consultante en environnement et Chercheuse à temps partiel pour l'industrie Le centre de réhabilitation des sites d'exploitation minière, Institut des minéraux durables, Université du Queensland.	kasung@bigpond.com and c.unger1@uq.edu.au
	M. David Donato Auteur clé Principal Donato Environmental Services	ddonato@rbe.net.au
	Dr Catherine Pattenden Auteure clé Principale AliCat (WA) Pty. Ltd. Social Performance Consulting	cathip@bigpond.com

CONTRIBUTEUR	MEMBRE	CONTACT
	Dr Ross Smith Auteur clé Directeur, hydrobiologie	www.hydrobiology.biz
	M. Peter Waggitt Auteur clé Consultant en gestion de l'environnement des mines peterwaggitt@hotmail.com	
	Professeur David Williams Auteur clé Golder Professeur en géomécanique Université du Queensland	www.uq.edu.au
	Peter Erskine Auteur collaborateur	
	Dr Graham Brown Auteur collaborateur Principal Graham A Brown & Associates	www.grahamabrown.com.au
	Sophie Pape Auteure collaboratrice Earth Systems	www.earthsystems.com.au
	Rod Sandison Auteur collaborateur Directeur Sentinelle	www.sentinelepl.com.au
	Kate Bennett Indépendante en développement durable Banarra	Ktlbennett@gmail.com
	Paul Davies & Claire Tucker Auteurs collaborateurs Banarra	www.banarra.com
	Victoria Thom Auteure collaboratrice Manager, Innovative Business (Entreprise Novatrice) Développement World Vision Australia	www.worldvision.org.au

Le groupe de travail tient à remercier toutes les personnes ayant contribué aux études de cas :

Titre du cas étudié	Auteur(es)	Autre aide
L'implication de la communauté autochtone pour le suivi de la gestion améliorée des terres (Indigenous community involvement in monitoring for improved land management)	Eloise Hoffman, Ingrid Meek (Rio Tinto Alcan Weipa)	
PanAust au Laos – travailler avec des communautés pour des modes de subsistance durables (PanAust in Laos-working with communities for sustainable livelihoods)	Jeff Millgate, Jethro Stern (PanAust Asia)	Cath Pattenden (AliCat Consulting)
Le suivi pour améliorer la qualité de la réhabilitation (Monitoring to improve the quality of rehabilitation)	John Koch, Matthew Daws (Alcoa)	
Le suivi de l'érosion pour les reliefs stables (Erosion monitoring for stable landforms)	Rob Loch (Landloch)	
Le projet des valeurs environnementales de la mine Rum Jungle (Rum Jungle Environmental Values Project)	Ross Smith (Hydrobiologie), Tania Laurencont (Département des Mines et de l'énergie du Territoire du Nord), Andy Markham (Hydrobiologie)	
Plus de technologies pour répondre aux futures exigences – le suivi de référence de la qualité de l'eau du projet de Tampakan. (Pushing technology to meet expected future requirement-Tampakan Project baseline water quality monitoring)	Phil Whittle (Hydrobiologie), Mike Chapman (Xstrata Copper), Ross Smith (Hydrobiologie), Andrew Bradbury (Advanced Analytical Australia)	
La mise à niveau des systèmes de suivi pour informer la direction des eaux (Upgrading monitoring systems to inform water management)	Ally Sinclair, Turner Kate, Michelle Iles, David Jones	
Le suivi de la faune afin d'évaluer les rejets et la réhabilitation des mines. (Fauna monitoring to assess offsets and mine rehabilitation)	Owen Nichols (EMRC), Michael Murray (Étude de la Faune Forestière), Glenn Cook (Complexe de Glencore Mount Owen)	David Donato (Donato Environmental Services), Corinne Unger
La gestion stratégique des impacts cumulatifs des rejets d'eaux usées des mines de charbon dans le bassin de la rivière Fitzroy - une approche réglementaire (Strategic management of cumulative impacts of coal mine wastewater releases in the Fitzroy River Basin- a regulatory perspective)	Reinier Mann, Ian Ramsay (Département des Sciences, des Technologies de l'Information, de l'Innovation et des Arts du Queensland)	Ross Smith
La gestion intégrée de l'eau par une unité opérationnelle du charbon métallurgique d'Anglo American	Claire Cote, Carl Grant (Anglo American)	David Jones, Corinne Unger
Évaluation environnementale du barrage de boues rouges et des eaux réceptrices de la QAL (Environmental evaluation of QAL's red mud dam and receiving waters)	Diana Bozzetto et Anja Urban, Queensland Alumina Limited, Gladstone, Queensland; Claire Streten-Joyce et David Williams, Institut Australien des Sciences Marines, Darwin, Territoire du Nord ; et David Parry, Rio Tinto, Brisbane, Australie	David Jones, Corinne Unger
Programme de suivi intégré pour une ancienne région minière d'uranium en Allemagne (Integrated monitoring program for a former uranium mining region in Germany)	Elke Kreyszig, Corinne Unger	

<p>La co-gestion des impacts de l'exploitation minière au-dessous du niveau des nappes phréatiques sur le système culturellement et écologiquement important de Weeli Wolli Springs and Creek (Les sources et le ruisseau de Weeli Wolli) par les propriétaires traditionnels et par Rio Tinto. (Co-management' of impacts of below water table mining on culturally significant and ecologically significant Weeli Wolli Springs and Creek system by traditional owners and Rio Tinto)</p>	<p>Brian Tucker (Peuple Nyiyarparli), Sunil Samaraweera (Rio Tinto Iron Ore, Australie-Occidentale), et Linda Parker (Peuple Banyjima)</p>	<p>Sugar Gonchigjantsan (Rio Tinto – Mongolia), Cath Pattenden (AliCat Consulting)</p>
<p>Estimation des tailles d'échantillon pour le suivi des impacts de l'érosion sur une plante poussant sur les parois rocheuses humides (Sample size estimate for monitoring impacts of undermining on a plant growing on damp rock faces)</p>	<p>Nick McCaffrey (Centre pour la réhabilitation des terrains minés, Université du Queensland) (Centre for Mined Land Rehabilitation, University of Queensland)</p>	
<p>République démocratique du Congo : la mise en lumière des pratiques des agences de collectes d'impôts - un examen minutieux a permis la découverte de la disparition de 26 millions de dollars US</p>		

AVANT-PROPOS

La série de manuels : *Programme des bonnes pratiques pour le développement durable de l'industrie minière*, a été produite pour partager l'expérience et le savoir-faire australien dans la gestion et l'organisation de l'expertise minière. Ces manuels fournissent des conseils sur l'environnement, sur les aspects économiques et sociaux à tous les stades de l'extraction minière, de la prospection à la construction de la mine, en passant par son exploitation et sa fermeture.

L'Australie est l'un des leaders mondiaux de l'industrie minière et notre savoir-faire atteste que ces manuels fournissent des conseils actuels et utiles sur les bonnes pratiques.

Le Département de l'Industrie, de l'Innovation et des Sciences australien a réalisé la gestion technique et 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 reconnaissant le rôle essentiel du secteur minier comme moteur de la croissance économique et de la réduction de la pauvreté.

L'industrie minière est une industrie mondiale, et les entreprises australiennes sont présentes en tant qu'investisseurs et explorateurs dans presque toutes les régions minières du monde. Le Gouvernement Australien reconnaît qu'une industrie minière meilleure engendre plus de croissance, d'emplois, d'investissements et de commerce, et que ces bénéfices devraient permettre un niveau de vie plus élevé pour tous.

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

Ces manuels sont conçus pour fournir aux exploitants miniers, aux communautés et aux législateurs des informations essentielles. Ils contiennent des études de cas pour aider tous les secteurs de l'industrie minière, au sein et au-delà des exigences établies par la législation.

Nous vous recommandons ces manuels des bonnes pratiques et espérons que vous les trouverez utile.



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 MP
(Membre du Parlement)

Ministre des Affaires Étrangères

1.0 INTRODUCTION

1.1 La portée et l'historique

Ce manuel aborde le thème de l'évaluation de la performance à travers le suivi et l'audit, qui sont des éléments clés du programme des bonnes pratiques pour le développement durable de l'industrie minière. Les objectifs de ce programme sont d'identifier les questions clés touchant le développement durable dans l'industrie minière et de fournir des informations et des études de cas qui illustrent comment établir des bases durables pour l'industrie.

En mettant à jour l'édition 2009 de ce manuel, les auteurs étaient chargés de mettre l'accent sur ces pratiques qui ont subi des changements importants et des innovations. Par conséquent, les sections les plus détaillées reflètent l'ajout et les mises à jour d'informations qui ont été ajoutées dans cette édition 2016. On a demandé aux auteurs de s'assurer que le manuel soit plus fonctionnel et pratique. À cet effet, les liens vers les manuels et les directives opérationnelles ont été inclus autant que possible.

Le manuel aborde l'évaluation permanente des impacts à toutes les étapes d'un projet de ressources, de l'étude de pré faisabilité à la planification, l'évaluation des impacts sociaux et environnementaux, le développement, l'exploitation, la réhabilitation, le démantèlement ainsi que la fermeture.

Alors que les mines abandonnées démontrent l'antithèse des bonnes pratiques à bien des égards, il est prévu que les gestionnaires de mines abandonnées utiliseront les informations dans ce manuel et dans les autres manuels du programme comme l'une des nombreuses ressources pour planifier et mettre en œuvre le suivi et l'audit dans le cadre d'un programme de réhabilitation global afin de transformer un site d'un héritage négatif à un héritage positif (IUCN-ICMM 2008). Ce manuel soutiendra également la mise en œuvre du *Cadre Stratégique pour la Gestion des Mines Abandonnées dans l'Industrie Minière*. (MCMPR-MCA 2010) (Strategic Framework for Managing Abandoned Mines in the Minerals Industry)

Les entreprises chefs de file des bonnes pratiques visent à gérer le risque souverain et financier en identifiant et en engageant toutes les parties prenantes, afin que les résultats s'expriment non pas comme de simples résultats financiers, mais plutôt comme un triple résultat qui comprend un impact financier, social et environnemental positif pour toutes les parties prenantes. Bien qu'une grande partie de ce manuel mette l'accent sur la gestion de l'environnement, les aspects sociaux et économiques sont aussi traités, parce qu'ils font partie intégrante de la performance dans le cadre du développement durable.

Les organismes chefs de file des bonnes pratiques intègrent maintenant les considérations sociales dans tous les aspects de l'évaluation de leur performance. Ceci prend deux formes, qui sont toutes deux abordées dans ce manuel : le suivi et le rapport concernant l'ajustement socio-économique local et régional, qui peut être la conséquence d'une activité minière, et de faire participer la communauté dans le domaine du suivi environnemental. Les exemples de bonnes pratiques de ces deux approches sont inclusives des communautés à chaque étape du processus de suivi, de la participation à la conception du programme, en passant par la collecte des données et des rapports.

Les compagnies minières qui sont reconnues pour mettre en œuvre les bonnes pratiques du développement durable acceptent que leur responsabilité sociale d'exploitation est en grande partie influencée par leurs résultats dans ces secteurs, et elles acceptent le plan d'action commerciale pour une bonne rentabilité et une amélioration constante. Elles reconnaissent également qu'évaluer et atteindre de bons résultats n'est pas limité à l'environnement proche et immédiat et aux communautés touchées par les opérations, mais qu'elles doivent couvrir une échelle spatiale et temporelle beaucoup plus large en prenant en compte tous les aspects concernés, sites, locaux, régionaux, nationaux et même internationaux.

Le public visé par ce manuel est celui des gestionnaires au niveau opérationnel, qui est le niveau responsable pour la mise en œuvre des bonnes pratiques au sein des exploitations minières et pour s'assurer que le suivi et l'audit sont réalisés afin d'évaluer et d'améliorer la performance. Le manuel est également pertinent pour les agents environnementaux : les experts miniers, les gouvernements et les régulateurs, les organisations non-gouvernementales (ONG) les communautés minières et voisines, et les étudiants. Il fournit également une référence précieuse sur les pratiques comparatives et la formation pour les industries minières émergentes dans les pays en développement.

En appliquant les principes exposés dans ce manuel, ainsi que dans d'autres manuels liés, tous les utilisateurs sont encouragés à travailler ensemble en partenariat et à relever le défi d'améliorer sans cesse les critères de suivi et d'audit de l'industrie minière comme partie intégrante de leur approche du développement durable.

Qu'est-ce que les bonnes pratiques ?

Dans le contexte utilisé dans cette série de manuels, les bonnes pratiques sont définies comme étant « les meilleures pratiques actuellement disponibles promettant le développement durable ». C'est-à-dire, les pratiques éprouvées ou les procédures actuellement mises en œuvre par les compagnies minières qui vont au-delà des exigences législatives minimales, et qui sont approuvées par toutes les parties prenantes. Les bonnes pratiques s'améliorent avec le temps pour mettre en œuvre de nouvelles connaissances et de nouvelles normes à celles existantes et aux nouvelles situations tout en répondant aux attentes changeantes de la communauté.

Le suivi et l'audit, effectués ensemble, permettent aux compagnies, aux gouvernements et aux parties prenantes d'évaluer les performances de l'industrie et des cadres réglementaires, et de guider les améliorations que démontrent les bonnes pratiques.

1.2 Le rôle du suivi et de l'audit dans les bonnes pratiques

En termes simples, le suivi et l'audit contribuent à aider une compagnie minière à accomplir de bons résultats de développement durable, en s'assurant que les processus et les procédures sont en place pour suivre la trace des valeurs sociales et environnementales spécifiques, et pour vérifier que ces processus et ces procédures fonctionnent efficacement. De façon générale, ceci peut impliquer le traçage des progrès au fil du temps, le respect ou non des objectifs ou des normes convenus, et la comparaison des procédures et des performances à celles des autres exploitations minières.

Qu'est-ce que le suivi et l'audit ?

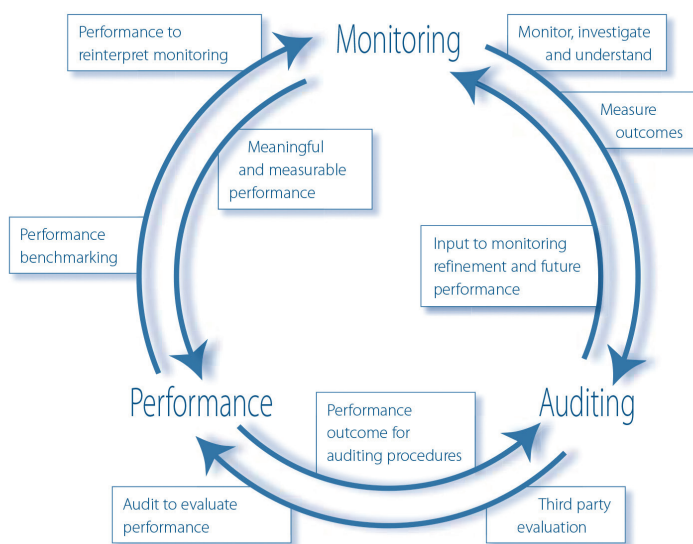
Le suivi consiste au regroupement, à l'analyse et à l'interprétation des informations pour évaluer les résultats. Dans le secteur des ressources, quelques exemples sont fréquemment utilisés, comme le suivi de la qualité de l'eau, les impacts sur la faune et la flore (ainsi que le rétablissement faisant suite à la mise en œuvre des mesures de réhabilitation ou de suivi), les aspects sociaux et le développement communautaire, la qualité de l'air, le bruit, les vibrations, l'émission des gaz à effet de serre, et à plus long terme si les objectifs de réhabilitation et d'utilisation finale des terres ont été atteints.

L'audit est l'examen systématique des procédures et des résultats de suivi, ainsi que la vérification que tous les engagements ont été remplis ou complétés, en comparant les résultats à ceux des critères d'audits approuvés. L'audit peut être effectué en interne par des experts spécialisés dans des domaines spécifiques, ce qui permet de vérifier les méthodes et le niveau de réussite par rapport aux normes de l'entreprise, ou en externe par un consultant indépendant ou un expert, qui peut démontrer la transparence et ajouter de la valeur au processus d'audit.

Dans tous les programmes de bonnes pratiques de gestion environnementale, les éléments de suivi et d'audit des performances sont étroitement liés. Cela est illustré à la Figure 1. La planification est une composante initiale essentielle dans la mise en œuvre de bonnes pratiques de performance. L'approche classique planifier-faire-vérifier-agir est également une partie intégrante du schéma de performance.

Figure 1 : Évaluation des performances des bonnes pratiques

Evaluating performance: monitoring and auditing leading practice schematic



Source : David Donato, Donato Environmental Services.

Les éléments importants ou les impacts potentiels qui ont besoin d'être suivis et gérés aux étapes clés de la vie de la mine sont identifiés au stade de développement du projet du site d'exploitation. Cela se fait habituellement selon une approche fondée sur les risques qui comprend les éléments suivants :

- Les exigences réglementaires sont identifiées pour définir la norme minimale pour la protection de l'environnement et le suivi associé.
- Les études de référence sont utilisées pour identifier les valeurs et les impacts environnementaux, sociaux et économiques avant l'exploitation minière pour établir des programmes de suivi et de gestion. Ceci permet aux entreprises de prévoir sur le long terme le développement durable et la fermeture de la mine avant que tout impact lié au projet ne se produise et pour mettre au point des critères de performance solides et défendables concernant la fermeture de la mine.

- Une évaluation de l'impact social et environnemental est menée pour permettre aux organismes de réglementation et aux autres parties prenantes de revoir les impacts prévus et de proposer des mesures d'atténuation. Ce processus doit être transparent et basé aussi bien sur l'exactitude scientifique que sur une vaste consultation ; il devra être effectué en fonction d'une gestion des risques approuvée et d'une approche de développement durable.
- Des cadres de travail sur la gestion des risques des compagnies sont définis pour identifier les risques résiduels importants potentiels pour que les mesures de contrôle puissent être développées et appliquées et que le succès de leurs mises en œuvre puisse être évalué.
- Un budget et une estimation du temps nécessaire doivent être effectués pour garantir que le suivi requis a été intégré dans l'activité générale et les plans opérationnels pour le fonctionnement.
- Les normes internes des compagnies et les procédures sont appliquées pour s'assurer que leurs objectifs soient clairs et apportent un minimum de normes sur la protection de l'environnement à atteindre pour chaque site.
- Les directives des bonnes pratiques australiennes et étrangères, comme les principes du Conseil International des Mines et des Métaux (CIMM 2003), fournissent des orientations, des études de cas et des cadres de travail pour la planification.
- Des programmes de suivi continu sont établis pour évaluer les performances dans le temps par rapport aux objectifs établis. Conjointement avec les programmes de recherche, le suivi continu permet une amélioration continue en apportant des informations pour guider les ajustements à venir qui auraient besoin d'être faits au niveau de la gestion environnementale et du suivi. Un examen rigoureux et en temps voulu des données collectées par un programme de suivi est essentiel pour s'assurer à la fois qu'un avertissement préalable sera émis concernant les problèmes émergents et que le contenu du programme de suivi restera pertinent.
- Parce que chaque projet minier et chaque communauté sont différents, une recherche continue est menée pour combler les lacunes en connaissances et pour développer des solutions innovantes aux nouveaux défis. L'utilisation des résultats de recherche pour améliorer l'efficacité du suivi est un élément clé de la boucle d'amélioration continue que constituent les bonnes pratiques.
- Les audits sont utilisés pour évaluer la conformité avec les normes réglementaires, les normes des entreprises et/ou d'autres systèmes et références adoptés. Ceci permet d'aider l'industrie à démontrer ses performances aux parties prenantes, et d'encourager les améliorations permanentes. La communication en toute transparence de ces résultats est un élément important du suivi des bonnes pratiques et du système d'évaluation de la performance. Lorsque les audits de suivi identifient des lacunes dans les connaissances ou des insuffisances dans les moyens de suivi, ils permettent l'amélioration des programmes de suivi.

Souvent, ces éléments font partie du système de gestion environnemental (SGE) conforme à la norme AS/NZS ISO 14001:2004 *Systèmes de gestion environnementale - Exigences et lignes directrices pour leur utilisation*. Un SGE aide les entreprises à accomplir les bonnes pratiques en leur donnant un cadre pour développer et revoir régulièrement les procédures utilisées pour évaluer, atténuer et gérer les impacts environnementaux. Les éléments s'appliquent également au suivi et à l'audit des performances des friches industrielles. Certaines adaptations peuvent être requises selon le site et son contexte, y compris les aspects physiques et sociaux, l'âge de la mine, les risques ou les questions essentielles et l'évolution historique du site et sa propriété.

Les bonnes pratiques comprennent également souvent un système de gestion sociale (SGS), qui guide la mise en œuvre et les examens réguliers des procédures pour évaluer, atténuer et gérer les impacts sociaux. Alors qu'il n'existe pas de norme certifiée conforme avec un tel système qui puisse être développée, le système de gestion sociale suit sensiblement la même structure qu'un SGE, mais est basé sur une clé sociale plutôt que sur des thèmes environnementaux, tels que les droits de l'homme, le développement et l'investissement des communautés, l'accès à la propriété, la réinstallation, la connaissance du patrimoine culturel, les emplois locaux, le marché local, la gestion des impacts sociaux et l'engagement des parties prenantes. Généralement un SGS comprendra une politique et un ensemble de normes qui accompagnent les directives pour la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation de ces standards et un processus d'audit et d'évaluation régulier.

Ce manuel décrit comment les compagnies minières intègrent tous ces éléments dans la vie des exploitations minières pour atteindre les bonnes pratiques du développement durable. Ce manuel met en avant les principes et les procédures clés maintenant reconnues comme de bonnes pratiques pour le suivi et l'audit des performances : l'évaluation et la gestion de l'environnement, les valeurs sociales et économiques, ainsi que l'identification, la minimisation et la gestion de tous les impacts principaux, secondaires et cumulatifs de ces valeurs. Les bonnes pratiques exigent que les principes doivent être abordés sur l'ensemble de la sphère d'influence potentielle du projet, toujours en concertation avec le gouvernement et les autres parties prenantes clés, et souvent en partenariat avec des organisations non gouvernementales.

De nombreuses études de cas sont utilisées pour illustrer et renforcer les approches soulignées dans ce manuel.

La plupart des aspects environnementaux, économiques et sociaux abordés dans ce manuel sont pertinents aussi bien pour les mines à ciel ouvert que pour les mines souterraines. Cependant, il convient de noter que certaines questions spécifiques aux mines souterraines, telles que les affaissements, la gazéification souterraine du charbon et les aspects géothermiques dépassent la portée de ce manuel. Pour les sites où des risques liés à ces questions sont susceptibles de se produire, les lecteurs sont encouragés à consulter d'autres publications pertinentes et d'autres sources d'informations. La santé au travail et les questions de sécurité ne sont pas traitées, sauf lorsqu'elles sont directement pertinentes pour la mise en œuvre des procédures de suivi et d'audit.

1.3 La responsabilité sociale des entreprises

Les attentes des compagnies minières concernant les impacts sociaux et environnementaux et les contributions changent rapidement. Les solutions unisectorielles à la pauvreté et les défis de durabilité ne progressent pas assez vite, et de plus en plus de compagnies sont appelées à collaborer avec le gouvernement et les sociétés civiles. Plus récemment, plusieurs compagnies minières ont participé aux discussions associant de multiples parties prenantes pour affiner les programmes de développement durable, l'élaboration de Rio+20 'le Futur que nous voulons' et les objectifs de développement durable des Nations Unies. Les objectifs sont la nouvelle génération d'action collective globale, qui succède aux objectifs du millénaire pour le développement défini par l'ONU, qui ont expiré en 2015. Avec un accent corporatif accru sur des rapports intégrés, combiné au discours nouveau sur la création de valeurs communes et la demande accrue pour une amélioration des métriques des impacts sociaux, les compagnies minières font l'objet d'une pression croissante pour intégrer des preuves plus solides de la création de valeurs sociales au sein de leur activité principale à travers des programmes de responsabilité commune corporatifs.

Ces dernières années, l'accent a davantage été mis sur les pratiques commerciales responsables, avec une étape importante, celle de l'approbation des principes directeurs des Nations Unies sur le Commerce et les Droits de l'Homme en 2011. Les rapports sur les performances sociales sont devenus relativement courants dans les grandes compagnies minières multinationales au cours des dix dernières années. L'émergence d'initiatives volontaires et de cadres tels que l'Initiative des Rapports Mondiaux (IRM) et l'indice de durabilité Dow Jones signifient que de nombreux cadres de production de rapports sont disponibles ; un des défis pour les compagnies est de sélectionner la meilleure façon de les inclure et de réagir selon les besoins et les objectifs des rapports.

Un défi supplémentaire concerne le fait que les pratiques existantes d'établissement des rapports ne répondent plus totalement aux attentes des parties prenantes. Il y a une demande grandissante pour une plus grande divulgation d'informations des performances environnementales, sociales et de gouvernance (Paul et Nieland 2013). Jusqu'à récemment, les parties prenantes (investisseurs, clients, employés, ONG, communautés) s'étaient contentées des informations à fournir qui témoignent de l'engagement des compagnies sur les pratiques responsables et à gérer les risques sociaux et environnementaux et les impacts de ces opérations. De plus en plus, cependant, les parties prenantes font pression pour observer les preuves de la contribution sociale positive que les compagnies procurent à la société. Alors que celles-ci reconnaissent que leur valeur sociale est souvent essentielle sur le plan éthique pour gérer les risques et créer de la valeur à long terme. Les entreprises de tous les secteurs sont ainsi invitées à mesurer et à rapporter les impacts sociaux de leurs activités commerciales. Souvent, le besoin de recourir à des études de cas pour des éléments particuliers concernant les opérations à venir

aggrave les problèmes et impose une approche des rapports d'entreprise qui n'intègre pas seulement les résultats sociaux, mais qui promeut aussi la prestation des acquis sociaux, de manière stratégiquement alignée sur les grands objectifs opérationnels.

Une récente évaluation de plusieurs méthodes de rapports généralement utilisées par les compagnies minières australiennes a été entreprise pour évaluer leur capacité à contribuer à démontrer le développement social durable (Bennett and Thom 2013). Les cadres de travail suivants ont été sélectionnés pour être analysés, dans la mesure où ils sont les plus utilisés par les compagnies pour rendre compte des performances sociales au niveau de l'entreprise et au niveau du site.

- Initiative sur les rapports mondiaux (Global Reporting Initiative, GRI) : Rapport sur le développement durable
- Pacte mondial des Nations Unies : Communication sur le progrès (United Nations Global Compact, UNGC)
- Indice de durabilité du Dow Jones (DJSI) : Évaluation de la durabilité des entreprises par RobecoSAM
- Cadre international intégré de rapports : Rapport de synthèse (Integrated Report - IR)
- London Benchmarking Group : Rapport des investissements communautaires (LBG)

Les cadres suivants, propres à chaque site et dont la méthodologie est adaptée en fonction du site, ont également été inclus dans l'analyse :

- Association minière du Canada : Vers un cadre minier durable (TSM)
- Suivi et évaluation socio-économique.

Le résultat de chacun des cadres a été évalué selon sept critères clé (Tables 1 et 2).

Table 1 : Critère pour l'évaluation des cadres

CRITERES	DESCRIPTION
1. Capacité à promouvoir les performances	Les mesures dans lesquelles le cadre promeut des performances sociales à travers à la fois un engagement interne et externe et une création de capacités.
2. Les perspectives durables	Les mesures dans lesquelles le cadre promeut des perspectives durables à long terme et une approche à suivre et à promouvoir les performances.
3. Les couvertures sociales	Les mesures dans lesquelles le cadre met l'accent sur les questions sociales considérées comme matérielles pour les compagnies et leurs parties prenantes.
4. L'accent sur les résultats	Les mesures dans lesquelles le cadre met l'accent sur les acquis sociaux (par opposition aux intrants, processus et sorties).
5. Facilité d'application	Les mesures dans lesquelles le cadre est facilement accessible, adoptable et adaptable.
6. Fiabilité	Le cadre du rapport est mandaté par tous les membres des associations minières du Canada et son contenu est soumis à une vérification externe qui assure que les informations sont la représentation de vraies performances.
7. Étude de cas	Les mesures dans lesquelles le cadre fait le lien entre la performance sociale et l'ensemble des stratégies d'entreprise.

Les résultats de ces analyses montrent les cadres qui ont donné la meilleure performance, à l'égard de tous les critères mentionnés ci-dessus.

Table 2 : Les cadres de rapports qui ont été les meilleurs à l'égard de chaque critère

CRITERES	CADRE	JUSTIFICATION
1. Capacité à promouvoir les performances	TSM	Le processus des rapports qui est mené au niveau du site, plutôt qu'au niveau de l'entreprise, promeut un engagement interne et des responsabilités opérationnelles plus larges pour la performance sociale et améliorer le développement des capacités internes. Il promeut également des performances en alignant les activités minières avec les priorités et les valeurs de ses communautés d'intérêts.
2. Les perspectives durables	TSM	L'accent sur les systèmes de gestion, la promotion des participations communautaires et le système de classement de la performance progressive basés sur des améliorations graduelles vers une démarche de gestion pour promouvoir des perspectives durables à long terme.
3. La couverture sociale	GRI	Elle englobe le plus large éventail des aspects sociaux et encourage les compagnies à considérer l'importance de ces questions sociales à la fois pour les parties prenantes et les compagnies.
4. L'accent sur les résultats	LBG	Un des seuls cadres de rapports à mettre l'accent sur les mesures des résultats sociaux. Des exigences rigoureuses de données permettent aux compagnies d'évaluer de façon efficace les résultats sociaux de l'entreprise et d'identifier les opportunités afin de créer des valeurs partagées.
5. Facilité d'application	TSM	Des principes et des cadres clairs et simples couplés à un protocole d'auto-évaluation simple et continu qui peut être facilement mis en œuvre au niveau des sites. Cette simplicité permet aux cadres évalués d'être les plus accessibles, adaptables et adoptables de tous les cadres évalués.
6. Fiabilité	TSM	Le cadre du rapport est obligatoire pour tous les membres de l'association minière du Canada et son contenu est soumis à une vérification externe qui assure que les informations sont la représentation de vraies performances.
7. Étude de cas	IR	Le processus des rapports appelle à une réflexion, collaboration et connectivité à travers toute l'entreprise. Il place également le capital social sur le même plan que l'aspect financier et environnemental et assure un moyen pour le développement social qui doit être évalué et intégré dans la valeur globale de la compagnie.

En dépit des qualités soulignées dans plusieurs cadres de rapports et des méthodologies relatives au site mentionnées ci-dessus, aucun cadre, seul, n'est suffisant pour mener à bien les résultats de développement durable, qui optimiseraient un retour sur l'investissement social et qui pourraient satisfaire les attentes des parties prenantes. Au lieu de cela, une approche mixte, qui inclut les points suivants, est encouragée :

- Des rapports émis à partir du site qui promeuvent la participation de la communauté dans l'organisation et la prise de décisions pour les investissements sociaux sont essentiels pour des questions ciblées dans le domaine social et matériel, en combinaison avec des enquêtes socio-économiques qui génèrent des données précieuses et qui permettent de s'assurer qu'une action locale contribue aux indicateurs de développement régional et international
- Une combinaison de cadres de rapports d'entreprise liant les investissements sociaux aux stratégies d'entreprise, garantit une profondeur de champ sur une série de questions sociales et illustre les valeurs et les impacts de ces investissements.
- Une approche multisectorielle qui promeut une collaboration intersectorielle, renforce les systèmes locaux, les capacités et les processus et suit les progrès vers les objectifs de développement durable sur le long terme.

Avec une approche mixte de l'investissement social et des rapports, une assurance indépendante régulière, une formation technique et comportementale, des efforts constants pour assurer les compagnies et les dirigeants sont requis pour intégrer des performances sociales fortes au sein des compagnies minières. Ceci devrait être renforcé par une culture axée sur des valeurs qui repèrent les risques sociaux et environnementaux et les contributions au sein de l'activité principale comme étant l'affaire de tout le monde, et pas seulement comme celle de ceux qui sont les plus proches de ces questions.

1.4 Les carences dans les pratiques de suivi et d'audits actuels

Tout en se concentrant sur les bonnes pratiques, il est utile de comprendre les clés des carences au niveau des pratiques de suivi et d'audits passées pour éviter de les répéter. Les carences couramment rencontrées comprennent :

- Le manque d'objectif clairement défini pour le programme de suivi et/ou le processus d'audit, qui mène à des résultats insatisfaisants, du gaspillage de ressources et des conflits éventuels avec les parties prenantes parce que les attentes ne sont pas satisfaites.
- Un dysfonctionnement de la boucle des retours d'informations, qui signifie que les données ne sont pas analysées, ou que les analyses ne sont pas utilisées pour permettre une amélioration constante.
- Des mesures des performances qui sont trop étroites et n'arrivent pas à intégrer des perspectives socio-économiques et environnementales.
- Un niveau inapproprié des rapports publics signifie que le sujet, le contexte et les conclusions des programmes de suivi et d'audit ne sont pas clairement compris.
- Des programmes de suivi qui ne sont pas toujours capables d'évoluer avec la vie des extractions minières parce que les éléments clés restent largement focalisés sur des questions liées au démarrage.
- Des données de base adéquates ne sont pas obtenues pour permettre une identification ou une gestion efficace sur les problématiques de long terme
- Des problèmes qui n'abordent pas l'altération et la destruction du suivi des infrastructures (par exemple, des plans inadéquats pour éviter ou pour contrer cela, en ne documentant pas les changements d'infrastructure pour permettre l'explication des variations dans les jeux de données)
- Une attention inadaptée au contrôle de qualité des données
- Des registres d'entretien insuffisants suivant des changements prévus ou imprévus dans les méthodes de suivi ou de suivi des infrastructures ou de l'équipement.
- Des calendriers de contrôle qui montrent des exigences réglementaires mais qui ne sont pas conformes avec les changements d'exploitation du site ou inadéquats pour aborder les problèmes concernant le site.
- Les rapports de suivi annuel qui ne sont traités que selon les exigences réglementaires, avec un niveau technique d'interprétation inadapté pour identifier activement les problèmes sur le site et/ou qui ne sont pas intégrées au processus d'amélioration continue sur le site.
- L'utilisation inappropriée ou inadéquate de méthodes d'évaluation des risques permettant un mécanisme supplémentaire pour évaluer les besoins de changement du suivi.

1.5 Les liens aux processus d'évaluation des impacts

Les évaluations des impacts environnementaux (EIA) ont été demandées par le Gouvernement Australien et les gouvernements fédéraux d'Australie depuis plus de 30 ans. La raison principale de l'évaluation des impacts est d'examiner les impacts potentiels d'un projet avant sa réalisation pour qu'une décision juste et équilibrée puisse aboutir en étant aussi transparente que possible. L'évaluation des impacts peut aussi être exigée avant un agrandissement important ou un changement dans le projet original, tel qu'un changement d'une extraction à ciel ouvert à une extraction souterraine.

L'étendue et les bases législatives pour l'EIE est en perpétuelle évolution, comme la connaissance des collectivités et les attentes, l'amélioration des technologies, les projets deviennent plus vastes et le statut des régions change. L'EIE a évolué durant cette dernière décennie, des questions centrées principalement sur les questions liées à l'environnement, elle prend maintenant en compte l'évaluation des impacts sociaux et économiques et la planification, avec un accent croissant sur les évaluations des impacts sociaux et environnementaux combinés. On note un changement particulier ces derniers temps, à savoir la considération des impacts cumulatifs. À son plus haut niveau, l'évaluation des impacts cumulatifs aborde la somme des impacts d'un projet proposé à travers les dimensions sociales, environnementales et économiques. Dans le contexte particulier des impacts environnementaux, il y a une attente croissante de la part des législateurs que les effets cumulés actuels ou les multiples opérations proposées dans une région (comme les impacts sur les ressources d'eau dans un bassin hydrographique) seront abordées dans le cadre du processus d'autorisation. Les changements dans le processus de l'EIE devraient continuer, et l'accent mis sur la durabilité est susceptible de devenir plus important pour les projets miniers à venir.

Le suivi, tout comme les audits, fait partie de l'évaluation des impacts et du processus de gestion, et ce tout au long de la vie de la mine. Par exemple, les systèmes de suivi jouent un rôle clé dans l'évaluation initiale des valeurs et des impacts potentiels, alors que l'établissement des programmes de gestion de l'environnement pour minimiser les impacts et faciliter la reconstruction ou la réhabilitation exige un suivi constant, de la recherche, des audits et une évaluation globale des performances.

Les bonnes pratiques en développement durable nécessitent de plus en plus que les impacts de l'évaluation et des outils de gestion d'une manière pluridisciplinaire soient appliqués au-delà des seules exigences de la loi.¹

Quels sont les différents types d'évaluation des impacts ?

L'évaluation des impacts environnementaux (EIE) est une évaluation des impacts possibles - positifs ou négatifs - qu'un projet proposé peut avoir sur l'environnement et sur les communautés touchées, y compris les impacts sur les valeurs du patrimoine et les impacts économiques. Au niveau fédéral en Australie, des dispositions sont prévues par l'EIE dans la loi de 1999 sur la *Protection de l'environnement et conservation de la biodiversité* (la loi EPBC *Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999*). Au niveau des états fédéraux, les provisions de l'EIE sont typiquement regroupées dans les lois concernant la programmation, sauf en ce qui concerne l'Australie Occidentale, où elles sont réunies au sein de la loi fédérale de 1986 sur la *Protection environnementale (Environmental Protection Act 1986)*.

L'évaluation des impacts environnementaux et sociaux comprend à la fois une évaluation des impacts sociaux et une EIE, qui peuvent avoir été traitées séparément dans le passé, et qui comptent explicitement pour une évaluation et une planification des impacts sociaux et économiques. Les directives pour l'EIE dans le Queensland et certains autres états exigent désormais que les valeurs sociales et celles du patrimoine soient prises en compte.

L'évaluation des impacts socio-économiques (EIS) est une analyse des impacts économiques sur les communautés d'un projet, comme cela est exigé par les bonnes pratiques à la fois au niveau de la planification de la vie de la mine et au niveau de l'évaluation d'impact. Un nouveau manuel de méthodologie sur la conduite des évaluations d'impacts socio-économiques (EIS) a été publié en 2012 par le Centre de développement de l'exploitation minière internationale (Franks 2012).

Impacts principaux contre impacts secondaires : Les impacts principaux sont souvent appelés impacts directs, alors que les impacts secondaires font référence aux impacts indirects ou induits.

¹ Par exemple, voir http://www.angloamerican.com.au/development/social/community-engagement/-/media/Files/A/Anglo-American-Plc/siteware/docs/seat_toolbox2.pdf.

Les impacts et les effets cumulatifs sont également des éléments importants à prendre en considération dans le développement des ressources. Les impacts et les effets cumulatifs sur l'environnement, les personnes et les communautés peuvent survenir progressivement et impliquer un nombre de différentes conditions, dont certaines peuvent être associées au développement, alors que d'autres non. La Société Financière Internationale (SFI) déclare que « dans certains cas, les effets environnementaux les plus dévastateurs et leurs conséquences sociales peuvent provenir non pas des effets directs d'une action, d'un projet ou d'une activité en particulier, mais de la combinaison de facteurs de stress existants ainsi que d'effets mineurs individuels issus d'une multitude d'actions dans le temps » (SFI 2003).

L'évaluation des risques liés aux droits de l'Homme (Human rights risk assessments / HRRRA) et l'évaluation des impacts liés aux droits de l'Homme (human rights impact assessments / HRIA) sont des composantes nécessaires du processus de diligence d'une compagnie, en accord avec les principes directeurs sur le commerce et les droits de l'Homme (voir la section 2.1), basés sur la responsabilité de la compagnie à respecter les droits de l'Homme.

L'évaluation des risques liés aux droits de l'Homme (HRRRA) et l'évaluation des impacts liés aux droits de l'Homme (HRIA) doivent se compléter, et peuvent être intégrées dans l'évaluation d'impact précédente de la compagnie, et au processus de diligence concerté, et devraient être utilisées pendant toutes les étapes de vie du projet afin d'alimenter la conception et la planification du projet, de suivre les risques et les impacts de développement, et d'évaluer le risque pour les droits de l'Homme et les opportunités tout au long des opérations ainsi qu'après la fermeture de la mine.

L'évaluation des risques et celle des impacts liés aux droits de l'Homme (HRRRA et HRIA) encourage la prise en considération d'un éventail plus large de problématiques par rapport aux standards des EIS, elles permettent de croiser les thèmes pertinents au niveau de tous les aspects du commerce.

1.6 Le suivi et l'évaluation des impacts cumulatifs

Les impacts primaires et secondaires peuvent sembler évidents ou bien connus, comme par exemple la construction de routes ou de grandes infrastructures, alors que d'autres activités peuvent sembler moins importantes, mais lorsqu'elles sont considérées dans leur ensemble, ou bien sur une certaine période de temps elles peuvent devenir conséquentes aux yeux des parties prenantes. Alors que des avancées sont faites quotidiennement, beaucoup de professionnels sont toujours chargés de développer des techniques et des façons d'intégrer les impacts cumulatifs et leurs effets au sein de leurs recherches ainsi qu'au sein de leurs évaluations d'impacts (IFC 2013).

Les effets cumulatifs et les impacts proviennent de plusieurs sources, contributions et activités qui ont lieu simultanément, et l'impact qui en résulte est potentiellement plus important que la simple addition de tous les impacts issus individuellement de chacune des sources. Les effets cumulatifs peuvent avoir lieu lorsque les impacts sont :

- Additifs (supplémentaires)
- Interactifs
- Séquentiels, ou
- Synergiques.

Dans un contexte d'activité minière, les impacts cumulatifs sur la société, l'économie et l'environnement peuvent provenir d'activités de capitalisation d'une opération unique ou d'opérations multiples. L'évaluation de l'impact des effets cumulatifs est généralement effectuée à l'échelle des communautés humaines, des paysages régionaux, des zones de captage ou des bassins d'air et requiert de suivre les données afin de quantifier tous ces aspects (DEAT 2004 ; Franks et coll. 2013).

L'IFC a publié récemment un guide de recommandations complet pour la conduite d'évaluations d'impacts cumulatifs pour les marchés et les économies émergentes (IFC 2013). Les recommandations portent sur :

le fait que l'évaluation d'impact cumulatif évolue et qu'aucun état de pratiques générales n'ait été communément adopté. Ce qui est important, c'est que pendant le processus d'identification des impacts et des risques environnementaux et sociaux, les développeurs et les promoteurs de projet (a) reconnaissent que leur développement peut conduire à des impacts cumulatifs sur les éléments environnementaux valorisés (EEV) sur lesquels d'autres développements existants ou futurs peuvent aussi avoir des effets destructeurs, et (b) évitent et/ou minimisent ces impacts dans la mesure du possible (IFC 2013).

Les directives sur *l'analyse du développement durable (Sustainability reporting guidelines)* et le *supplément pour les secteurs minier et métallurgique (Mining and metals sector supplement)* publiés en 2011 par le GRI (Global Reporting Initiative) complètent le guide de recommandations de l'IFC (GRI 2011).

L'Australie a récemment contribué une réponse aux conflits potentiels qui pourraient survenir entre de multiples utilisations des sols et leurs impacts associés, y compris l'activité minière, grâce au Conseil énergétique du COAG sur les schémas d'utilisation multiple des sols (MLUF, Multiple Land Use Framework) (SCER 2013). Le cadre de travail a été développé pour répondre aux défis posés par l'utilisation concurrentielle des sols, avec un intérêt particulier sur l'industrie minière. Le but du MLUF est de permettre au gouvernement, à la communauté et à l'industrie de concilier de façon plus efficace et effective l'utilisation des sols et l'accès aux terres. Le cadre de l'utilisation multiple des sols soutient la capacité des communautés, des industries et des gouvernements locaux et régionaux, à maximiser l'utilisation des terres de façon flexible et écologiquement durable dans le temps. Le cadre stratégique de la gestion des mines abandonnées de l'industrie des minéraux (MCMPR-MCA 2010) encourage les gestionnaires à récolter des données pour créer des inventaires à l'échelle des juridictions afin de les utiliser comme bases pour la gestion et l'évaluation des risques.

On attend des développeurs de projets miniers qu'ils certifient au minimum que leur développement contribuera aux impacts cumulatifs sur les éléments environnementaux et sociaux valorisés (EEV), qu'il pourra être exposé aux effets cumulatifs des EEV dont ils dépendent pour la réalisation future du projet, ou les deux.

L'évaluation de l'impact cumulatif peut être réalisée à travers différentes échelles, d'une opération unique à des parties étendues d'un état ou d'une province. Par exemple, l'effet potentiel d'une opération individuelle sur la viabilité d'une région peut initialement avoir besoin d'être intégrée au processus EIA, avec les objectifs d'analyse de résultats requis après l'approbation et le début de l'activité minière. Un autre point tout aussi important concerne la communication et l'engagement continu des intervenants à tester et valider lorsque des améliorations continues sont réalisées, et si les ressources de l'entreprise sont suffisantes. Toutefois, le concept d'évaluation cumulative est de plus en plus appliqué à des régions où existent de nombreux développements miniers, qu'ils soient déjà existants, nouveaux ou futurs. Ces évaluations régionales sont habituellement requises lorsque plusieurs mines affectent un bassin hydrographique important au niveau environnemental ou économique, ou lorsque de nombreuses mines sont implantées ou en cours d'implantation sur des gisements importants.

Le Ministère des Mines et de l'Énergie en Namibie nous fournit un exemple international pertinent d'une étude des impacts cumulatifs régionaux sous ses aspects sociaux, économiques et environnementaux. Cette évaluation environnementale stratégique a été menée pour mesurer les conséquences probables d'une expansion de l'activité minière dans ce pays (MME 2010). L'évaluation fournit une vision globale étendue et des conseils pour le gouvernement Namibien sur la façon d'éviter les impacts cumulatifs négatifs, ainsi que sur la façon d'accroître les opportunités et les bénéfices au sein du secteur de l'uranium, ainsi qu'entre l'industrie minière et les autres secteurs industriels. Alors que les EIA individuels pour les nouvelles mines et les EMS en cours dans les mines existantes doivent gérer les impacts causés par les mines individuelles, l'évaluation stratégique environnementale prend en compte les effets cumulatifs spatiaux et la croissance de la population dans le temps pour plusieurs scénarios d'expansion de l'exploitation minière de l'uranium. Cela a permis de fournir le cadre pour le développement de meilleures synergies entre les opérations dans le contexte d'une gestion intégrée environnementale, sociale et sanitaire.

En Australie, les gisements de minerai de fer au nord de l'Australie-Occidentale, et les principaux gisements de charbon au Queensland et en Nouvelle-Galles du Sud sont les exemples les plus probants d'endroits où la multiplication des mines de même type à proximité nécessite de s'interroger sur les effets des impacts

cumulatifs. Dans ces cas, les impacts des multiples opérations sur la quantité et la qualité des eaux souterraines et de surface ainsi que sur les systèmes écologiques et humains qui en dépendent ont été la première préoccupation. L'industrie du charbon a été un point d'attention particulier ces dernières années après l'introduction d'une disposition sur le seuil d'eau au sein de la Loi EPBC du Gouvernement Australien. Ce changement apporté à la loi implique que tous les nouveaux projets d'extraction du charbon et de gaz de charbon susceptibles d'avoir un impact important², y compris un impact cumulatif, sur les ressources en eau, doivent être approuvés selon les dispositions de la loi. De plus, les propositions d'extension des mines existantes peuvent être assujetties à une autorisation dans le cadre de la loi. Une aide à l'orientation est disponible au niveau des approches des impacts cumulatifs pour l'extraction de charbon (DERM 2009 ; Franks et coll.) 2010a, 2010b, 2013) ; l'étude la plus complète à ce sujet a été fournie par le Programme de Recherche de l'Association du Charbon Australien (Australian Coal Association Research Program) lors de sa fondation (Franks et coll. 2010). Les concepts abordés dans ces publications devraient être facilement applicables à l'ensemble de l'industrie minière.

Le schéma de négociation sur la salinité des eaux de la rivière Hunter (Hunter River Salinity Trading Scheme, NSW EPA; Vink et coll. 2013) est un bon exemple pratique et international de l'application du suivi et de l'analyse des impacts cumulatifs lors de la gestion de la qualité des eaux fluviales (2013). Ce schéma est une collaboration entre l'industrie des mines de charbon, les industries de production électrique et les régulateurs de Nouvelle-Galles du Sud. Son but est de minimiser les impacts des déversements d'eau salée dans un système fluvial de grande valeur et utilisé par l'activité minière, agricole et urbaine. Un réseau de 21 stations de suivi du débit et de conductivité électrique, situées le long de la rivière, transmet des données toutes les 10 minutes. Un modèle fluvial calcule alors l'accroissement possible du rejet d'eau pour chaque mine, selon la quantité de précipitations et du débit au sein du bassin.

Un plan de négociation sur la salinité des eaux de la rivière Fitzroy dans le Queensland est actuellement examiné, étant donné qu'il s'agit du deuxième bassin versant fluvial le plus étendu en Australie (Vink et coll. 2013). Comme pour le bassin versant de la rivière Hunter, celui de la rivière Fitzroy regroupe de nombreuses mines de charbon, qui coexistent avec une industrie agricole variée (ainsi que d'autres nombreuses mines, et une industrie d'extraction de gaz de charbon sont envisagées pour les dix prochaines années). Les impacts cumulatifs des mines en cours d'exploitation et abandonnées, qui proviennent des rejets contrôlés d'eaux contaminées ainsi que de déversements non contrôlés ont été considérés comme préoccupants dans le rapport de la Commission d'enquête sur les crues du Queensland (Queensland Floods Commission of Inquiry) (Chapitre 13 2012 ; http://www.floodcommission.qld.gov.au/data/assets/pdf_).

2 Pour la définition du terme « impact significatif », voir le Gouvernement Australien (2013).

Étude de cas : La gestion stratégique des impacts cumulatifs des déversements d'eaux usées des mines de charbon dans le bassin de la rivière Fitzroy — une approche réglementaire

Afin de développer la compréhension des impacts cumulatifs dus au développement économique d'un bassin versant, une perspective temporelle et spatiale des développements actuels et potentiellement mis en place à l'avenir au sein du bassin versant est nécessaire. D'un point de vue immédiat, il semble évident qu'un programme stratégique est nécessaire si on cherche à obtenir une qualité de l'eau durable dans un bassin où de multiples activités conduisent à la contamination de la rivière. Malheureusement, ceci a rarement été réalisé, et les approbations sont habituellement accordées au cas par cas, avec peu d'informations, ou des analyses limitées concernant les autres bassins versants. La réglementation des déversements d'eaux usées provenant des mines de charbon dans le bassin de la rivière Fitzroy est un exemple d'évolution significative de la réglementation pour s'adapter aux problèmes rapidement changeants de la qualité de l'eau en aval des multiples activités minières.

Le bassin de la rivière Fitzroy comprend six rivières principales qui forment le plus grand système de drainage fluvial de l'Est en Australie. Le bassin versant de Fitzroy compte plus de 40 mines de charbon en activité, qui ont le potentiel pour contribuer de manière significative aux déversements d'eau salées dans les eaux du bassin.

En 2008, des précipitations exceptionnellement élevées ont provoqué l'inondation de nombreuses mines au sein du bassin. Le rejet des eaux qui avaient envahi les mines qui a suivi, entre février et septembre 2008, principalement issu d'une mine de charbon, a provoqué une augmentation de la salinité de l'eau potable en aval et de nombreuses plaintes concernant la qualité de l'eau. En réponse à cela, le Gouvernement du Queensland a commissionné une étude des impacts cumulatifs des activités minières sur la qualité de l'eau dans le bassin Fitzroy (DERM 2009).

L'étude fournit une évaluation des risques pour les valeurs environnementales les plus sensibles, au niveau des tronçons fluviaux de Fitzroy, y compris les écosystèmes aquatiques, l'irrigation des cultures et l'eau potable. En se basant sur les volumes d'eau déversés par les mines et sur la salinité de l'eau en aval après les rejets, l'étude a identifié un haut risque potentiel de salinité cumulative, particulièrement dans la rivière Isaac au Nord de Fitzroy, là où sont situées de nombreuses mines. Suite à l'étude de l'impact cumulatif de 2009, les conditions d'un modèle standardisé ont été développées et les autorités environnementales pour chacune des mines de Fitzroy ont été réévaluées par une autorité réglementaire, à savoir le Département de la protection de l'environnement et du patrimoine (DEHP).

Le modèle du Gouvernement du Queensland sur la condition de l'eau pour les mines de charbon dans le bassin Fitzroy (qui a récemment été rebaptisé "modèle sur les conditions de l'activité minière") fournit une stratégie efficace concernant les déversements d'eaux issues des mines de charbon, à savoir que les eaux salées ne doivent être rejetées que lorsque les niveaux de débit naturel de la rivière sont élevés (c'est-à-dire après de fortes pluies) afin de s'assurer d'une dilution appropriée, alors que des eaux dont le niveau de salinité est bas peuvent être rejetées lorsque le débit naturel de la rivière est bas ou moyen. Le but étant de protéger les valeurs environnementales en aval des mines, y compris les écosystèmes aquatiques sensibles et les zones à grande valeur écologique.¹

¹ Un écosystème à grande valeur écologique est au plus haut niveau de la classification définie dans les normes ANZECC-ARMCANZ (2000). Il s'agit d'un écosystème non modifié ou possédant toute autre grande valeur écologique.

Un calculateur de déversements d'eau a été développé pour permettre d'allouer une proportion de la capacité d'assimilation en aval à plusieurs mines, afin de réduire de cette façon le potentiel des impacts cumulatifs. Un travail substantiel a été effectué au sein du bassin versant depuis 2008 afin de développer des lignes directrices pour la qualité de l'eau et de programmer des valeurs environnementales et des objectifs sur la qualité de l'eau au sein du Programme de Protection de l'Environnement (Eau) du Queensland.² Bien que les objectifs sur la qualité de l'eau ne soient pas obligatoires en fin de cycle, ces informations ont été essentielles en ce qui concerne le développement de conditions et d'approches standardisées pour évaluer les impacts cumulatifs dans la région, et elles sont habituellement utilisées pour évaluer les effets sur l'environnement.

En dépit de l'adoption de l'approche du modèle sur les conditions d'exploitation minière, de nombreuses mines de charbon dans le bassin Fitzroy n'ont pas été en mesure de réduire les volumes des eaux retenues provenant des crues, soit parce qu'elles n'ont pas été capables d'exploiter les opportunités de déversements d'eau lorsque le débit de la rivière était élevé, soit parce que d'importantes précipitations ont exacerbé le problème. Ainsi, en 2012, en réponse à des problèmes continus concernant de l'eau salée stockée, le Gouvernement du Queensland a inauguré un programme pilote pour la rivière Isaac, qui permettrait à plusieurs mines de rejeter de l'eau salée en dehors des schémas prévus par le modèle sur les conditions d'exploitation minière. Ce programme pilote a par la suite été élargi à l'ensemble du bassin Fitzroy en 2013 (DEHP 2013). Le suivi de la qualité de l'eau et de l'intégrité biologique a été, et continuera d'être utilisé pour vérifier si les taux ou les volumes d'eaux usées rejetées via ce programme ont permis de protéger avec succès toutes les valeurs environnementales en aval.

L'expérience menée dans le bassin de Fitzroy souligne les besoins suivants :

- la planification future stratégique de toutes les opérations minières, en particulier là où les opérations multiples sont susceptibles d'avoir lieu sur un bassin ou sous un bassin unique
- une évaluation de la qualité de l'eau et une modélisation de la capacité assimilative à l'échelle du bassin, afin de permettre une distribution équitable de l'utilisation fluviale entre les différentes activités et acteurs, y compris les écosystèmes aquatiques, l'agriculture, l'activité minière et la consommation humaine.
- une plus grande attention portée aux plans de gestion de l'eau au niveau de l'étape de déclaration de l'impact environnemental du développement des applications des mines de charbon afin de s'assurer qu'un minimum d'eau salée sera utilisé dans le temps, suite à la gestion de l'eau sur site ou alors en cas de conditions météorologiques extrêmes
- Un suivi continu et une évaluation de la qualité de l'eau et des valeurs environnementales par des titulaires d'agrément et des gestionnaires de bassins versants

² Le Programme de Protection Environnementale (des Eaux) de 2009 est subordonné à la Loi sur la Protection de l'Environnement. Les détails sur le programme et sur sa valeur environnementale ainsi que sur les objectifs et sur la qualité de l'eau sont disponibles à l'adresse <http://www.ehp.qld.gov.au/water/policy/index.html>.

Étude de cas : La gestion intégrée de l'eau par une unité opérationnelle du charbon métallurgique d'Anglo American

Cette étude de cas décrit les mesures d'intendance adoptées par l'unité opérationnelle du charbon métallurgique d'Anglo American afin de mieux gérer les risques liés à la gestion de l'eau dans les mines à ciel ouvert au sein du bassin versant de la rivière Fitzroy dans le centre du Queensland, et afin d'améliorer le suivi pour remplir les exigences des nouvelles réglementations qui ont été introduites après les crues de 2010-2011 pour gérer l'eau stockée sur site (DEHP 2013). Le contexte historique du développement des réglementations est accessible dans le présent manuel, dans le document complémentaire sur l'étude de cas « Gestion stratégique des impacts cumulatifs des rejets d'eaux usées par les mines de charbon dans le bassin de la rivière Fitzroy ».

Le climat hautement variable du bassin versant de la rivière Fitzroy implique un double défi pour les exploitants miniers : le manque d'eau lors des années de sécheresse et l'excès d'eau les années humides. Pendant et après les crues de 2010 et 2011, la capacité des mines à rejeter rapidement l'eau stockée dans des flux hautement dilués a souvent été reportée en raison de problèmes avec les infrastructures de gestion de l'eau et de la nature des processus d'autorisation en vigueur à ce moment-là. En février 2011, 80 % des mines de charbon du Bassin de Bowen avaient restreint les opérations à cause de l'excès d'eau (QFCI 2012, Chapitre 13). Les eaux en excès peuvent provoquer la fermeture de routes, inonder les puits des mines, détériorer les infrastructures et compromettre la sécurité.

Suite à la saison humide de 2010-11, le Gouvernement du Queensland a requis l'analyse des conditions de rejet pour les eaux des mines et a proposé la mise en place d'un cadre de travail qui autorise les rejets d'eau, tant que le flux suffisant est assuré au sein de l'environnement pour diluer l'eau et assurer le maintien des valeurs environnementales. Dans ce cadre de travail il est stipulé que, lors de grandes crues dans les ruisseaux et les rivières, le rejet contrôlé d'eaux polluées par les mines à des taux de dilution appropriés pose un risque grandement réduit de risque envers l'environnement. Pour les mines qui ont adopté ce cadre de travail, des mesures en temps réel précises du débit et de la qualité de l'eau ont été nécessaires afin de remplir les conditions de rejet.

L'unité opérationnelle du charbon métallurgique d'Anglo American a agi en conséquence et a adopté une meilleure prévision des précipitations, un suivi en temps réel du débit fluvial et de la qualité de l'eau, et une meilleure coordination entre les équipes d'ingénieurs et les équipes environnementales. Les mines disposant déjà de systèmes de suivi ont vu leurs systèmes être affinés afin de fournir les données nécessaires pour répondre aux nouvelles exigences. Les exigences pour un haut niveau de suivi et une capacité réactive et rapide quant à l'analyse des données sont devenues des éléments clés du secteur minier moderne.

Les opérations réalisées par Anglo intègrent pleinement l'approche du suivi et la gestion de l'eau sur site. Les bénéfices escomptés de cet investissement incluent :

- un risque réduit d'inondation des puits des mines
- des risques réduits pour la sécurité des employés
- des impacts réduits dus aux inondations sur les routes et les machines
- la capacité de stocker autant d'eau que possible en respectant la sécurité pour une utilisation future sur site, tout en fournissant une capacité de stockage d'urgence lors des phénomènes de fortes précipitations

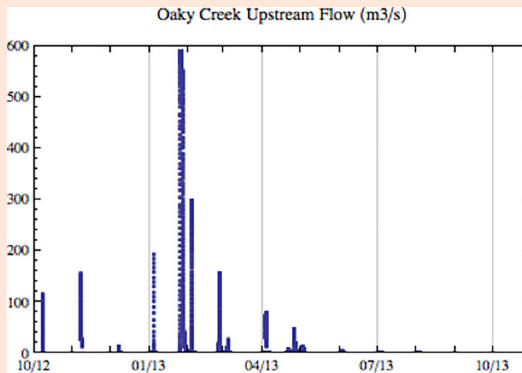
Les stratégies adoptées sont :

- l'exploration des options afin de mieux anticiper les fortes précipitations et le ruissellement en suivant et en répondant à des prévisions sur le moyen terme (mensuellement) et sur le long terme (1 à 5 ans)
- un suivi automatisé et des communications en temps réel des débits en amont et des niveaux de salinité et de turbidité
- l'envoi quotidien de données à un système de pointe assurant la gestion des données pour qu'elles soient analysées en profondeur, afin de déterminer les circonstances qui peuvent mener à des conditions de rejet plus efficaces
- le suivi des niveaux d'eau dans la mine et de leur qualité, ainsi que la mise en place de tableaux de bord visuels dans la base de données environnementale pour une communication facilitée et efficace sur les risques liés au stockage des eaux de la mine.
- l'analyse détaillée des reliefs et la conception de digues et de drains pour détourner l'eau en excès des infrastructures de la mine, lorsque cela est possible
- l'amélioration des routes et en particulier des intersections des ruisseaux pour que l'accès soit maintenu pendant les phénomènes de fortes précipitations
- la mise à jour des infrastructures pour permettre de gérer et déplacer rapidement l'eau (28 pompes additionnelles et 135 km de nouvelles canalisations aux mines Dawson et Capcoal)
- l'amélioration de la communication et de la coordination des équipes sur site pour mieux intégrer l'ingénierie et la gestion environnementale de l'eau.

L'étude de cas de l'investissement de 120 millions de dollars par Anglo American dans le suivi et la gestion améliorée de l'eau a été réalisée grâce à la réduction considérable du nombre de jours de production dû au temps pluvieux. Les bénéfices environnementaux collatéraux incluent la réduction du volume des eaux d'inondations qui entrent dans les puits et assurent le respect des conditions de déversement, surveillées en temps réel, et destinées à s'assurer de la protection des voies navigables qui reçoivent les rejets.



Pendant les crues de 2010–11, des volumes importants d'eau se sont accumulés dans les puits de stockage.



Le suivi en temps réel des débits fluviaux fournit un outil efficace avec lequel il est possible de contrôler et gérer les déversements d'eau par les mines.



L'emplacement des opérations d'Anglo American dans le bassin versant de la rivière Fitzroy.

Alors que les dispositions sur les seuils de l'eau de la Loi EPBC ne sont généralement pas applicables aux mines de métaux, les régulateurs d'état tendent à montrer un intérêt croissant à ce que les effets cumulatifs provenant de plusieurs opérations minières existantes ou à venir dans une région donnée (comme par exemple l'impact sur les ressources en eau dans un bassin versant) soient abordés dans le cadre du processus d'autorisations. L'exemple le plus simple du besoin de prendre en compte les impacts cumulatifs sur la qualité de l'eau a lieu lorsqu'une opération située en aval d'un site existant ou d'un ancien site est proposée. Dans ce cas, il faut établir le référentiel pour l'aval (c'est-à-dire en aval de la nouvelle opération) contre laquelle la performance de la nouvelle opération peut être évaluée et gérée (par exemple, en déviant une licence de rejet de déchets et en développant des critères locaux sur la qualité de l'eau en collaboration avec les régulateurs).

Il ne sera pas possible d'analyser les effets cumulatifs d'une mine existante ou nouvelle au niveau de chaque récepteur environnemental ou indicateur social. Ainsi, le but de l'évaluation et du processus d'analyse doit porter sur les indicateurs qui doivent être protégés et/ou sur ceux sur lesquels un suivi ou des résultats de mesure significatifs peuvent être effectués. Afin d'identifier les éléments qui ont besoin d'un suivi et d'une évaluation, c'est avec une liste des valeurs environnementales et sociales de la zone où se situe la mine que s'effectue la première étape. Dans un contexte réglementaire, le gouvernement procurera souvent une assistance à la détermination des exigences et du but de l'évaluation. Globalement, le but de l'évaluation devrait être défini (par accord) afin que l'évaluation de l'impact ne s'égaré pas à mesurer les effets sur tout. À l'issue de la complétude de l'évaluation d'impact, un programme de gestion d'impact peut être mis en œuvre pour le suivi continu et l'évaluation des réponses de gestion. Avec la mise en œuvre d'un programme de gestion de l'impact, la probabilité d'obtenir des données de suivi de qualité pour les éléments clés attribués est assurée.

2.0 DÉVELOPPEMENT DURABLE

2.1 Les principes de base

L'application de principes de développement durable à l'activité minière a connu une évolution rapide ces dix dernières années, tout comme la tendance globale à s'engager de façon générale pour le développement durable. De nombreux documents de formation sur les principes de base sont toujours pertinents.

Le rapport sur le projet d'activité minière, les minéraux et le développement durable *Ouvrir de nouveaux horizons* (IIED 2002) explore en détail comment l'activité minière pourrait contribuer au développement durable. Le Conseil australien de l'industrie minière (MCA) a développé *Une valeur durable : cadre de travail de l'industrie minière australienne pour le développement durable pour détailler et implémenter le développement durable au sein de l'industrie minière australienne* (MCA 2004). Le Conseil international sur l'exploitation minière et les métaux (CIMM) a également développé un cadre de travail de développement durable couvrant tous les principes, les rapports publics et les assurances indépendantes (CIMM 2006 ; les principes directement concernés par ce manuel sont les sections 4, 5, 6, 7, 9 et 10). Alors que toutes les entreprises minières ne sont pas signataires de ces valeurs et principes, elles fournissent des conseils utiles sur ce que sont les bonnes pratiques.

Un des principes de base du développement durable est le principe de précaution, qui est simplement abordé en 1992 dans l'accord inter-gouvernemental sur l'environnement de la façon suivante :

Dans le cas de menaces de dégâts sérieux ou irréversibles sur l'environnement, le manque de pleine certitude scientifique ne doit pas être utilisé comme une raison d'ajourner les mesures pour prévenir la dégradation de l'environnement (DEWHA 1992).

Le suivi et l'audit sont des outils critiques qui permettent de démontrer l'implantation effective des principes de développement durable. Les informations que ces outils nous fournissent sont cruciales dans l'évaluation et la gestion de la portée des impacts ainsi que le fait de soutenir l'application du principe de précaution. Ce chapitre décrit les méthodes principales et les standards qui fournissent des conseils pour introduire des principes de développement durable dans les programmes d'évaluation de la performance, et par conséquent la réalisation d'une approche selon les bonnes pratiques.

2.2 Les standards nationaux et internationaux

La politique du gouvernement et la politique corporative sont de plus en plus engagées pour le développement durable. En général, alors que les deux secteurs se sont engagés à respecter des normes élevées et à utiliser les protocoles internationaux disponibles, ils confient souvent la mise en oeuvre à des entreprises individuelles ou à des exploitations minières. Par exemple, les membres du Conseil international sur l'exploitation minière et les métaux (CIMM) s'engagent à respecter des pratiques minières responsables (telles que décrites dans le guide "du bon usage des pratiques minières" disponible à l'adresse www.icmm.com), mais le CIMM ne fournit pas de conseils détaillés ou prescriptifs. Plutôt, il recommande une approche flexible et taillée sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques locaux des entreprises ou des projets miniers.

De nombreuses normes ou protocoles ont pour but d'essayer de faciliter la mise en oeuvre de principes de développement durable. Cela inclut des protocoles industriels volontaires tels que les principes du CIMM ou le rapport "Une valeur durable" du Conseil australien de l'industrie minière (MCA), ainsi que de nombreuses normes pertinentes, celles de l'organisation internationale de normalisation - les normes ISO - ainsi que celles concernant l'Australie et la Nouvelle-Zélande - les normes AS/NZS pour différents aspects du suivi.

La Société Financière Internationale de la Banque Mondiale a mis en place une série de standards de performance sur la durabilité sociale et environnementale, ainsi que des directives pour l'environnement, la santé et la sécurité (EHS) pour les activités minières ainsi que des directives EHS générales qui sont pertinentes par rapport au suivi et à l'audit environnemental et social. De plus, le GRI (Global Reporting Initiative) devient un protocole de plus en plus populaire, lequel a été établi par les Nations Unies conjointement avec les gouvernements et les groupes civiques afin de faciliter en particulier la consistance et la transparence dans le suivi de durabilité (GRI 2006), et il est aujourd'hui édité dans sa quatrième version (voir les sections 1.3 et 4.16). Bien que ces protocoles soient essentiellement volontaires, leur respect est de plus en plus attendu comme la preuve d'un bon gouvernement d'entreprise.

2.2.1 La législation et la réglementation

L'Australie

Une série d'exigences législatives fédérales et de l'état australien sont importantes en ce qui concerne le suivi, l'audit, l'évaluation de la performance pour les activités minières, comme par exemple les exigences pour les EIA, l'arpentage et le suivi des espèces ou des écosystèmes listés par la Loi EPBC, et les réglementations pour le suivi de la qualité de l'air ou de l'eau, des décharges polluantes, etc. Beaucoup de ces exigences font communément partie des baux miniers et d'autres licences et conditions légales. En ce qui concerne la Loi EPBC, la cohérence entre les exigences du gouvernement et celles du gouvernement fédéral se voit également augmentée par le fait que le processus peut être délégué, afin qu'une seule série d'exigences d'évaluation environnementale et sociale n'ait à être respectée pour répondre à la législation gouvernementale, fédérale et territoriale, ainsi qu'aux exigences gouvernementales locales.

Toutefois, la Loi EPBC ne protège pas la biodiversité de dimension nationale des impacts des mines abandonnées ; la législation sur la protection de l'environnement de l'état fédéral ne concerne pas non plus les impacts environnementaux des mines abandonnées (voir, par exemple, QFCI 2012). En l'absence de législation ou de politique visant les mines abandonnées, les responsabilités demeurent floues, tout comme les normes et les processus mis en place pour que l'utilisation des terres après les activités minières soit faite de façon bénéfique.

Les gouvernements des États possèdent le pouvoir constitutionnel pour gérer l'environnement et pour délivrer les titres miniers et les licences de contrôleur sur l'environnement et la pollution. Alors que les différents états possèdent des exigences et des attentes différentes sur le suivi, l'audit et la performance, la philosophie principale en Australie est celle d'une réglementation davantage fondée sur les principes. En pratique, cela signifie que les entreprises minières bénéficient d'une flexibilité importante dans les pratiques qu'elles peuvent utiliser pour remplir des objectifs de performance spécifiques (par exemple les directives sur la qualité de l'eau, qui sont appliquées selon leur propre emplacement). Ce type de régime de réglementation convient parfaitement à l'implantation de principes d'approche reconnue par l'industrie minière, dans la mesure où cela permet de reconnaître et de composer plus rapidement avec le développement et l'implantation de meilleures façons de répondre aux objectifs de performance environnementale. C'est grâce à une approche reconnue qu'il est possible d'assurer une amélioration continue dans toutes les juridictions en visant à des résultats de rendement qui dépassent ceux qui sont représentatifs des meilleures pratiques industrielles actuelles. La législation fédérale a encouragé les entreprises à engager des recherches, en les autorisant à tirer parti des incitatifs fiscaux pour l'implantation d'études de recherche innovantes et systématiques. Le suivi est une partie essentielle des recherches, dans la mesure où les données de suivi sont nécessaires pour la mesure et la documentation concernant l'efficacité de nouvelles solutions aux problèmes de gestion environnementale.

Selon l'inventaire national des rejets de polluants publié par le Gouvernement Australien, des polluants spécifiques émis au-delà des seuils minimums doivent être surveillés (ou estimés) et signalés au public.

Récemment, les mesures nationales de protection de l'environnement ont subi des changements qui doivent être appliqués dans la gestion des contaminants (SCEW, n.d.). Le concept de ces mesures est unique à l'Australie, il est prévu au sein des lois pour la protection nationale de l'environnement (National Environment Protection Acts).

Bien que le suivi des mesures législatives ne représente pas, en lui-même, des bonnes pratiques, les entreprises ont reconnu que les bonnes pratiques devaient répondre constamment aux exigences de réglementation pour le suivi, l'audit et l'analyse. Elles ont également tendance à avoir des relations plus productives avec les différents acteurs faisant partie de leur communauté car elles sont capables de communiquer des rapports de suivi et d'audit solides. Lorsque l'approche des bonnes pratiques provoque une performance environnementale beaucoup plus coûteuse que celle prévue initialement, l'implantation de la pratique aura tendance à être considérée de manière favorable par les régulateurs, comme partie intégrante de leurs processus d'autorisation futurs ou pour des changements importants au niveau de la portée des sites déjà en activité.

Dans la mesure où ils ont dépassé les exigences de conformité, les opérateurs qui s'occupent proactivement des manques de connaissance et qui intègrent les nouvelles connaissances à une réhabilitation progressive et à des plans de fermeture sont plus susceptibles de fermer leur mine avec succès, et d'être capables d'abandonner leur tenure minière (voir par exemple, l'étude de cas « Le suivi comme outil d'amélioration de la qualité de la réhabilitation » dans la section 3.6). Ceux qui ne dépassent pas les exigences de conformité prennent le risque éventuel d'avoir à gérer des impacts sur site comme des eaux en permanence contaminées.

L'international

Au niveau international, le suivi et l'analyse deviennent de plus en plus importants, non seulement pour démontrer le succès de la gestion environnementale, mais aussi pour illustrer l'approche stratégique de l'entreprise vers une continuité commerciale et une croissance durable (voir la section 4.16.2 « Rapport Intégré »).

Les bases législatives et internationales pour le comptage des émissions et leur analyse continue à évoluer rapidement, ainsi que l'engagement global actuel en faveur de l'atténuation du changement climatique. En anticipant un changement vers une économie à faible émission de carbone, les entreprises se trouvent sous la pression grandissante des investisseurs pour passer à des modèles économiques à faible taux d'émission de carbone, et qui répondent et s'adaptent à une réglementation croissante et à un changement de la mentalité des clients. La démonstration de l'adaptation en lien avec le changement climatique de l'économie, non seulement l'adaptation aux risques physiques, mais aussi aux risques financiers et à ceux liés à la réglementation est critique, particulièrement dans la mesure où les gouvernements s'apprêtent à s'engager à respecter de nombreux nouveaux objectifs dans le cadre du Protocole de Kyoto.

L'amendement Doha au Protocole de Kyoto a été adopté en 2012, suite à l'expiration de la première partie des engagements du Protocole de Kyoto, au sein duquel 37 pays industrialisés et l'Union Européenne s'étaient engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre d'une moyenne de 5% par rapport aux niveaux de 1990. L'amendement Doha met en place :

- de nouveaux engagements à réduire les émissions d'au moins 18 % en-dessous des niveaux de 1990 dans une période de huit ans, entre 2013 et 2020
- une liste révisée des gaz à effet de serre qui devra être reportée sur la deuxième période d'engagement.

En septembre 2014, lors du sommet des Nations Unies qui s'est tenu à New York, les pays signataires du Protocole de Kyoto doivent exposer leurs promesses de réduction des émissions de carbone pour avant et après 2020. Après cela, les obligations de suivi et d'analyse pour les entreprises augmenteront sûrement, et les standards de performance deviendront plus prescriptifs et exigeants, dans la mesure où les gouvernements répondent à leurs nouveaux et ambitieux objectifs de réduction.

La restriction des échanges commerciaux est également un point d'intérêt critique au niveau international. Le Règlement de la Commission Européenne de 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques (REACH) a pour but de fournir des évaluations détaillées des impacts potentiels des polluants issus de produits rejetés contre la volonté de protéger la santé humaine, l'environnement et la compétitivité industrielle. Par exemple, des taux élevés d'arsenic dans du métal concentré ou dans un matériau naturellement ou artificiellement radioactif peuvent exclure toute exportation vers l'Europe en accord avec le Règlement REACH. Ainsi, toute entreprise exportant des produits vers l'Europe doit s'assurer qu'elle contrôle la qualité des produits et des aspects qui en découlent afin de s'assurer qu'ils répondent aux réglementations sinon ils risquent d'être exclus d'un marché économique clé.

Pour plus d'informations, veuillez consulter le guide des pratiques reconnues *Gestion des risques (Risk management - DIIS 2016a)* et *Intendance (Stewardship - DIIS 2006)*.

La Convention de Minamata, signée par l'Australie et de nombreux autres pays en 2013 requiert un engagement à réduire les taux de mercure dans l'environnement à cause des impacts sur la santé provoqués par l'exposition au mercure.³ Par exemple, à l'emplacement où historiquement les mines d'or utilisaient du mercure, le nettoyage des sols et de l'environnement aquatique pour enlever le mercure est obligatoire. Le suivi et l'évaluation de la performance sont essentiels pour démontrer l'accomplissement des objectifs.

2.2.2 Les attentes communautaires

Il est normal que les communautés locales à proximité de projets d'activités minières ou minérales veuillent rester informées des aspects environnementaux, des investissements sociaux, des contributions économiques, des obligations légales et de toute autre question similaire.

Historiquement, l'industrie minière a quelquefois failli à fournir des informations aux acteurs des communautés et aux communautés entières sur l'ensemble des aspects d'opérations minières particulières. Afin d'appliquer des bonnes pratiques dans cette zone, les compagnies prennent conscience de ce que la communauté attend de savoir à propos des opérations minières, et elles mettent en place des cadres de travail pour identifier les acteurs et leurs attentes, rassembler les données de suivi et d'audit sur la durée de vie du projet, et elles informent régulièrement les communautés affectées. Ceci fait partie de la licence sociale de l'entreprise, comme indiqué dans le cadre de travail du MCA "Une valeur durable".

Les engagements des acteurs à l'échelle régionale ou à l'échelle du bassin versant commencent à apparaître comme un outil important. Le groupe multipartite Fitzroy Partnership for River Health en est un exemple.⁴

³ <http://www.mercuryconvention.org/>.

⁴ <http://riverhealth.org.au/>.

Étude de cas : PanAust au Laos — travailler avec des communautés pour des modes de subsistance durables

Les entreprises minières qui cherchent à soutenir les moyens de subsistance des communautés à travers des opportunités au sein de la chaîne d'approvisionnement doivent être prêtes à adopter des systèmes d'approvisionnement flexibles et adaptables. L'approvisionnement doit être sensible aux capacités entrepreneuriales locales et doit observer un suivi et une évaluation participative solide pour garantir une amélioration continue des partenariats locaux. L'entreprise minière australienne PanAust a fait face à ce défi. Elle gère Phu Bia Mining, une entreprise enregistrée au Laos et détenue à 90% par PanAust et à 10% par le Gouvernement du Laos. Phu Bia Mining exploite l'extraction d'or et de cuivre à Phu Kham, et l'extraction d'or et d'argent à Ban Houayxai au Laos.

Phu Kham, qui se situe à environ 120 km au nord de Vientiane, la capitale du Laos, est directement située près de deux villages - Nam Gnone et Nam Mo, qui abritent 713 foyers et une population de 4095 personnes. La population est essentiellement constituée par les groupes ethniques Lao, Khmu et Hmong, dont l'économie traditionnelle est basée sur l'agriculture de subsistance.

Depuis le début des extractions en 2005, PanAust a entrepris un suivi socioéconomique et sanitaire régulier, au sein de ses activités de développement opérationnel et durable. Les enquêtes, dont le but était de faire comprendre les changements aux communautés et à la compagnie au fur et à mesure de leur déroulement, ont démontré un changement de l'économie locale qui a glissé vers une économie basée sur la monnaie, avec une augmentation des actifs des ménages dans les deux villages et de moins en moins de ménages exploitant les ressources naturelles grâce à la chasse, la pêche et aux produits forestiers non ligneux.

Les données issues des enquêtes de suivi socioéconomique fournissent habituellement un instantané plus précis des besoins en développement, et aident à la fois PanAust et les communautés à définir les priorités dans leurs décisions et leurs actions. La compagnie a facilité le planning communautaire participatif pour les communautés locales afin de mieux comprendre les perspectives propres aux villageois vis-à-vis du développement des défis et des priorités. Les deux approches sont utilisées afin de fournir un programme de développement communautaire équilibré.

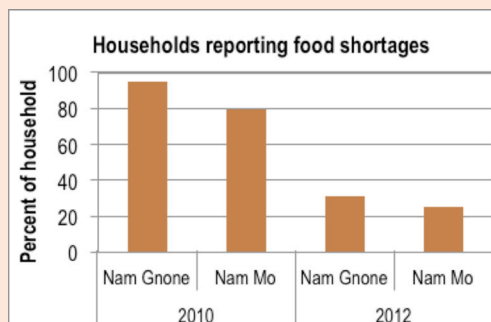
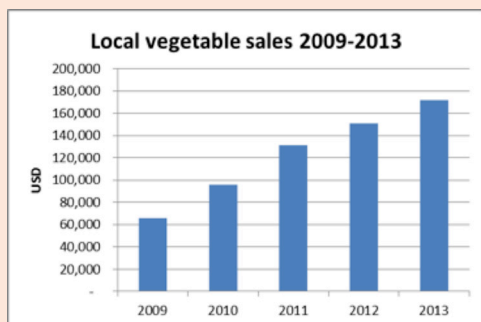
Avec le soutien du fonds de développement de la communauté financé par la compagnie, les comités de développement du village ont travaillé avec la compagnie pour identifier et implanter des activités de développement construites sur les compétences et les capacités locales, et qui fournissent à la communauté des opportunités d'initiatives durables.

Ainsi, en 2009 PanAust s'est associée au syndicat des femmes Lao du district (aujourd'hui province) de Xaysomboun afin d'introduire et de promouvoir l'épargne pour le village et les fonds de crédit. Les banques de ces villages fournissent des services de microfinancement, y compris des placements sécurisés et une flexibilité des facilités de prêt pour soutenir le développement des initiatives. En 2013, le fonds comptait 487 membres enregistrés dans les deux villages, et 7500 dollars US étaient disponibles chaque mois en moyenne par le micro crédit. La gestion au jour le jour, le suivi et l'analyse des résultats du programme de microfinancement sont gérés par les communautés, avec une aide technique permanente fournie par PanAust.

En se saisissant de ces opportunités, les villageois de BanNam Mo et Ban Nam Gnone ont ainsi créé une coopérative en 2009 afin de coordonner la production et la vente de légumes. Le camp de Phu Kham, grand consommateur de légumes, a été identifié comme un vecteur de support d'entreprise maraîchère et de programme pour le développement d'une activité de subsistance. En se basant sur la structure agricole traditionnelle de la communauté, les agents communautaires ont aidé le comité de développement du village à identifier et enregistrer les participants, à établir une coopérative d'agriculteurs, à préparer les terres pour l'agriculture et à fournir la formation pour améliorer la qualité, la quantité et la variété de production. Les producteurs maraîchers ont pu emprunter aux fonds d'épargne et de crédit du village nouvellement créé.

Le programme s'est rapidement développé, et en 2013 le camp achetait en moyenne 12 000 kg de légumes par mois pour environ 120 agriculteurs locaux. Les produits sont livrés chaque semaine à un point de vente dans le village, où la vente a lieu sous le suivi et la supervision du comité de développement du village et de l'équipe de la compagnie. Le volume total des ventes a atteint 172 000 dollars US en 2013, fournissant une moyenne de 119 dollars US mensuels à chaque ménage participant, ou 1 430 annuels. Cela représente un revenu monétaire important, dans la mesure où le PIB par habitant au Laos atteint un montant similaire (1417 dollars US).

L'initiative a été particulièrement bénéfique pour les femmes, qui constituent 98 % des participants à ce programme. Les ménages dépourvus de terres ont été soutenus par une attribution prioritaire lors de l'allocation de terres pour les nouvelles productions maraîchères. Les effets indirects du programme sont également importants, conduisant à la production de plus grandes quantités et variétés de légumes pour les marchés locaux, et contribuant à l'amélioration de la qualité de la nutrition des familles participantes. Les données de l'enquête socioéconomique démontrent que la proportion des ménages faisant état de pénurie alimentaire a été divisée par quatre entre 2010 et 2012.



Source : Enquête socio-économique, 2012, p. 41.

Des réunions régulières ont lieu, pendant lesquelles PanAust, les communautés ainsi que les autres parties prenantes pilotent et évaluent la production maraîchère ainsi que les données de microfinancement et les résultats afin de maximiser les opportunités pour réduire la pauvreté grâce au développement des petites entreprises.

Ce processus de suivi et d'analyse a permis d'effectuer de nombreuses améliorations du programme. Par exemple, une analyse des besoins d'approvisionnement en nourriture par rapport aux capacités de production locale a permis d'identifier les cultures adaptées à la production locale mais pour lesquelles l'expérience locale était insuffisante. Par conséquent, une formation en agriculture a été mise en place afin d'introduire plusieurs variétés nouvelles de légumes (pommes de terre, carottes, tomates) qui n'étaient préalablement pas cultivées dans la région.

L'entreprise s'est également ajustée aux capacités locales. Par exemple, les menus du camp ont été modifiés pour utiliser des légumes locaux de saison au lieu de produits importés. Et les champignons issus de la production locale figurent plus souvent sur le menu, après la formation des villageois à la myciculture.

Les leçons enseignées par les programmes de subsistance mis en place au projet minier d'or et de cuivre de Phu Kham sont appliquées à toutes les autres exploitations de PanAust. La combinaison de l'approvisionnement en légumes locaux, de la formation en agriculture et des systèmes bancaires villageois a été reproduite sur le projet minier d'or et d'argent de Ban Houayxai, avec un potentiel d'application à tous les autres sites d'exploitation de l'entreprise au Laos et au Chili.

Grâce à leur expérience, l'entreprise et la communauté attestent qu'en combinant la formation, la microfinance et le développement de l'activité des petites entreprises, il est possible de répondre plus largement à d'autres problématiques telles que la sécurité alimentaire et la nutrition, tout en assurant le développement des moyens de subsistance.

La combinaison des lignes directrices d'analyse de durabilité et de la facilité de la publication grâce à Internet facilite la mise en place d'une révolution dans les capacités des entreprises minières à prouver leurs succès et leurs défis, et à répondre aux attentes croissantes de la communauté pour l'évaluation des performances. Pour beaucoup de membres des communautés, les bonnes pratiques requièrent un site Internet clair, régulièrement mis à jour et transparent avec des données de suivi actuelles en ligne. Pour les projets plus spécifiques, il est important de développer des stratégies de communication appropriées techniquement et pertinentes pour les besoins et attentes des communautés locales ainsi que leurs pratiques culturelles, en particulier pour les communautés défavorisées et indigènes, tel que cela est décrit dans le manuel *Action et développement pour les communautés* (*Community engagement and development handbook* - DIIS 2016b)

2.3 La planification, la gestion et la réduction des risques

Le processus en cours d'évaluation des risques et le développement et l'affinage des programmes de gestion des risques sont des composants importants de l'assurance de la réponse aux objectifs de développement durable. Les risques potentiels doivent être identifiés et évalués par rapport à des critères pertinents, et des mesures de contrôle doivent être désignées et mises en place d'après les standards tels qu'ils sont définis dans *La gestion des risques* (*Risk management*) AS/NZS 4360:2004.

Étant donné la grande variété de risques à laquelle les projets miniers doivent faire face, y compris les risques économiques, environnementaux, sociaux, ceux concernant la réputation et même les risques politiques, il est vital que le suivi et l'audit soient parfaitement alignés. Dans le cas où un risque spécifique est identifié (par exemple une rupture de barrage potentielle), un suivi approprié (par exemple de la pression des eaux souterraines, des taux de drainage souterrains, etc.) doit être effectué de façon à ce que les risques soient gérés de façon appropriée. Un programme associé d'audits réguliers devrait être planifié afin de s'assurer que le suivi requis est observé et que l'évaluation est effectuée à un niveau qui correspond à la gestion du risque. L'incorporation de l'évaluation des risques et des procédures de gestion dans les schémas de suivi est étudiée en détails dans la Section 3.1.

3.0 LE SUIVI : CONCEPTION

Messages-clé

- Le suivi sera plus efficace s'il se base sur le réexamen des risques pour l'environnement et les parties prenantes sur l'ensemble des ressources de la communauté, pour chaque phase d'opération durant toute la durée de vie de la mine.
- L'examen régulier des risques et un suivi conjoint sont nécessaires afin de s'assurer que les objectifs sont remplis et que les constatations sont utilisées pour orienter les pratiques et décisions de gestion.
- C'est grâce au suivi que les entreprises minières et les parties prenantes peuvent justifier de l'efficacité de la gestion ou des mesures de contrôle, qu'elles peuvent vérifier ou ajuster les prévisions déjà effectuées en amont, et qu'elles développent des pratiques de gestion améliorées.
- Les programmes de bonnes pratiques de suivi des projets miniers comprennent des aspects environnementaux, sociaux, culturels et socioéconomiques, en plus des exigences habituelles de suivi opérationnel.
- Les ensembles de données en lien avec les risques pour l'environnement et les communautés sont moins bien développés et, sous plusieurs aspects, plus difficiles à quantifier que ceux concernant la sécurité et la santé, ce qui rend beaucoup plus important le partage d'informations et de références avec les principales entreprises et les principaux sites.

3.1 Le programme de gestion des risques

Les bonnes pratiques de suivi s'étendent au-delà du niveau de base des efforts qui peuvent être requis pour l'évaluation de la conformité avec les autorisations en cours ou les conditions d'exploitation. Les bonnes pratiques de suivi sont conçues pour être suffisamment sensibles pour détecter des tendances dans des paramètres clés bien avant qu'elles ne soient plus conformes, et pour répondre rapidement aux problèmes ou aux affirmations de l'impact d'une tierce partie. En résumé, les bonnes pratiques de suivi sont basées sur le risque et sont proactives. Elles doivent se concentrer sur les risques environnementaux pour le site, ce qui inclut les risques opérationnels et ceux de conformité, ainsi que d'autres problèmes éventuels pour les parties prenantes. Elles doivent également être adaptées à la nature changeante de ces risques à chaque étape de la vie de la mine, de son exploration jusqu'à sa fermeture (et au-delà, sous certains aspects). Un programme de suivi des bonnes pratiques peut également se révéler être un outil efficace de planification des ressources, en aidant à définir l'ensemble des compétences requises pour gérer les risques identifiés, ainsi que pour fournir une assistance au changement tout au long de la vie de la mine.

Le suivi qui permet seulement de détecter les changements après l'avènement d'un impact important ne peut être utilisé pour gérer les systèmes dans le but de prévenir les impacts et minimiser les responsabilités. Le suivi de la conformité n'est pas, comme on voudrait le croire, la seule chose nécessaire pour prévenir et gérer les impacts. Si la première mesure de changement est une mesure qui ne respecte pas la conformité, il sera trop tard pour prévenir des impacts indésirables, dans la mesure où les standards de conformité sont fixés à un niveau où, si la conformité n'est pas respectée, les impacts conséquents seront susceptibles d'avoir lieu.

La programmation du suivi basée sur les risques implique de comprendre la nature et les points sensibles pertinents du projet, y compris son contexte environnemental, politique, socio-économique et culturel, ainsi que les processus par lesquels les opérations minières pourraient les affecter. Cela permet aux paramètres suffisamment sensibles et appropriés ainsi qu'aux aboutissants d'être sélectionnés et utilisés pour détecter des tendances générales avant que des conséquences néfastes ne se produisent.

Le manuel *La gestion des risques (Risk management - DIIS 2016a)* inclut des exemples d'évaluation des risques qui sont applicables à la planification des risques et qui fournit des exemples utiles qui peuvent être adaptés à une opération ou à un contexte spécifique.

Les modèles de maturité sur la programmation des risques (DIIS 2016a) sont un schéma utile qui peut être appliqué aux autres risques, tels que les risques pour la santé (Hancock 2010) et les programmes juridictionnels concernant les mines abandonnées (Unger et coll. 2012). Les modèles de maturité définissent des caractéristiques de vulnérabilité à travers des programmes vigoureux, et ils sont utilisés à la fois pour évaluer les progrès et pour fournir des conseils sur les prochaines étapes vers les bonnes pratiques.

Une des méthodes d'intégration de la programmation des risques au sein du programme de suivi est le développement d'un registre des risques, qui englobe les risques encourus tout au long de la durée de vie de la mine et le suivi qui en découle, ainsi que des critères de performance pertinents pour chacun de ces éléments. Des registres des risques distincts peuvent être développés pour chaque étape des opérations, de l'exploration à la fermeture, et mis à jour pendant la progression des opérations. Les registres des risques peuvent fournir à la fois un cadre pour identifier les risques importants et les mesures de contrôle pour atténuer ces risques (ce qui est recommandé comme faisant partie intégrante d'un EMS selon la norme ISO14001 : 2004 par exemple).

L'étude d'impact environnemental et social (EIES) doit comprendre un registre des risques avec l'évaluation des moyens de subsistance et des conséquences, et également, idéalement, un système de suivi destiné à repérer les changements au niveau des indicateurs sensibles concernant ces risques. Des recherches peuvent être nécessaires, sous la forme d'une étude documentaire ou d'une étude de terrain, si suffisamment d'informations sont disponibles pour définir ou quantifier les impacts potentiels. Les engagements sur le suivi effectués lors de la conduite de l'étude EIES doivent être respectés et révisés régulièrement, au cas où des changements sont nécessaires. (Voir la section 3.3.) La prochaine révision des lignes directrices concernant la protection de l'eau de l'ANZECC (Conseil australien et néo-zélandais pour la protection de l'environnement) doit fortement souligner le développement de modèles conceptuels qui souligneront ces risques et le choix de plusieurs indicateurs sensibles. De plus, l'accentuation d'une approche orientée sur les preuves d'évaluation des résultats du suivi de ces indicateurs est également attendue. Le cadre de gestion de la qualité de l'eau soulignera les analyses des indicateurs utilisés, le modèle conceptuel à partir duquel les risques sont identifiés, ainsi que les systèmes de gestion en place afin que le suivi soit continuellement amélioré et optimisé (ces principes sont également applicables aux risques autres que la qualité de l'eau).

Le registre des risques peut être développé grâce à plusieurs mécanismes - par exemple, des évaluations effectuées par différents groupes de spécialistes aux compétences différentes, une consultation des diverses parties prenantes, ou des évaluations quantitatives et semi-quantitatives des risques. L'équipe la plus efficace fera preuve de pratiques d'évaluation des risques ayant un équilibre approprié entre compétences et connaissances, ainsi qu'étant hautement impliquée à l'implantation des mesures de contrôle une fois qu'elles ont été identifiées ; celles-ci doivent être soutenues par des ressources et un budget qui rendront possibles les actions nécessaires.

Le manuel *Gestion des risques (Risk management)* fournit des exemples pour chaque type d'évaluation des risques. Pour aller plus loin, il est possible de consulter le manuel *Gestion des risques* à propos des Standards australiens et néo-zélandais AS/NZS 4360 :2004 ainsi que celui sur les Standards en Australie, HB 203 : 2012 *Gérer les risques à portée environnementale (Managing environment-related risk)*.

Les Standards en Australie fournissent également des conseils sur la gestion des risques spécifiques dans des manuels tels que :

- HB 205 :2004 OHS *Manuel sur la gestion des risques*
- HB 231 :2004 *Directives sur la gestion des risques liés à la sécurité des informations*
- HB 294 :2006 *Protocole national de gestion des risques liés au désherbage appliqué au poste frontalier.*

La planification des risques permet de minimiser l'effort de suivi qui n'est pas destiné à cibler les responsabilités à chaque étape de l'opération, mais elle fournit un avertissement plus que pertinent sur les tendances destructrices potentielles, en s'assurant que les données sont disponibles lorsque des problèmes surviennent et en minimisant la probabilité d'une incapacité à demander des dédommagements. La clé est de disposer d'un suivi qui facilite la gestion des risques à toutes les étapes de l'opération.

Il existe des risques associés à la collecte d'informations destinées à la résolution des problèmes et pour répondre aux questions clés. De plus, il existe également des risques associés à la gestion des données pour s'assurer de leur continuité et de l'accessibilité à l'historique des données de suivi. Ces deux éléments doivent être traités au sein d'une évaluation de risques et de processus de gestion beaucoup plus généraux.

Le suivi des bonnes pratiques nécessite que le processus d'évaluation des risques permette d'identifier et de répondre aux risques d'implantation qui pourraient être associés à la conduite du suivi, comme par exemple la possibilité que :

- le suivi de base ne soit pas effectué sur une période de temps suffisamment représentative, ou qu'il soit effectué à un emplacement qui ne permettrait pas de fournir des données de qualité sur lesquelles les évaluations pourraient se baser
- les installations de suivi ou l'équipement soient détruits par un acte de vandalisme, un incendie, une inondation ou par des animaux sauvages, provoquant ainsi une perte de données à un moment important
- des changements inattendus dans les exploitations minières affectent les installations de suivi, les bases de données d'équipement utilisées pour gérer et interpréter le changement des données dans le temps, ainsi que le fait qu'il soit impossible de retrouver les anciennes données
- le personnel qui comprend les éléments critiques du programme de suivi ne conserve pas les procédures et que, lorsqu'ils quittent l'entreprise, le nouveau personnel soit incapable de gérer le système de suivi au niveau requis
- les données de suivi soient étudiées annuellement mais pas sur des périodes plus longues : les impacts cumulatifs seraient alors indétectables
- le suivi se concentre sur les mesures indirectes d'impact et qu'il échoue ainsi à détecter les impacts spécifiques qui devaient être mesurés (par exemple, le fait de suivre des espèces particulières de la faune lorsqu'elles peuvent être affectées par l'impact de la végétation lacustre à cause de changements dans l'hydrologie du fleuve, et lorsque leur origine doit être déterminée et que tous les liens doivent être compris)
- certaines données particulières sont obtenues afin de conduire les analyses nécessaires et leur interprétation avec un degré de confiance adéquat, ce qui peut amener à une mauvaise interprétation des tendances.
- les données de suivi de bonne qualité ne sont pas utilisées pour la gestion adaptative, l'amélioration continue ou les deux
- la méta-analyse des données n'est pas effectuée.

3.2 Le programme et gestion de la mine pendant toute sa durée de vie

L'établissement d'un programme pour le suivi pendant la durée de vie de la mine nécessite qu'un registre d'impact de pré-développement soit établi et que les procédures d'évaluation des risques soient appliquées, tel que décrit dans la section 3.1. Une fois que tous les impacts potentiels futurs ont été anticipés, les systèmes de suivi peuvent être créés et mis en place afin de les prendre en compte.

3.2.1 Le suivi de référence

Lorsqu'il est possible d'introduire le suivi de référence (par exemple dans les projets d'implantation de nouvelles mines ou d'extension), un tel suivi représente une composante critique des programmes de suivi des bonnes pratiques. Le suivi de référence devrait débiter lors de la phase de pré-faisabilité, et inclure toutes les problématiques environnementales, économiques et sociales qui ont été identifiées lors de la planification des risques. Les éléments caractéristiques des programmes de suivi sont énumérés dans l'annexe 2.

Dans la plupart des cas, le système de suivi de référence sera introduit lors du suivi ultérieur pour toute la durée de vie de la mine afin que les évaluations répétées puissent s'appuyer sur des bases de comparaison constantes. Ainsi, des données essentielles seront fournies sur divers aspects qui ne sont pas nécessairement liés aux impacts du projet d'exploitation minière, mais qui auront valeur de référence, de manière telle que :

- l'expansion de la variabilité naturelle du système peut être quantifiée par rapport au temps et à l'espace
- l'expansion des impacts pré-existants issus de projets miniers en cours et futurs peut être utilisée pour remettre la contribution aux opérations dans son contexte
- les effets provenant d'autres causes (comme la contribution urbaine ou agricole) peuvent être différenciés des effets issus de l'exploitation minière.

Les données de référence, couplées à un suivi continu des sites de référence (ou de contrôle), sont essentielles à l'interprétation correcte des résultats des programmes de suivi, dont le but est de répondre aux impacts d'expansion des projets liés aux opérations minières pendant toute la durée de vie des mines, et à l'expansion de la reconstruction ou de l'amélioration qui fait suite au contrôle de l'impact ou de la réhabilitation.

3.2.2 Les principes de conception du suivi

Il est communément admis et reconnu que l'approche d'évaluation d'impacts et la reconstruction se font à travers l'utilisation de « l'approche témoin-impact-avant-après » (approche BACI) afin de surveiller les principes de conception (Quinn & Keough 2006) et ses dérivés (comme une approche BACI modifiée). Le composant avant-après fait référence aux mesures prises avant et après tout changement qui pourrait avoir un impact. Le terme « témoin-impact » fait référence aux mesures prises dans des zones considérées comme non-affectées (contrôle) ou potentiellement affectées (impact) par le projet. Il est important de noter que les impacts peuvent inclure des impacts directs, secondaires et cumulatifs.

Le principe de l'approche BACI est que les effets sur l'environnement de l'opération sont évalués en déterminant la différence entre les résultats mesurés avant et après les impacts sur des sites potentiellement à risque, et en comparant ces résultats à des sites similaires qui ne sont pas considérés comme des sites à risque. L'approche BACI se concentre sur les différences relatives entre les sites témoin et les sites d'impact, avant et après que des changements opérationnels ont lieu, et non sur les tendances concernant des sites isolés. Cette approche fournit une puissance statistique beaucoup plus importante pour différencier les réponses environnementales dues au projet des autres sources de variabilité au sein des indicateurs mesurés.

Deux points sont à souligner :

- Alors que les sites « témoin » et « d'impact » devraient être similaires dans leurs caractéristiques physiques et écologiques, il n'est pas nécessaire et il n'est pas toujours possible qu'ils possèdent des attributs identiques. Cependant, les différences entre les sites doivent pouvoir être mesurées à la fois avant et après un possible impact.
- Lors de la comparaison entre les données avant et après impact, si une augmentation des différences entre les sites « témoin » et les sites « d'impact », il sera possible de remarquer que le projet a eu des conséquences d'impact. C'est cette différence qui peut être mesurée et utilisée afin de déterminer statistiquement si un impact a eu lieu ou non. Idéalement, cela doit inclure la mesure des différences de base avant le développement de la mine, mais le principe peut être adapté à d'autres évaluations ultérieures des changements qui pourraient être relevés entre les sites « témoin » et « d'impact ».

En pratique, le principe de suivi BACI nécessaire à un projet spécifique peut quelquefois s'avérer plus complexe, bien que les principes restent les mêmes. Plus de détails sur l'établissement d'un programme de suivi BACI conventionnel sont disponibles (Quinn & Keough 2006 et Underwood 1991) ainsi que sur l'établissement d'une approche BACI modifiée et pluridisciplinaire (Humphrey et coll. 1995, Humphrey & Pidgeon 2001 et Faith et coll. 1995).

Bien que communément considérée comme une approche solide et statistique du suivi depuis des dizaines d'années, l'approche BACI reste peu utilisée dans la plupart des programmes de suivi, bien que ses avantages analytiques soient reconnus. Le programme de suivi par les bonnes pratiques reste dominant lorsqu'il est applicable. Cependant, l'utilisation de modèles conceptuels, lorsqu'elle est possible, peut se révéler très utile, par opposition au fait de se fier uniquement à des modèles statistiques.

Il peut être nécessaire de prendre en compte dans le programme de suivi d'autres impacts, qui ne sont pas nécessairement directement liés aux opérations minières, mais qui peuvent avoir lieu à cause de l'augmentation de la population autour de la mine. Il peut s'agir de la pratique de l'agriculture sur brûlis, de la présence de mines alluviales artisanales (deux activités qui peuvent provoquer l'augmentation des dépôts de sédiments en aval de la mine) ; de développements industriels divers, de tempêtes de poussière, de feux de brousse ou de forêt affectant la qualité de l'air ; ou d'anciennes activités d'exploitation forestière, de chasse ou de défrichement affectant la biodiversité. La prise en compte de ces éléments déclencheurs d'impact exige qu'une comparaison soit effectuée entre avec des sites témoin de contrôle et/ou ceux de référence, même s'il ne s'agit pas d'un programme BACI conventionnel.

Indépendamment de la possibilité d'utiliser ou non une approche BACI, les programmes de bonnes pratiques de suivi devraient être conçus pour un rendement optimisé et en se basant sur des principes fiables de recherches en termes de statistiques et de sciences sociales. La clé pour construire un bon programme de suivi est de baser le projet sur des principes statistiques, plutôt que d'essayer de faire rentrer les statistiques dans le projet (mais il faut prendre en compte les remarques ci-dessus sur le rôle des modèles conceptuels dans certains cas). Cela aidera à éviter les partis-pris au niveau du prélèvement d'échantillons et à calculer et optimiser en avance la taille appropriée nécessaire des échantillons ainsi que la fréquence des prélèvements. Les programmes de bonnes pratiques de suivi prennent généralement en compte la puissance statistique, de manière à ce que, si des conséquences ont lieu, il y a une grande probabilité que cela sera détecté prématurément comme un réel avertissement, et pas seulement après qu'une destruction environnementale majeure ne se produise.

Alors que l'utilisation des données normalement collectées lors d'une analyse statistique paramétrique est préférable lorsqu'il s'agit de déterminer quels impacts se sont produits, son utilisation en pratique est limitée par la grande variabilité des échantillons ou leur trop faible quantité (comme par exemple lors du suivi d'espèces rares ou menacées). Dans ces cas là, le programme de suivi peut être conçu selon des procédures d'analyse non-paramétriques, grâce à l'utilisation de procédures statistiques solides généralisées ou bayésiennes ; ces dernières sont plus à même aptes à analyser sérieusement des données limitées et des données qui ne correspondraient pas dans le cas contraire aux exigences sous-jacentes des procédures classiques d'analyse paramétrique et statistique. Dans tous les cas, l'inspection visuelle des tendances de données est très importante, et dans certains cas il peut suffire d'observer graphiquement les tendances grâce à des contrôles automatiques.

Cependant, cela peut être un outil pratique et très utile dans la compréhension de ce qui est en train de se passer, dans la conduite d'actions de gestion et dans la communication des résultats de suivi à la communauté. Le développement de R en tant qu'outil gratuit d'analyse statistique et la grande disponibilité des outils d'analyse Bayésienne ont simplifié l'adoption d'analyses statistiques avancées des données de suivi.

Quel que soit le cas, il est essentiel de prendre en compte les analyses qui seront effectuées lors de l'établissement du programme de suivi. Green (1979) fournit une liste de 10 principes qui devraient être pris en compte (voir l'annexe 1) et remarque que si vous n'avez pas cherché à recourir à une aide experte avant de vous demander « que puis-je faire de mes données », vous méritez amplement, à ce moment-là, toutes les réponses qui vous sont données." Ceci est encore valable trente ans plus tard. La prise en considération des exigences d'analyses de données au stade de la construction du projet peut rendre nécessaire le recours à des programmes de suivi des lieux de prélèvement beaucoup plus onéreux ; l'intensité, la fréquence et la durée des prélèvements ; leur répétition ; ainsi que d'autres aspects. Cela permettra d'éviter de gaspiller inutilement des fonds pour un suivi avec un faible pouvoir statistique.

Les gestionnaires des mines doivent être consultés lors de la conception des programmes de suivi, et dans certains cas ils devraient participer activement au suivi nécessaire (là où il fait partie des opérations minières).

Le programme de suivi environnemental et les données qui sont récoltées doivent être liés au système d'information territorial ou géographique de la mine (SIG) et devraient rester accessibles et dotés d'une grande visibilité au sein du système. De cette façon, lorsque les plans concernant la mine sont modifiés (comme c'est souvent le cas) les personnes responsables du système de suivi peuvent être prévenues au plus tôt afin de s'assurer d'agir pour que les impacts dus à ces changements soient toujours surveillés et gérés. Un exemple particulièrement important de ceci a lieu lorsque les sites de suivi sont endommagés ou détruits par le développement de la mine et que la continuité des données enregistrées est perdue. Une bonne connaissance de l'importance de ces sites permet de s'assurer qu'il est possible de les maintenir en planifiant de façon proactive le

développement de la mine, ou, si ce n'est pas possible, de nouveaux sites de suivi de l'efficacité similaire doivent être établis. Idéalement, les nouveaux sites devraient être définis et opérationnels avant que les sites originaux soient perdus, afin qu'il soit possible de disposer d'une période de suivi superposée. Le système SIG ne devrait pas être uniquement capable de recenser les emplacements des sites de suivi, il devrait également relever les superpositions des tendances au sein des données.

Sur certains sites, les opérateurs peuvent décider (ou il peut leur être demandé) de développer ou modifier un programme de suivi sans disposer du bénéfice du suivi de base et d'un registre des risques de pré-développement. Cela peut être le cas lorsqu'une entreprise acquiert une exploitation existante qui ne possède pas ces données, lorsque les activités d'exploitation minière reprennent à proximité d'anciennes mines abandonnées, ou lorsqu'une décision est faite à propos de la modification significative ou de la mise à niveau du programme de suivi existant, qui est lié aux attentes des communautés et de la réglementation. Dans ces cas, il faudra examiner attentivement la conception du programme de suivi selon les principes qui viennent d'être énoncés, lorsque cela est possible. Les approches telles que le suivi de référence de proximité et/ou des sites de contrôle, le suivi en amont en opposition à celui en aval, et le fait de déterminer si les propriétaires ou régulateurs précédents ont effectué un suivi peuvent aider dans la conception d'un programme de suivi approprié. Lorsque plusieurs opérations minières existent, y compris lorsqu'il s'agit de mines fermées ou abandonnées pour lesquelles aucune entreprise ne possède de responsabilité quant à la gestion courante de la mine, le suivi avec les régulateurs peut être nécessaire pour distinguer les impacts de l'exploitation minière en cours de ceux issus d'autres sources (cumulatives).

Le programme de suivi devrait être maintenu pendant toute la durée du projet minier, y compris pendant les phases de réhabilitation et de fermeture (comme cela a été abordé plus haut, le contenu détaillé du programme sera modifié dans le temps). Le suivi post-fermeture sera également nécessaire là où les impacts peuvent se révéler à haut risque ou durer sur le long terme, ou bien les deux (par exemple, les eaux drainées depuis la mine pourraient être acides ou contaminées par des métaux lourds).

La conception et la durée du suivi post-fermeture, ainsi que la responsabilité de l'organisation de ce suivi devraient être déterminées par un accord avec les régulateurs principaux. Une fois que la compagnie minière aura démontré que la réhabilitation a été effectuée de façon satisfaisante et qu'elle est accomplie comme cela a été requis, elle pourra réclamer la renonciation de la concession en faveur de l'état (l'Australie Occidentale et le Territoire du Nord ont mis en place un système de prélèvements fiscaux qui peut contribuer de façon partielle à remédier aux problèmes des legs miniers existants et futurs). Une fois que la renonciation a été effectuée, le suivi post-fermeture peut être effectué par les régulateurs plutôt que par les employés de la mine ou des consultants, dans la mesure où une source de financement agréée est disponible.

De manière générale, il est essentiel que les programmes de suivi soient conçus selon les risques définis et les impacts potentiels du projet, et qu'ils soient capables de détecter tous les aspects pertinents, y compris ceux qui sont positifs. Leurs objectifs doivent être clairs et, lorsque cela est possible, ils doivent être quantitatifs ou contenir des données quantitatives qui correspondent à des conceptions statistiques et des données d'analyses précises, et dans une forme qui peut être reproduite à chaque étape de la vie de la mine.

Pour le suivi de la performance sociale, les jeux de données objectivement mesurables, tels que les statistiques locales sur l'emploi, les changements dans les profils régionaux de santé ou les enquêtes sur les revenus des ménages et leurs dépenses peuvent être complétés par un suivi qualitatif bien défini. Par exemple, le suivi peut comprendre le suivi des avancements de carrières pour les employés issus des populations autochtones, et les facteurs qui influencent les revenus de l'emploi, qui ne peuvent être uniquement recensés par des données quantitatives ou des analyses statistiques.

3.3 Les ajustements pour les changements dans le plan de la mine

Les programmes de suivi doivent être prévus et documentés de façon à ce que lorsque des changements sont apportés à une exploitation et que de nouveaux impacts ou une modification de ces derniers est possible - ou que les anciens risques sont atténués - il est aisé d'ajuster le programme de suivi.

Idéalement, les tâches de suivi individuel sont définies au sein d'un cadre de temps à moyen terme (comme par exemple une durée d'un an ou de cinq ans) et au sein d'un programme sur toute la durée de vie de la mine pour un projet particulier. Le programme à moyen terme détaille toutes les phases de suivi et indique le délai temporel requis, en particulier lorsqu'une déclaration sur le champ d'application des travaux doit être définie pour un projet de suivi et qu'il faut avoir recours à des sous-traitants ou à des consultants afin de développer les propositions avant le début de la mise en place du programme.

Il faudra particulièrement répondre aux facteurs suivants.

Pendant la durée de vie de la mine, des référentiels jusqu'à la phase de post-fermeture, le suivi par des bonnes pratiques devra être basé sur un programme de suivi détaillé qui devra être revu tous les ans. Il sera développé ou revu grâce à l'utilisation d'une évaluation des risques permettant d'identifier les besoins de suivi et les tâches qui requièrent une attention particulière pour l'année à venir, ainsi que leurs inter-relations. Les programmes de suivi les moins détaillés, qu'il s'agisse de programmes sur le moyen terme ou de programmes globaux sur la durée de vie totale de la mine pourront être revus et mis à jour.

Les éléments suivants sont applicables aux tâches individuelles au sein du programme annuel :

- Les objectifs sont définis et documentés dans une déclaration sur le champ d'application des travaux en s'appuyant sur les informations nécessaires.
- Si une expertise extérieure est requise, la portée des travaux sera utilisée comme base pour rechercher des propositions.
- Si le suivi doit être effectué en interne, les gestionnaires alloueront des ressources dédiées à cette tâche et les attentes et les engagements pris seront documentés.
- Lors de l'évaluation et du choix du contractant externe, des accords seront définis pour les éléments clés du suivi ; les responsabilités pour la gestion des données, leur interprétation et leur stockage ; ainsi que les responsabilités pour les progrès effectués, ainsi que les analyses ou recommandations finales.
- Un coordinateur interne ou externe de projet, ou un gestionnaire, aura la charge de s'assurer de la continuité et du succès du suivi. Ce rôle permet de s'assurer que les activités correctes ont été effectuées dans des endroits pertinents, que les parties prenantes appropriées sont engagées dans ce processus, et que toutes les informations nécessaires sont disponibles pour le consultant. Le coordinateur examine tous les rapports préliminaires et s'assure qu'ils sont finalisés puis transmis au personnel clé, et que ces données sont traitées en accord avec les accords passés.

Dans le cas d'un programme de suivi sur le moyen terme, il est important que le lien soit fait avec les programmes de construction ou de production sur le moyen terme afin que tout changement dans la production ou les infrastructures permette d'opérer les ajustements nécessaires sur les programmes de suivi. Par exemple, si le taux de production annuel augmente, alors un suivi de pré-autorisation sera nécessaire pour les zones beaucoup plus étendues que celles sur lesquelles un programme a précédemment été établi ; plus de ressources seront ainsi nécessaires. Il faudra également examiner les conclusions des programmes de suivi annuels afin de déterminer un éventuel besoin de changer les pratiques de gestion ou de modifier le suivi.

Le programme de suivi sur la durée de vie complète de la mine doit être examiné à des fréquences qui reflètent le taux de variation de l'opération. Dans les premières étapes, lorsque le taux de variation est le plus important, il est possible de constater la nécessité d'un examen annuel du programme de suivi au sein du contexte d'un programme sur la durée de vie totale d'une mine ou bien dans le cas d'un programme de fermeture. Lorsque le projet accélère ou ralentit, l'analyse fréquente des programmes de suivi est nécessaire. Par exemple lorsqu'une mine est en fin de vie, il est possible qu'une fermeture prématurée ou que la cession à un autre exploitant (un changement de propriétaire) puisse provoquer un changement d'objectif, ce qui signifie que certaines informations seront nécessaires plus tôt que prévu (ces informations peuvent être, par exemple, des critères d'achèvement, des impacts sur la communauté dus à la fermeture d'une mine, ou des études socio-économiques sur l'impact commercial local).

En ce qui concerne les mines abandonnées et les mines dont l'exploitation a été suspendue et qui sont dans une phase de soins et d'entretien pour une période prolongée, le fait d'avoir une archive (peu importe son ancienneté) des programmes et des données de suivi, et des cartes des sites suivis est inestimable. Ces informations fournissent une base solide pour l'évaluation des risques dont l'objectif est le développement d'un programme de fermeture ou de réhabilitation. En résumé, l'élément clé est de s'assurer que les programmes de suivi s'alignent correctement avec les changements opérationnels ou avec le développement du projet, et lorsque

cela est nécessaire, avec les impacts cumulatifs à une échelle régionale. Alors que de nombreux facteurs peuvent être définis à travers le processus ESIA et formalisés à travers des documents réglementaires (tels que des licences et autorisations), d'autres facteurs peuvent être pilotés en interne afin de développer pour chaque site des méthodes spécifiques et des jeux de données à d'autres fins (comme par exemple l'utilisation plus efficace de l'eau et de l'énergie). La documentation sur les programmes de suivi globaux est essentielle lorsqu'une continuité doit être maintenue entre les gestionnaires successifs des programmes de suivi afin que, et ce même si des changements de propriétaire ont lieu, le dynamisme des programmes de suivi soit assuré et les manques de données à des étapes critiques soient évités ou minimisés.

3.4 L'engagement de la communauté dans la conception du programme de suivi

Construire et entretenir la confiance de la communauté ainsi que le contrat social pour l'exploitation sont des ingrédients essentiels du développement durable (le manuel de bonnes pratiques *Engagement et développement de la communauté* aborde ces concepts en détail). Le fait d'intégrer les communautés lors de la conception et de l'implantation des programmes de suivi est une façon pour les entreprises de renforcer les relations avec les parties prenantes clés, et de construire une relation de confiance grâce à un échange transparent d'informations et une prise de décision globale sur les problèmes qui les affectent.

Le fait d'intégrer la communauté permet également à l'entreprise de profiter de la connaissance locale ou traditionnelle des systèmes écologiques et sociaux.

L'implication de la communauté dans le schéma de suivi peut inclure de travailler avec :

- les communautés autochtones et les propriétaires traditionnels, par rapport à l'identification et au suivi des espèces qui ont une importance culturelle, alimentaire, ou médicinale
- les communautés voisines, par rapport à la conception de programmes de suivi de la qualité de l'air et de l'eau
- des fermiers ou d'autres exploitants des terres, par rapport au suivi des impacts de l'activité minière sur des options actuelles ou potentielles d'utilisation des terres
- des groupes naturalistes, par rapport à la présence actuelle ou antérieure d'espèce rares ou menacées
- des chefs de communauté, pour tout ce qui est lié à l'héritage culturel historique et traditionnel.

Généralement, l'évaluation des impacts sociaux représente le point de départ des discussions et de l'intégration des communautés au sein du schéma de suivi et de son implantation ; toutefois, les entreprises qui procèdent selon les bonnes pratiques recherchent l'implication des communautés à toutes les étapes, même lorsqu'il s'agit de mines déjà en cours d'exploitation. Le *guide pour le développement des communautés* du Conseil international sur l'exploitation minière et les métaux (CIMM) fournit des outils très utiles permettant d'assister les phases de programmation, conception et d'implantation d'un suivi inclusif et des processus d'évaluation (CIMM n.d.).

Étude de cas : La co-gestion des impacts de l'exploitation minière au-dessous du niveau des nappes phréatiques sur le système culturellement et écologiquement important de Weeli Wolli Springs and Creek (Les sources et le ruisseau de Weeli Wolli) par les propriétaires traditionnels et par Rio Tinto

Weeli Wolli Springs and Creek (Les sources et le ruisseau de Weeli Wolli) est un système hydrologique et culturel unique dans la région de Pilbara, en Australie Occidentale. La zone est classée communauté écologique prioritaire (PEC) par le Département des Parcs et de la Faune d'Australie Occidentale (Department of Parks and Wildlife). Il s'agit également d'une zone possédant une signification importante aux yeux des propriétaires traditionnels des terres : selon eux, le ruisseau est habité par l'esprit de Yurduba, le serpent arc-en-ciel, gardien des points d'eau permanents.

À 5 Km à l'Ouest de Weeli Wollli Springs, se trouve la mine de Hope Downs, une exploitation en co-participation entre Hope Downs Iron Ore et Rio Tinto. L'exploitation de la mine est gérée par Harsley Hope Down Management Services. L'activité minière a débuté en 2007.

Le puits de la mine s'étant développé au-dessous de la nappe phréatique, un assèchement de la mine a donc été nécessaire, ainsi que le rejet de grandes quantités d'eaux souterraines. Une grande partie de Weeli Wollli Springs est située à l'intérieur du cône de dépression causé par l'opération d'assèchement, ainsi la plupart des eaux souterraines est rejetée au niveau des sources de Weeli Wollli (Springs) et donc dans le ruisseau de Weeli Wollli (Creek). L'assèchement et le rejet des eaux pourraient avoir un impact sur l'hydrologie et l'écologie de l'écosystème de Weeli Wollli.

Des programmes de gestion compréhensive de l'environnement et du patrimoine ainsi que des mécanismes d'évaluation et de suivi à grande échelle ont été développés par Rio Tinto en coopération avec les propriétaires traditionnels des terres. Cette coopération remonte au mois de juillet 2006, lorsque les propriétaires traditionnels des terres et les représentants des entreprises ont assisté à une réunion dans le bush près du ruisseau, afin de discuter de la gestion des problèmes environnementaux et patrimoniaux, et afin d'identifier les façons les plus adaptées culturellement à la participation des propriétaires traditionnels au niveau des problèmes liés aux exploitations minières et au ruisseau. Un des aboutissements a été la création du conseil d'administration de co-gestion par Intérim de Weeli Wollli Creek (Le ruisseau de Weeli Wollli), qui comporte cinq membres de chacune des tribus Nyiyarparli et Banyjima, ainsi que quatre représentants de Rio Tinto.

Bien que le problème de la propriété traditionnelle de la zone du ruisseau de Weeli Wollli n'ait pas pu être complètement résolu, la composition du conseil d'administration de co-gestion a toutefois été périodiquement surveillée afin de s'assurer que les propriétaires traditionnels aient pu bénéficier d'une représentation appropriée.

Le rôle et le but de ce conseil d'administration est d'observer et de fournir une opinion et une ligne de conduite pour les services de gestion de Hamersley Hope Downs, et de mener à bien des bonnes pratiques de gestion et de suivi de l'environnement et du patrimoine pour les rejets d'eaux de la mine de Hope Downs et leurs effets sur le ruisseau de Weeli Wollli et ses environs. Le conseil d'administration se réunit tous les trois mois pour discuter des problèmes en cours et émergents liés à la valeur écologique et patrimoniale des sources et du ruisseau. Les membres du conseil d'administration évaluent également les progrès faits par Rio Tinto dans le suivi et la gestion des menaces identifiées, et ils examinent les conclusions de scientifiques indépendants. Les retours que le conseil d'administration effectue jouent un rôle important dans le développement de programmes de gestion adaptatifs pour la région. Les membres du conseil d'administration et les autres membres issus des deux groupes de propriétaires traditionnels participent au suivi écologique des sources et du ruisseau. Le programme est connu sous le nom de Living Water Survey (l'étude des eaux courantes) et a lieu deux fois par an. Il consiste à suivre et à mesurer un grand nombre de paramètres, tels que la qualité de l'eau et du biote (algues, macro et micro-invertébrés, poissons, ainsi que d'autres animaux et plantes que l'on peut trouver dans les eaux et le lit du ruisseau).

Le conseil d'administration supervise également plusieurs sous-comités chargés de gérer des problèmes spécifiques, et les recommandations et les conclusions de ces sous-comités sont ratifiées lors des réunions en présence du conseil d'administration complet. De façon générale, le conseil d'administration parraine une grande variété de projets dont le but est de pérenniser les valeurs et les connaissances traditionnelles du système du ruisseau et d'en informer le reste de la communauté.

Il s'agit d'un des premiers cas dans le Pilbara où une grande exploitation minière travaille en association avec les propriétaires traditionnels afin d'atténuer les impacts environnementaux dus aux facteurs importants du développement minier. Le concept de co-gestion, selon lequel toutes les parties peuvent apprendre de l'autre et travaillent collectivement à produire des revenus durables, émerge comme une tendance de référence en ce qui concerne les exploitations minières de la région.

3.4.1 Les éléments en faveur d'un cadre de suivi socio-économique

Les entreprises appliquant des bonnes pratiques prennent de plus en plus en considération le besoin de développer un suivi solide et transparent de la performance sociale, ce qui coïncide avec l'émergence d'exigences d'analyse de développement durable tel que le GRI et de codes volontaires tels que *Une valeur durable*. Cela requiert d'être rigoureux, attentif au contexte, engagé sur le plan social et pertinent sur le plan local, mais cela devrait également permettre :

- de fournir des informations concrètes de façon systématique, et qui peuvent être une base pour l'évaluation ou la quantification du changement et du développement de la communauté à des stades différents du projet tout au long de sa durée de vie
- d'informer les décisionnaires opérationnels et ceux des communautés et de contribuer aux programmes clés de développement d'investissement et de développement au profit de la communauté.
- une bonne intégration, au moyen de programmes d'opérations stratégiques à grande échelle et de cadres de gestion, afin de rendre les considérations des communautés plus faciles à introduire au sein d'une approche globale de l'opération pour le développement durable.
- d'inclure les parties prenantes externes à tous les stades du développement, de l'implantation et de l'analyse du cadre de travail
- d'amener les aspirations des communautés à s'engager pour le développement régional et les transferts de bénéfices
- de reconnaître, d'identifier et de répondre de façon collaborative, là où cela est approprié, aux impacts cumulatifs dans un cadre plus large et aux bénéfices issus des activités minières ou d'autres activités industrielles locales.

3.4.2 Le cadre de suivi pour les communautés autochtones (propriétaires traditionnels)

Une considération particulière doit être apportée lorsqu'il s'agit de s'assurer que les systèmes de suivi traitent de façon adéquate les impacts des opérations minières sur les communautés autochtones (propriétaires traditionnels). Historiquement, les communautés autochtones ne sont que rarement touchées par les effets positifs des bénéfices économiques et provenant du développement qui accompagnent les activités minières. Au cours des deux dernières décennies, des changements ont été effectués afin de corriger ce déséquilibre. En Australie, des mécanismes tels que les accords sur l'utilisation des terres autochtones (Indigenous land use agreements), les investissements et le développement des fonds par les communautés, et les programmes pour l'emploi et la formation fournissent aujourd'hui des opportunités qui tendent à amener les exploitants miniers à s'engager auprès des communautés autochtones et à respecter leurs ambitions de développement. Le but est d'assurer des résultats durables sur le long terme et en adéquation sur le plan culturel avec les populations autochtones.

Pour que ces initiatives soient couronnées de succès, il est important à la fois pour les exploitants miniers et les communautés affectées de comprendre les changements qui peuvent avoir lieu au sein des communautés autochtones affectées par les activités minières et les programmes de développement communautaires. Le suivi en temps opportun, rigoureux et transparent de la performance sociale joue un rôle important en donnant aux parties prenantes la capacité d'influencer, de piloter et de promouvoir des programmes de développement de façon attentive et culturellement appropriée.

Le manuel de bonnes pratiques *Travailler avec des communautés autochtones (Working with Indigenous communities)* fournit des informations détaillées sur l'engagement et le développement économique autochtone.

3.4.3 Les critères de sélection des indicateurs socio-économiques

Les indicateurs socio-économiques devraient être sélectionnés dans le but de fournir un jeu de données consistant, fiable et valide qui pourra être suivi dans le temps. Idéalement, les indicateurs devraient respecter les principes généraux de :

- validité — ils doivent logiquement mesurer ce qu'ils sont censés mesurer avec la sensibilité appropriée
- fiabilité — une constance dans le temps doit être observée tout en impliquant de façon cohérente l'engagement communautaire dans la collecte des données
- simplicité — ils ne doivent pas être trop compliqués, en particulier si la communauté participe à la collecte de données (ce qui sera également requis afin de pouvoir assurer la fiabilité)
- compréhension — ils doivent cerner toutes les complexités qui pourraient exister dans l'échantillon de population
- disponibilité — la collecte de données doit être facile
- commodité — ils ne doivent pas nécessiter un apport en ressources trop intensif et onéreux (adapté de Black et Hughes, 2001).

Cependant, au sein d'une exploitation minière réelle, l'application trop restrictive de ces critères pourrait se révéler trop contraignante lorsqu'il existe de trop nombreuses demandes concurrentes en temps et en ressources. Les cadres de travail socio-économiques ont ainsi besoin d'être développés en prenant sérieusement en compte les coûts et la disponibilité. Au lieu de développer une suite d'indicateurs spécialement conçus à cet effet, il est quelquefois plus efficace et pratique d'utiliser les informations déjà collectées par d'autres agences, qui travaillent de préférence localement (par exemple, des groupes locaux de suivi environnemental, des organismes du gouvernement fédéral ou des organisations communautaires) ou alors d'utiliser des informations qui peuvent être facilement générées à partir des procédures standard d'exploitation (par exemple, l'emploi ou l'acquisition de données pour les sources de main d'œuvre ou pour les dépenses locales et les transferts de bénéfiques).

De plus, au lieu de se fier uniquement à des mesures quantitatives "objectives", l'incorporation des retours qualitatifs des experts locaux ou des groupes communautaires, rassemblés dans un format cohérent et reproductible, peut améliorer de façon considérable l'utilité des informations obtenues. Cette approche, qui pourrait ne pas toujours convenir à une analyse statistique conventionnelle, présente néanmoins l'avantage majeur d'être pratique et de permettre de récolter de nombreuses participations et voix communautaires. Enfin, l'utilisation d'indicateurs multiples pour chacun des domaines primaires de la mine ou des aspects communautaires minimise également le risque d'une mauvaise lecture ou d'une négligence des tendances significatives.

3.4.4 Le suivi de la performance sociale lors des étapes du projet

Comme cela est indiqué dans ce manuel dans plusieurs sections (sections 3.2 et 3.3) ainsi que dans d'autres manuels de cette série, la programmation et le développement d'un cadre de suivi devraient avoir lieu le plus tôt possible dans le cycle de vie du projet. Au plus l'opération permet de mettre en place un point de départ socio-économique régional, au plus elle permettra de délimiter clairement, de suivre et de comprendre les changements qui prennent place dans une communauté, en tant que conséquences du projet.

Il peut être nécessaire d'ajuster le cadre de suivi pendant le déroulement du projet et de permettre aux indicateurs de prendre en compte les changements de circonstances opérationnelles comme des transitions majeures, qui peuvent avoir lieu de la construction à l'exploitation, mais aussi les programmes d'expansion, les changements dans les mécanismes de prestation de main d'œuvre - comme l'introduction d'un système d'accès par avion sur la base "fly-in/fly-out" - ou encore une réduction imprévue du personnel. En ce qui concerne les projets dont la durée de vie est longue, c'est-à-dire 25 ans ou plus, ou pour les exploitations établies dans des environnements nouveaux, les indicateurs de haute importance pendant la construction peuvent voir cette importance diminuer au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation et de l'adaptation des communautés à de nouvelles circonstances ; ils seront ainsi certainement différents des indicateurs d'importance lors de la fermeture. Alors que les principes fondamentaux d'un cadre de suivi peuvent demeurer intacts pendant la durée de vie de la mine, les éléments composant ce cadre doivent être ajustés là où cela est nécessaire, afin d'adapter les changements dans les cycles de vie du projet et les moteurs et les perceptions communautaires, ainsi que les expansions et les reculs.

3.5 Les éléments du programme de suivi

Les éléments typiques de suivi environnemental et socio-économique, ainsi que les fréquences indicatives de suivi pour toutes les étapes de développement du projet sont abordés dans l'annexe 2. Le suivi opérationnel n'est pas spécifiquement détaillé dans l'annexe 2, bien que des paramètres opérationnels de suivi, y compris le bilan hydrique, le taux de production de minerai et de déchets ainsi que leur composition, possèdent une pertinence directe pour les autres aspects du suivi, comme par exemple pour la qualité des eaux usées et la gestion du drainage acide et métallifère.

Comme indiqué dans la section 2.2.2, chaque projet possède des exigences de réglementation du suivi. Cependant, l'incorporation de paramètres de suivi additionnels et de critères d'évaluation de la performance est essentielle à l'identification et à la gestion proactive des problématiques environnementales, sociales et relatives à la santé au travail, ainsi que sur la sécurité tout au long de la durée de vie du projet. Les méthodes de bonnes pratiques dépassent les exigences de la réglementation et visent à enquêter sur de probables facteurs ultérieurs à haut risque, à quantifier et atténuer les impacts avant que des incidents substantiels ne se produisent, et à développer des solutions et évaluer le succès des mesures de contrôle. Comme décrit dans la section 3.1, une approche basée sur l'évaluation des risques est recommandée afin de s'assurer que, indépendamment de la taille d'une exploitation minière, les programmes de suivi spécifiques à un site incorporent des éléments de suivi, des paramètres, des fréquences et des critères de performance applicables et adéquats sur lesquels les données de suivi peuvent s'appuyer.

L'annexe 2 devrait être considérée comme « significative » d'un programme de suivi des bonnes pratiques. Elle a pour intention de fournir une base pour établir un programme détaillé qui est pertinent au niveau des sensibilités spécifiques au site ainsi qu'au niveau de la nature et de l'échelle des impacts potentiels. Les éléments qui y sont apportés ne sont pas nécessairement exhaustifs pour tous les projets d'exploitation minière, et tous les éléments et les fréquences de suivi indiqués ne sont pas nécessairement pertinents pour tous les projets.

Une aide complémentaire sur l'identification des paramètres, des fréquences et des critères d'évaluation de performance du suivi est disponible dans d'autres manuels de bonnes pratiques.

3.6 Les liens pour la recherche et l'investigation

Il est fréquent qu'à un certain moment pendant la durée de vie opérationnelle d'une mine, un besoin se manifeste, celui de développer des méthodes plus rentables, en prenant en compte les conditions locales pour évaluer et minimiser les impacts, restaurer les valeurs environnementales ou réhabiliter des sites dégradés. Une des raisons principales est que tous les sites sont différents et qu'ils changent avec le temps. Alors que l'approche et les processus utilisés par d'autres projets peuvent avoir provoqué le développement de méthodes selon les bonnes pratiques pour contrer le manque de connaissance, les caractéristiques spécifiques du projet peuvent potentiellement réclamer des modifications au niveau des procédures développées et optimisées dans d'autres lieux, ou la sélection de nouveaux indicateurs.

Ceci exige une approche selon les bonnes pratiques – c'est-à-dire une volonté de faire de la recherche, des essais ou toute autre investigation nécessaire pour surveiller, évaluer et gérer les impacts dans une mesure acceptable pour toutes les parties prenantes.

Les études de référence et les études suivantes peuvent permettre l'identification du besoin pour la recherche et les investigations. Elles peuvent par exemple révéler :

- des espèces endémiques dont la fragilité ou les exigences écologiques sont encore inconnues
- des espèces florales dont la méthode de reproduction est inconnue
- des espèces animales dont l'habitat est mal connu
- des interactions spécifiques entre la faune et la flore qui ne sont pas bien comprises mais qui peuvent être importantes pour la durabilité de l'écosystème
- des caractéristiques de la couche arable du sol qui nécessitent une réhabilitation spécifique ou d'autres traitements afin d'assurer le succès d'une revégétalisation.

- des caractéristiques des matériaux de morts-terrains qui exigent des procédures spécifiques pour s'assurer du succès de la construction et de la stabilité sur le long terme des zones de décharge de déchets ou de barrages de retenue.
- une rétention d'eau inhabituelle, des caractéristiques dans les sols ou les sédiments qui peuvent altérer les risques de biodisponibilité des minéraux ou des contaminants utilisables pour l'utilisation des sols après la fermeture d'une exploitation minière, l'utilisation d'outils décisionnaires et de cadres de gestion des connaissances.
- des sous-groupes au sein des communautés avec des exigences et des aspirations économiques et sur l'utilisation des terres différentes
- des déficits de compétences mais aussi des déficits éducatifs ou liés à d'autres capacités en lien avec l'emploi
- une diversité limitée des entreprises, ce qui restreint les opportunités d'extension des bénéfices économiques auprès de la communauté locale.

Le suivi continu pendant toutes les phases du projet minier peut également faire ressortir des problèmes qui doivent nécessairement être réglés, tels que :

- des problèmes liés à l'implantation ou à la croissance du reboisement de réhabilitation
- l'altération de la forme ou de la fonction de l'écosystème par des espèces envahissantes, qui modifieraient sa valeur ou sa fragilité
- la survenue d'impacts inattendus au niveau de caractéristiques spécifiques des sites et des valeurs environnementales à cause de la qualité de l'eau
- des difficultés associées à la gestion de matériaux de déblai dispersifs, en addition avec d'autres caractéristiques comme la salinité variable des sols, qui indique le besoin en procédures de traitement différentes.
- une distribution inappropriée des bénéfices financiers de la mine au sein de la communauté
- des structures sociales qui ne représentent généralement pas des normes sociales acceptables pour les droits de l'homme, les droits de la femme, des groupes vulnérables et similaires.

Dans la plupart des cas, il vaut mieux que les problèmes qui auront besoin d'une investigation ultérieure soient découverts de façon précoce plutôt que tardive. Cela permet de disposer de temps supplémentaire pour développer des solutions, qui peuvent réduire la durée d'étendue des impacts et être plus rentables. Dans le cas d'une réhabilitation, plus les problèmes sont identifiés et corrigés tôt, moins la zone de terre mal réhabilitée aura besoin - dans le pire des cas - d'être retravaillée. Des recherches bien conçues et ciblées peuvent aboutir à une réhabilitation plus rentable, par exemple avec la découverte de meilleures façons de faire les choses et de résoudre les problèmes de réhabilitation pendant que les équipements miniers sont toujours sur site.

Certains problèmes peuvent exiger des programmes de recherche détaillés, tandis que d'autres peuvent être résolus grâce à de simples essais de terrain, comme ceux utilisés pour affiner les taux d'engrais et de semis dans les programmes de réhabilitation. Selon le travail nécessaire et les compétences et ressources qui sont requises, il est possible que les investigations et les recherches doivent être effectuées par des consultants extérieurs, ou par des universités ou toute autre institution de recherche.

L'engagement pour les bonnes pratiques de suivi et, lorsque cela est nécessaire, pour les investigations de recherche, peuvent avoir pour effet des améliorations significatives dans la performance environnementale globale. Le cas du programme de réhabilitation mené par Alcoa en Australie Occidentale en est un exemple significatif (voir l'étude de cas). Cela a eu pour conséquence l'atteinte d'un très haut standard de réhabilitation comme le résultat d'un processus d'amélioration continue sur une période de plus de 30 ans (Koch 2007a, 2007b ; Grant et coll. 2007 ; Majer et al. 2007 ; Nicholset Grant 2007).

Étude de cas : Le suivi pour améliorer la qualité de la réhabilitation

Alcoa exploite deux mines de bauxite dans la forêt de Jarrah ("Jarrah Forest") au sud-ouest de l'Australie Occidentale. Près de 600 hectares de forêt sont défrichés, exploités et réhabilités chaque année. L'objectif publié de la réhabilitation est de "restaurer un écosystème auto-suffisant au sein de l'écosystème de la forêt de Jarrah qui doit permettre d'améliorer ou de maintenir les valeurs de conservation, du bois, de l'eau, de la forêt, de sa valeur récréative ainsi que toutes les autres valeurs qu'elle peut revêtir.

Le succès de la réhabilitation est assuré par l'utilisation de plusieurs systèmes de suivi différents, chacun ciblant un aspect différent de la qualité de la réhabilitation. Afin de remplir la composante de conservation dans les objectifs de réhabilitation, il est essentiel de prendre en compte la restauration de la diversité de la flore dans la forêt dans les zones réhabilitées, afin qu'un objectif de richesse botanique soit développé : « Le nombre moyen d'espèces végétales indigènes sur une zone restaurée depuis 15 mois est de 100 % par rapport au nombre trouvé dans les sites représentatifs de Jarrah Forest, dont au moins 20 % d'entre elles sont issues de la liste prioritaire des espèces récalcitrantes. » Les espèces récalcitrantes sont des espèces qui ont la particularité de produire des rejets après avoir été détruites par le feu, elles sont communes dans les parties de la forêt de Jarrah qui n'ont pas été le lieu d'exploitations minières, mais elles sont difficiles à réimplanter et sont historiquement absentes ou sous-représentées dans les zones minières réhabilitées. Ces espèces qui produisent des rejets procurent à la forêt de Jarrah une haute résistance aux perturbations naturelles, en particulier au feu et au broutage, elles sont ainsi un composant essentiel de l'écosystème.

Les progrès vers ce but sont suivis lorsque les zones sont réhabilitées depuis 15 mois, grâce à l'utilisation de près de 150 parcelles de 80 mètres carrés placées de façon aléatoire. Un sous-ensemble des parcelles suivies est répété à nouveau et à des intervalles fixes, (6 ans, 15 ans, 30 ans et 50 ans), ce qui permet de disposer de données sur le long terme sur la succession des plantes et le développement de la végétation. D'autres parcelles identiques sont suivies dans la partie où il n'y a pas eu d'activités minières dans la forêt de Jarrah, afin de disposer d'un site pour fournir des données de référence.

Le schéma de la succession des plantes dans les mines de bauxite réhabilitées tend à suivre le modèle initial de composition floristique, selon lequel la première espèce végétale qui s'établit sur le site domine la végétation pour au moins plusieurs décennies. Le suivi sur le long terme a prouvé que la richesse des espèces ne montre que peu de changements dans le temps et, en réalité, qu'elle peut diminuer dans la mesure où les espèces annuelles à courte durée de vie et les espèces opportunistes nuisibles, comme les acacias, dégénèrent dès les premières décennies. Par conséquent, la stratégie employée par Alcoa vise à restaurer le plus haut niveau possible de variété d'espèces dans les zones nouvellement réhabilitées.



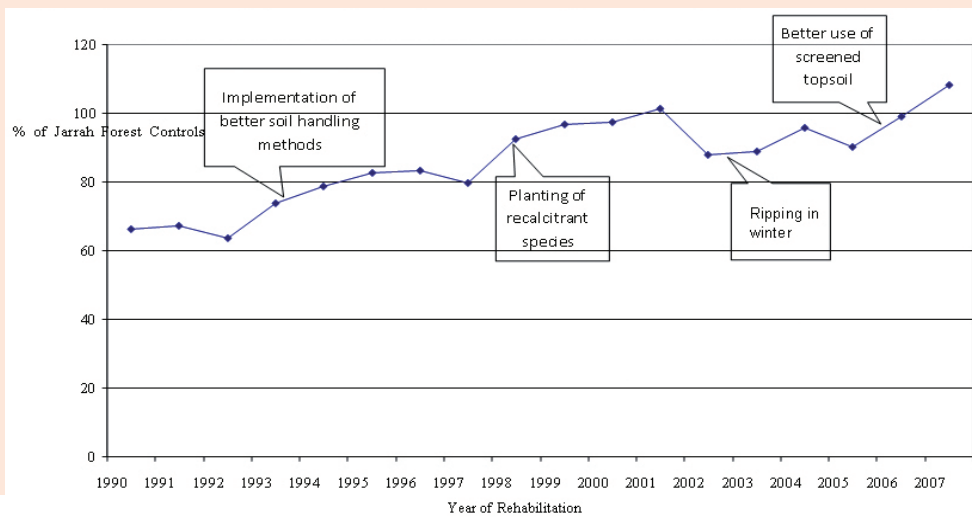
La photographie montre un puits de bauxite réhabilité depuis 15 mois et sous suivi. Chaque année, approximativement 150 parcelles, chacune de 80 mètres carrés, sont évaluées.

Dans les zones réhabilitées, les espèces végétales s'implantent principalement de trois façons : par l'intermédiaire de graines qui germent naturellement dans la couche arable du sol, par des graines qui sont récoltées puis semées dans ces zones, et via la plantation de jeunes plants (principalement pour les espèces récalcitrantes mentionnées ci-dessus). La sélection naturelle par les espèces indigènes est lente ; si les zones sont laissées nues, elles seront colonisées par des espèces exotiques, qui possèdent une grande capacité de dispersion et de sélection par rapport aux autres espèces. Les recherches ont prouvé que les pratiques correctes de maintien des sols optimisent le retour des espèces natives à partir des graines qui se trouvent déjà naturellement dans le sol, ce qui contribue à hauteur de 70 % à la richesse de la variété des espèces présentes sur un site restauré d'exploitation de bauxite. En effet, la qualité des procédures de réhabilitation est étroitement reflétée dans le nombre d'espèces végétales indigènes qui s'établissent durant les deux premiers hivers ; en d'autres termes, de meilleures procédures de réhabilitation assurent un nombre plus élevé d'espèces végétales indigènes.

Par exemple, la conduite de l'ultime opération de perçage lors de conditions de sécheresse des sols (c'est-à-dire la saison sèche dans l'écosystème de la forêt de Jarrah) permet à d'avantage de végétaux et d'espèces de s'implanter. Par opposition, lorsque cette opération a lieu après le début des pluies hivernales, le nombre d'espèces végétales est considérablement réduit par la destruction des graines en cours de germination. De plus, la quantité de graines naturellement présentes dans le sol pendant l'été représente le double de la quantité présente en hiver ; l'été apparaît donc comme la meilleure saison pour l'utilisation de ces ressources primordiales.

Chaque année, les données rassemblées pendant le programme de suivi sont comparées aux enregistrements des activités de réhabilitation, qui sont stockées dans un SIG qui inclut des informations sur la source originelle de la couche arable du sol, la date du défrichage du site source, la date de l'enlèvement de la couche arable, son stockage éventuel ou son retour direct vers la zone réhabilitée, l'emplacement et la durée du stockage, la date de l'épandage de la couche arable, la date de découpage définitif, et la date d'ensemencement. Cela permet d'identifier les pratiques de réhabilitation qui favorisent le retour de très nombreuses espèces végétales, ainsi que celles qui engendrent une réhabilitation appauvrie.

Chaque année une réunion a lieu sur les retours et commentaires, au cours de laquelle les résultats de suivi sont examinés par les concepteurs des mines, les employés du département de l'environnement ainsi que par les personnes qui travaillent aux opérations de réhabilitation, afin de discuter des améliorations qui pourraient être apportées aux pratiques de réhabilitation. Des pratiques améliorées et approuvées sont ensuite appliquées. Ce suivi intensif et le cycle "Planifier - Faire - Vérifier - Réagir" a permis à Alcoa de mesurer les progrès effectués et d'introduire des changements et des améliorations au programme de réhabilitation sur une période de 22 ans.



Ce graphique montre les résultats de suivi sur 15 mois des zones nouvellement réhabilitées de 1990 à 2012. Des parcelles identiques sont suivies dans des zones non minières de la forêt, et la richesse moyenne des espèces endémiques dans les parcelles de référence a pour valeur 100% de la cible d'amélioration. Ce graphique présente les effets de plusieurs pratiques de réhabilitation sur les résultats de suivi obtenus chaque année, y compris une baisse de la richesse des espèces végétales due à des forages hivernaux en 2002-2003. Source : Matthew Daws, Alcoa of Australia.

Alors que le suivi peut permettre d'identifier le besoin pour de la recherche ou des essais, dans certains cas il n'existe pas de méthode efficace pour suivre en particulier une donnée variable. Dans ces cas-là, il faudra recourir à la recherche afin de développer une méthode appropriée. Il est possible de trouver un exemple significatif de ceci dans l'étude financée par l'ACARP de Dunlop et coll. (2011) qui a développé les premières directives pertinentes pour la protection de l'écosystème local contre les sulfates dans le système de la rivière Fitzroy ; il s'agit de la première ligne directrice en tant que telle concernant les sulfates sur le développement de la qualité de l'eau au sein d'un écosystème en Australie. Ces recherches proviennent de la consommation réduite d'eau douce par les mines de charbon de la région, ce qui a provoqué une augmentation de la salinité de l'eau stockée sur site, la concentration de sulfates étant un paramètre clé concernant ces eaux en particulier.

Il est important pour les entreprises exploitant des mines en Australie de développer des programmes de recherche compatibles avec les exigences du Programme AusIndustry R&D (Programme en Recherche et Développement du Département de l'Industrie, de l'Innovation, des Sciences, de la Recherche et de l'Éducation Supérieure).

4.0 LE SUIVI : MISE EN PLACE

Messages clés

- L'approche du suivi selon les bonnes pratiques est essentielle afin de parvenir à de bons résultats de performance et afin de faciliter l'amélioration en continu.
- La participation communautaire est un élément décisif dans la conception et l'implantation de bonnes pratiques de suivi socioéconomique et environnemental.
- L'accès facile à des systèmes de gestion de données transparents est primordial lorsqu'il s'agit d'assurer la maintenance de l'assurance de la qualité et des standards de contrôle qualité, ainsi que pour l'utilisation des données au maximum de leur avantage parmi tous ceux qui sont concernés ou affectés par le projet.
- Le suivi, l'audit et la recherche jouent un rôle important dans le développement d'opérations de performance réalisables et de critères de complétude de la mine.
- Les systèmes de suivi des bonnes pratiques sont sujets à des examens réguliers et sont revus pour prendre en compte les résultats d'audit, les changements dans la planification et les opérations minières, les améliorations dans le suivi de la technologie, ainsi que d'autres aspects pertinents.
- La technologie de suivi automatique amélioré peut accroître la rentabilité et améliorer les collectes de données et leur analyse.
- Les systèmes d'analyse de suivi et d'audit doivent être précis et opportuns, et aborder les besoins d'informations pour toutes les parties prenantes. Les commentaires sur les programmes de suivi devraient être communiqués au niveau de la planification opérationnelle et de la prise de décision.

4.1 L'aperçu des procédures de suivi des bonnes pratiques

Cette section décrit ce qui est généralement considéré comme des procédures des bonnes pratiques de suivi. Un décalage existe évidemment entre ce qui est communément considéré comme le suivi de routine et les procédures "de pointe". Toutefois, les entreprises minières connues pour leurs bonnes pratiques remplissent inévitablement leurs engagements concernant le suivi de routine, en temps voulu et aux plus hauts niveaux praticables de contrôle qualité ; elles considèrent même le suivi de routine comme une opportunité d'apprendre et d'effectuer de constantes améliorations.

Toutes les procédures décrites dans ce chapitre sont censées être applicables et rentables dans les situations où elles ont été utilisées. Pour plus de détails, se reporter à l'annexe 2 et aux manuels sur les bonnes pratiques *La prévention des drainages acides et métallifères* (DDIS 2016d), *La fermeture d'une mine* (DDIS 2016e), *La gestion de la biodiversité* (DDIS 2016f), et *La réhabilitation des mines* (2016g). (*Preventing acid and metalliferous drainage* (DIIS 2016d), *Mine closure* (DIIS 2016e), *Biodiversity management* (DIIS 2016f) and *Mine rehabilitation* (DIIS 2016g)).

4.2 Les mines à ciel ouvert

Les opérations au sein de mines à ciel ouvert impliquent à la fois la création d'un puits minier et le déplacement des déchets et des matériaux à faible valeur économique soit au niveau de la surface au sol adjacente (hors puits) soit dans le puits (à l'intérieur du puits). Le suivi des types de roches stériles extraites du puits et leur placement sélectif dans des verses à stériles ou leur utilisation en tant que remblai dans les espaces vides miniers fait partie d'un programme de gestion efficace qui vise à diminuer les eaux de drainage minier acides et métallifères (DMA).

D'autres aspects importants requièrent un suivi, comme la stabilité géotechnique et la sécurité des murs du puits, les infiltrations et le rabattement des eaux souterraines, ainsi que la qualité des eaux souterraines. La stabilité géotechnique et la sécurité sont suivies grâce aux inspections quotidiennes effectuées par un personnel géotechnique qualifié, au contrôle de l'accès au puits, et à l'utilisation d'un équipement de suivi de la stabilité des pentes comme le balayage radar et l'utilisation de prismes de relevé pour suivre les mouvements des parois. Le site Internet <http://www.smenet.org/store/mining-books.cfm/Slope-Stability-in-Surface-Mining/194-0> regroupe toutes les informations sur la conception des parois des puits, des études de cas sur leur stabilité et celle des verses à stériles rocheux et des digues à rejets, et dans chaque cas, le suivi est intégré. L'évaluation des performances et le suivi sont également abordés par Read & Stacey (2009).

Les infiltrations d'eau sont suivies et contrôlées au moyen d'opérations de pompage à l'intérieur du puits, et le rabattement des eaux souterraines est suivi par des piézomètres installés dans des forages autour du périmètre du puits et en périphérie. Les forages sont sondés afin d'effectuer le suivi de la qualité des eaux souterraines avoisinant le puits.

Avant le début de l'activité minière, les impacts sur l'eau de la création d'un puits ouvert peuvent être quantifiés en utilisant plusieurs outils de modélisation, comme cela est décrit dans le manuel de bonne pratique *La gestion de l'eau* (DRET 2008a). Les paramètres modélisés permettent de prévoir les exigences relatives à l'assèchement du puits et les impacts qui lui sont associés, avant que l'activité minière soit initiée, afin que des mesures de mitigation puissent être programmées et implantées. L'étendue des interactions entre les eaux de surface, les eaux souterraines et le puits est basée sur l'hypothèse d'un développement planifié du puits et des reliefs avoisinants, établi dans le programme qui couvre toute la durée de vie de la mine.

En conséquence des limitations à la modélisation, les bonnes pratiques veulent que le modèle, ainsi que les jeux de données et les hypothèses utilisées pour la modélisation soient vérifiés et modifiés au vu des données rassemblées lors de la phase opérationnelle (Krupers et coll. 2006). La modélisation ne doit pas se limiter à une unique utilisation effectuée seulement au moyen de données initialement limitées. Elle devrait au contraire être considérée comme un processus itératif ; le suivi devrait être focalisé sur la collecte de données auxquelles le modèle est particulièrement sensible, et pour lesquelles il n'existe pas suffisamment de données pour produire un modèle bien calibré et solide. Ceci permettra au modèle de bénéficier d'une revalidation et d'un recalibrage, et d'améliorer constamment sa fiabilité et sa précision en tant qu'outil prédictif.

Les exigences de la modélisation prédictive dépassent largement les taux d'approvisionnement en eau estimés et basés sur les paramètres de caractérisation géochimique, ainsi que le suivi de l'efficacité de diverses mesures de contrôle (comme les barrières anti-infiltrations). Lorsque les mines à puits ouverts sont situées à proximité de ressources en eau à valeur bénéfique (par exemple à proximité de réserves en eau potable pour la consommation courante, des pâturages et d'écosystèmes dépendants des eaux souterraines), une attention particulière est requise, en lien avec l'extension latérale du rabattement des eaux souterraines et le potentiel de contamination.

Les objectifs post-activités minières pour les puits à ciel ouvert influencent également quelles investigations clés et quelles données doivent être récoltées pendant la phase opérationnelle. Le suivi opérationnel, efficacement combiné avec la gestion du puits minier tout au long de la durée de vie de la mine, permet de développer des stratégies de fermeture efficaces et dans un délai convenable, en prenant conseil auprès des parties prenantes impliquées dans la réglementation ainsi qu'auprès de celles issues des communautés. Les questions qui doivent être abordées sont les suivantes :

- Y aura-t-il des impacts sur les rivières et les ressources en eaux souterraines environnantes pendant ou après la fin de l'activité minière ?
- L'assèchement des puits ou le détournement des cours d'eau autour des puits, ainsi que les travaux souterrains affecteront-ils les écosystèmes qui dépendent des eaux souterraines ?

- L'eau à l'intérieur d'un puits ouvert inondé sera-t-elle qualitativement et quantitativement adaptée pour être utilisable par des tiers pour les pâturages, une utilisation récréative ou urbaine ?
- Comment les niveaux d'eau et leurs fluctuations saisonnières affecteront-ils la stabilité des parois des puits ?
- Les ressources en eau de valeur peuvent-elles s'écouler vers la cavité principale et être contaminées, au lieu de demeurer accessibles et utilisables pour les utilisateurs avoisinants en aval ?
- Les eaux contaminées d'un puits inondé peuvent-elles contaminer les systèmes d'eaux souterraines et de surface adjacents ? La contamination des eaux souterraines peut-elle avoir lieu si le niveau d'un puits inondé dépasse le niveau des eaux souterraines environnantes et que le puits n'agit plus comme un gouffre absorbant mais comme une source d'eaux contaminées par le puits ; la contamination des eaux de surface peut avoir lieu si les eaux débordent du puits contaminé.

Après la fermeture de la mine, la stabilité géotechnique des pentes et la sécurité doivent être maintenues, et la récupération des eaux souterraines et des eaux de surface dans le puits doit être évaluée suite à la fin de l'opération d'assèchement. La stabilité géotechnique des pentes et la sécurité des puits exigent a minima l'établissement d'un périmètre délimité par des murets et des clôtures autour du puits, ainsi que l'aplatissement des bordures de puits au niveau d'eau estimé le plus bas. L'estimation de la qualité de l'eau à l'intérieur du puits devrait être effectuée grâce à l'utilisation des données récoltées pendant l'exploitation, et grâce à l'utilisation d'une version affinée des modèles hydrologiques et hydrogéologiques qui ont pu être développés grâce à ces données. Le suivi des eaux souterraines sera nécessaire pour vérifier les prévisions et, si les objectifs ne sont pas atteints, il faudra recourir à une intervention impliquant des mesures de contrôle. Les exploitants miniers doivent donc remplir une exigence fondamentale en entreprenant de bonnes pratiques de réhabilitation, ce qui minimise ou élimine les besoins d'inspections et de maintenance (ceci devrait bien entendu être appliqué à tous les domaines).

At the very least, monitoring will be needed to provide input into predictive modelling of the chemical limnology and water quality of a future pit lake. Further details on the assessment and monitoring of seepage water quality are in the leading practice handbooks *Preventing acid and metalliferous drainage* (DIIS 2016d), *Mine closure* (DIIS 2016e) and *Mine rehabilitation* (DIIS 2016g).

4.3 Les verses à stériles rocheux

Les stériles rocheux proviennent habituellement d'un puits ouvert dans des conditions relativement sèches. Une fois placées dans une verse de surface, ils sont exposés à l'humidité et à la dégradation dues à :

- l'ampleur et l'intensité des pluies
- l'infiltration des pluies et les pertes par évaporation
- la hauteur et la pente des verses à stériles rocheux
- la nature des stériles rocheux, y compris leur caractéristiques physiques et chimiques.

4.3.1 La géochimie de surface des verses à stériles rocheux

Lors du suivi, la vérification des caractéristiques chimiques et des hypothèses qui guident les programmes de verses à stériles rocheux est nécessaire afin de continuer à protéger les valeurs des eaux adjacentes tout au long de l'opération. Les prévisions des concentrations de contaminants effectuées lors de la phase d'exploration peuvent être vérifiées et ajustées, et des jeux de données opérationnels plus complets peuvent être ajoutés pour aider à planifier la qualité de l'eau et d'autres mesures de contrôle en tant que parties intégrantes du processus de réhabilitation, et ce afin de déterminer quelles exigences sont couvertes (voir l'annexe 2).

Lorsque l'on découvre qu'il faut recourir au recouvrement des sols ou des stériles rocheux bénins afin de réduire de futurs risques de drainage minier, il faut prendre en considération ce qui a été appris lors du suivi de l'hydrologie et de la géochimie des stériles rocheux pendant la conception des recouvrements, ils devraient être ainsi suivis au niveau de la stabilité de la performance de l'érosion, si bien que les recouvrements conçus pour les nouveaux espaces pourront être continuellement améliorés.

Dans certains cas, des végétaux métallo-tolérants (métallophytes) peuvent être utiles pour réduire la concentration de certains métaux dans les sols grâce à la phytoremédiation (Baker et coll. 2010). Une approche proactive de la phytoremédiation selon les bonnes pratiques serait d'examiner la présence et les caractéristiques uniques de métallophytes à un endroit déterminé pendant les études écologiques précédant les activités minières, afin d'identifier les espèces adaptées à la réhabilitation et de mener des essais de recherche opérationnels pour évaluer leurs performances. Les données de suivi peuvent être utilisées lorsqu'elles sont intégrées à d'autres aspects du programme de réhabilitation, pour aider au choix du mélange d'espèces de réhabilitation et de leurs méthodes d'implantation.

4.3.2 Le suivi des eaux de surface des verses à stériles rocheux

Lorsqu'ils sont humidifiés par l'infiltration des eaux de pluie, les verses à stériles rocheux peuvent potentiellement générer des infiltrations dans les fondations sous-jacentes et à des points topographiques bas au pied de la verse à stériles. Il est possible que les infiltrations soient contaminées si la verse contient des roches stériles réactives. Pendant qu'elle s'humidifie, le montant et le taux de base d'infiltrations s'accroît, et le seuil de pluies nécessaires pour déclencher des infiltrations baisse, tout comme le délai avant que les infiltrations ne se produisent suite à des précipitations.

Afin de concevoir des mesures de contrôle pour gérer les infiltrations dans les verses à stériles rocheux et la contamination potentielle, ainsi que pour évaluer la performance de ces mesures, il est nécessaire d'opérer un suivi avant, pendant et après la construction des verses afin de permettre de prévoir leur comportement hydrologique et géochimique.

La quantité et le taux de production ainsi que la qualité et le devenir des ruissellements de surface et des infiltrations de base issus de la surface des verses à stériles rocheux sont primordiaux en termes d'évaluation de l'extension des impacts environnementaux potentiels. L'équilibre entre l'infiltration des précipitations et les ruissellements dépend de la géométrie et de la construction de la verse à stériles rocheux, la nature des stériles entreposés et le régime pluviométrique (les conditions d'un climat tropical à régime de mousson sont radicalement différentes de celles dans les zones semi-arides ou tempérées).

Les infiltrations vers les fondations provoquent souvent des gonflements au niveau des nappes phréatiques en-dessous et autour des verses à stériles rocheux. L'étendue de ces gonflements doit être suivie par des piézomètres de forage. Étant donné qu'il est difficile de les installer directement au-dessous des verses à stériles rocheux existants, les piézomètres sont généralement situés autour et juste à la périphérie de l'emplacement de la verse à stériles rocheux. L'installation de piézomètres implique de placer un écran dans un forage à la profondeur désirée et de sceller le forage au-dessus et au-dessous de cette profondeur. Les niveaux d'eau dans le forage sont suivis en utilisant un testeur pour mesurer manuellement la profondeur ou électroniquement en utilisant un piézomètre pneumatique ou à vibrations installé de façon définitive et relié à la surface par des câbles électriques. Les prélèvements des eaux de forage devraient être utilisés pour effectuer le suivi de la qualité des eaux souterraines.

Le taux de l'expression de surface des infiltrations de base des verses à stériles rocheux au niveau de points topographiques situés aux pieds de la verse devrait être suivi grâce à l'utilisation des barrages triangulaires et des échantillons collectés lors du suivi de la qualité des eaux.

Face à la difficulté relative d'obtenir des mesures directes représentatives et fiables des infiltrations des eaux de pluie dans les verses à stériles rocheux et sur les infiltrations de base en utilisant des lysimètres localisés⁵, le suivi devrait de préférence être orienté vers la compréhension du bilan hydrique et de l'humification des verses à stériles rocheux dans le temps. Les stations météorologiques installées sur les verses à stériles rocheux fournissent des données primaires pour le bilan hydrique. Elles devraient être équipées de capteurs météorologiques, y compris de capteurs d'irradiance solaire et de bacs d'évaporation, afin que l'évaporation effective puisse être calculée et que des estimations puissent être faites sur les infiltrations des eaux de pluie et les ruissellements. Le volume des ruissellements de surface devrait être mesuré par des canaux situés au niveau

⁵ La limitation des lysimètres est telle qu'ils ne peuvent donner des mesures instantanées pour un paramètre à forte variation - ils doivent donc être extrêmement bien conçus, construits et entretenus.

du drainage des eaux de ruissellements, pour capter le gros de ces ruissellements afin qu'il fasse partie du bilan hydrique général et afin de procéder à un recouplement avec les estimations d'infiltrations.

Suite à la fermeture d'une verse à stériles rocheux de surface, il est impératif d'effectuer le suivi de la réhabilitation afin d'évaluer si les objectifs de performance de la fermeture ont été atteints. Il s'agit d'objectifs en lien avec la stabilité de la surface, comme l'érosion due aux ruissellements des précipitations, l'érodabilité des sols, le recouvrement des roches par du paillis ou de la végétation, la qualité des eaux d'infiltration et de ruissellement, la production de poussière due au vent, la performance et la stabilité des travaux de drainage et l'établissement de la végétation ainsi que la viabilité de l'utilisation des terres après l'exploitation minière. Plus de détails sont disponibles dans les manuels de bonnes pratiques *La prévention des drainages acides et métallifères* (DDIS 2016d), *La fermeture d'une mine* (DDIS 2016e), et *La réhabilitation des mines* (DDIS 2016g).

Étude de cas : le suivi de l'érosion pour les reliefs stables

La condition essentielle du suivi de l'érosion est de s'assurer que les données obtenues fournissent les informations spécifiques requises au niveau du site. Dans certains cas, il peut être suffisant de démontrer que les taux d'érosion diminuent. Dans d'autres, des problèmes plus importants peuvent survenir à propos d'impacts potentiels hors site.

Minara Resources Ltd exploite la mine de nickel de Murrin au nord de la région des Godlfields (mines d'or) en Australie Occidentale. Les travaux de réhabilitation conduits sur le site au niveau des reliefs construits ont démontré un bon établissement de la végétation mais des taux d'érosion élevés.

En conséquence, des consultants experts ont été engagés pour concevoir des reliefs au potentiel d'érosion plus faible. Le modèle du Projet de Prévion de l'érosion par l'eau (Water Erosion Prediction Project WEPP) a été sélectionné afin de simuler l'érosion à des fins de conception. Ce modèle requiert des données complexes sur l'érodabilité des sols ainsi qu'une série d'hypothèses sur la condition et les performances du paysage. C'est pourquoi un intérêt considérable a été porté sur l'obtention de données sur l'érosion des reliefs construits afin d'affiner la modélisation et de générer des conceptions beaucoup plus rentables des reliefs.

Ainsi, les objectifs de suivi de l'érosion étaient :

- de démontrer que les taux d'érosion étaient cohérents avec les sites cibles
- de permettre la validation et la calibration plus précises de la modélisation de l'érosion utilisée lors de la conception des reliefs sur le site, en permettant ainsi une amélioration continue dans le processus de conception.

Pour une sélection de pentes concaves, les mesures de la fréquence et du volume des rills ont été utilisées pour estimer l'érosion cumulative des reliefs construits en 2004 et 2005. Ces mesures ont été comparées avec les prévisions de l'érosion basées sur les simulations originelles. Le potentiel d'érosion réelle pour les périodes d'intérêt a été évalué en utilisant les données des précipitations réelles afin de fournir un point de comparaison avec les moyennes prévues sur le long terme. Le potentiel calculé d'érosion sur les périodes d'intérêt a été considérablement plus élevé que la moyenne prévue sur le long terme, ce qui illustre l'importance de la prise en compte des données enregistrées de précipitations lorsque les mesures de l'érosion sont effectuées.

De façon générale, l'érosion cumulative mesurée fin 2008 a démontré une bonne correspondance avec le potentiel d'érosion qui avait été calculé. Des données de grande valeur ont été collectées lorsque la configuration de l'écoulement, la condition des sols et/ou la construction des reliefs ne correspondaient pas du tout aux estimations utilisées dans le schéma initial. Ces données ont été utilisées lors de l'évaluation de la précision des hypothèses du schéma initial.

Dans un ou deux cas, les variations observées ont conduit à de légers changements dans les méthodes de construction et de réhabilitation, plutôt qu'à l'affinement des processus de modélisation. En général, les observations faites pendant les mesures du volume des rills sont extrêmement utiles, car elles ont permis de démontrer que les données dépourvues d'interprétation associée ou d'observation et de vérification qualitatives possèdent une valeur considérablement réduite.

RELIEF	EMPLACEMENT	EROSION CUMULATIVE POTENTIELLE DEPUIS LA CONSTRUCTION	EROSION CUMULATIVE MESURÉE DEPUIS LA CONSTRUCTION
2/3	Pente supérieure (sans l'angle)	37,4	28,3
	Pente inférieure (au-dessous des débris d'arbres)	37,4	31,9
7/2 concave	Pente supérieure	37,4	0
	Pente inférieure	37,4	0
7/2 dos	Pente supérieure (sans l'angle)	30	30,1
9/4 ouest ^a	Pente supérieure (à 30 m de la crête)	100-150	102,5
	Pente supérieure (à 20 m de la crête)	100-150	156,6

^a *Le relief non construit aux spécifications et qui devrait excéder les taux d'érosion.*

Le suivi de l'érosion effectué sur le site a permis d'assurer :

- la validation des processus de conception des reliefs utilisés
- la confiance dans la stabilité des reliefs existants qui ont été construits aux spécifications
- L'affinement et l'amélioration des processus de conception.

Cela a permis d'opérer des changements au niveau de la conception des reliefs, y compris l'élimination des structures de concentration des flux comme les bermes, le confinement plus efficace des ruissellements sur la crête des reliefs, et l'utilisation de simulations informatiques des ruissellements et de l'érosion pour la création de pentes concaves à l'inclinaison plus basse.

En conséquence, l'évaluation de l'érosion liée aux prévisions du modèle a également été utilisée pour d'autres reliefs que ceux des mines, et les données ont été analysées par Howard et Roddy (2012). Le niveau des accords entre l'érosion cumulative prévue et l'érosion cumulative observée était extrêmement élevé, dans la mesure où les simulations initiales utilisaient des paramètres d'érodabilité mesurés de façon expérimentale.



Référence :
Howard, E.J. et Roddy, B.P. (2012b)

Le suivi des infiltrations ainsi que celui de la qualité des eaux de ruissellement de surface et leur volume est également primordial à la compréhension des risques pour la vie sauvage, le bétail ou les ovins dans les pâturages ainsi que pour les communautés adjacentes. Les animaux interagissent ou s'abreuvent souvent au niveau des infiltrations d'eau ou des terres détrempées aux pieds des versées à stériles rocheux, des canaux d'écoulement des eaux d'infiltrations et des bassins de retenue. Les risques pour la faune sont différents en fonction des interactions, des comportements des espèces et de la qualité de l'eau. Le suivi de la faune peut être requis, en complément du suivi de la chimie des infiltrations, afin de mieux comprendre la sensibilité du système par rapport aux paramètres clés de qualité des eaux.

Le suivi des sédiments ou des digues d'interception des eaux d'infiltration est également nécessaire afin de s'assurer qu'ils captent les eaux de la mine (et non des eaux propres, qui pourraient être dérivées vers des zones perturbées) et qu'ils possèdent les capacités suffisantes pour fonctionner correctement sur toute la durée de vie du projet. La qualité des eaux dans les rivières et les cours d'eau naturels en aval des ruissellements de la mine et des zones d'infiltration nécessite également un suivi, afin d'évaluer les risques en aval sur la faune et la flore aquatiques. Les conditions fluviales et la diversité et l'abondance du biote changeant considérablement à travers les saisons, il peut être nécessaire d'implanter des programmes de suivi saisonniers. La télédétection peut être utilisée pour détecter les changements dans le temps à l'échelle du paysage (voir la section 4.14.2).

Les évaluations écotoxicologiques permettent d'évaluer les impacts aquatiques. Le suivi efficace permet également la distinction entre les impacts aigus et chroniques, et il permet également d'évaluer la performance des systèmes de gestion des reliefs et des eaux.

Si des filtres pour terrains marécageux sont utilisés comme traitement pour les eaux de ruissellement avec un faible niveau de contamination et les solides en suspension, ou pour le traitement tertiaire des eaux rejetées par une station d'épuration, il faut qu'un suivi soit appliqué afin de s'assurer que les filtres ont la capacité de gérer et de traiter les eaux aux niveaux requis (par exemple, en prenant en compte les variations des précipitations) et que l'eau rejetée respecte les qualités qui sont requises pour le site. Les concentrations de métaux accumulés dans le temps devraient également être suivies afin de fournir des indications pour savoir si le terrain marécageux peut nécessiter d'être soit nettoyé et remis en état, soit assaini dans le futur.

4.3.3 Le suivi des verses à stériles rocheux dans les puits

Dans le cas de verses à stériles rocheux situés dans les puits, les problèmes liés au suivi sont essentiellement les mêmes que pour les verses de surface. Cependant, si un puits de remblai est activement ou passivement inondé lors de la fermeture, des exigences spécifiques de suivi doivent être complétées afin de s'assurer que la qualité finale des eaux dans les puits inondés répond aux objectifs de fermeture.

4.4 Les barrages de retenue et la lixiviation en tas

4.4.1 L'hydrologie des barrages de retenue de surface

Les installations de stockage des résidus de surface génèrent des taux élevés de base et/ou des eaux d'infiltration des digues ainsi qu'un gonflement des nappes phréatiques pendant l'opération à cause des volumes importants d'eaux chargées de résidus. Lorsque le climat est sec, le volume des eaux résiduelles déversées dans les installations de stockage des résidus représentera plusieurs fois le volume des précipitations. Les bonnes pratiques démontrent que les résidus épais ou pâteux rendent moins d'eau dans les installations de stockage de résidus et qu'elles atténuent donc de nombreux problèmes liés à l'eau.

Les taux d'infiltration de base générés pendant les opérations dépendent de :

- la présence ou l'absence d'un revêtement à la base de l'installation de stockage de résidus ainsi que l'épaisseur et la perméabilité effective du revêtement et des fondations naturelles
- la digue de l'installation de stockage de résidus, et de sa conception pour que les suintements soient dirigés vers un système d'interception ou bien si l'eau est retenue
- La distribution des particules de résidus selon leur taille, leur forme et leur potentiel à consolider et à se solidifier lors de la dessiccation, ce qui affecte leur perméabilité
- le taux de production et de retrait des eaux surnageantes
- la superposition des pluies incidentes et des écoulements provenant des précipitations (les écoulements propres devraient être déviés afin de ne pas entrer dans l'installation de stockage de résidus) (Williams & Williams 2007).

C'est grâce à la compréhension des facteurs clés influençant l'hydrologie des installations de stockage de résidus qu'il est possible d'établir des programmes de suivi appropriés.

Le suivi de la consolidation physique (y compris du drainage et de l'assèchement) des résidus pendant la durée de vie des installations de stockage de résidus permet de prévoir l'intensité des résidus en fin de parcours et d'identifier les types d'équipement que la surface peut supporter en toute sécurité pendant la réhabilitation, ainsi que l'étendue possible de la consolidation post-fermeture, afin que le montant et la distribution de la surcharge de recouvrement puissent être calculés.

Les infiltrations de surface permettent d'attirer la faune sauvage, en particulier dans les environnements secs. Les infiltrations et les terres détrempées en surface permettent à une végétation luxuriante de s'installer, ce qui attire davantage les animaux sauvages. La qualité des eaux d'infiltrations et des terres détrempées doit être évaluée pour identifier les risques envers la faune, par exemple en ce qui concerne des concentrations élevées en cyanure et arsenic. L'absence de carcasses autour d'une installation de stockage de résidus n'est pas nécessairement indicative d'une absence d'impact ou de risques envers la faune, car le dépôt continu d'une coulée de résidus finit souvent par les recouvrir et les animaux charognards nocturnes les déplacent. Le suivi des impacts sur la faune est difficile, mais le suivi de la qualité de l'eau qui s'infiltré est beaucoup plus facile et devrait devenir une référence pour un régime de suivi simple et régulier. Si la qualité des eaux suggère un possible risque envers la faune, des investigations plus poussées sont alors justifiées afin de mesurer l'étendue des impacts.

La végétation qui pousse à la surface des installations de stockage de résidus peut également représenter une source potentielle de métaux pour les animaux qui s'en nourrissent ; une attention particulière devra donc être apportée au suivi périodique de l'absorption des métaux par les végétaux comme l'herbe de pâturage.

4.4.2 La géochimie des installations de stockage de résidus de surface

Le suivi de la géochimie des résidus pendant la durée de vie d'une installation de stockage de résidus, ainsi que la qualité des eaux d'une infiltration particulière et des forages de suivi, permet d'évaluer les potentielles futures performances de l'installation de stockage de résidus et d'opter pour la stratégie de réhabilitation la plus appropriée.

La prévention est préférée à l'atténuation ou au traitement. Par exemple, lorsque les résidus contiennent du soufre, les résidus sulfurés peuvent potentiellement être supprimés grâce à leur flottaison. La caractérisation globale géochimique et le suivi de la performance hydrologique et de la qualité de l'eau au sein d'une installation de stockage de résidus en activité indiqueront si les résidus peuvent être directement régénérés ou si un système de recouvrement sera nécessaire pour répondre aux objectifs de réhabilitation. L'utilisation des terres après l'exploitation minière a été définie pendant l'étape de planification de la mine (voir *La clôture d'une mine* (DIIS 2016e) et *La réhabilitation des mines* (DIIS 2016g) et il a été convenu, en consultation avec les parties prenantes, que ces utilisations devraient guider ensuite la programmation de la réhabilitation finale des résidus.

L'investigation du potentiel des plantes à absorber les métaux en conduisant des essais et recherches de pré-fermeture pour enrichir le programme final serait un moyen d'appliquer une approche proactive et selon les bonnes pratiques. Si des recouvrements sont requis, les schémas de recouvrement des installations de stockage de résidus devraient prendre en compte ce qui a été appris lors du suivi et de la modélisation de l'hydrologie et de la géochimie des résidus, afin d'accomplir les objectifs d'utilisation des sols après la fin des activités minières. Le taux d'absorption de contaminants par les plantes présentes sur les résidus réhabilités peut aussi exiger d'être suivi afin de définir les impacts potentiels sur les animaux se nourrissant d'herbe, ou sur les humains consommant de la nourriture issue du bush ; par exemple, les essais sur les pâturages étendus à Kidston ont présenté des taux insignifiants de métaux et d'arsenic dans l'herbe avec laquelle se nourrit le bétail, bien qu'il y a eu quelques données relatives à l'ingestion de terre présente sur l'herbe et sur les racines (Bruce et coll. 2002, 2003). À l'inverse, dans certains cas, les métallophytes peuvent être utilisés pour réduire les concentrations de certains métaux dans les sols (voir la section 4.3.1). Une approche proactive respectueuse des bonnes pratiques serait d'évaluer le potentiel des plantes à absorber les métaux en conduisant des essais et des recherches de pré-fermeture pour enrichir le programme final.

Le stockage et l'évacuation par recouvrement ne sont pas nécessairement applicables à toutes les situations. Parmi les autres options disponibles figure l'utilisation de recouvrements humides et de paillis rocheux pour pouvoir contrôler les émissions de poussières pour les climats secs. Dans tous les cas, le suivi pour évaluer leur efficacité et pour déterminer si les objectifs sont atteints (ou s'ils peuvent être atteints) est crucial.

4.4.3 Le suivi de la stabilité de l'eau des installations de stockage des résidus de surface

La stabilité des pentes d'une installation de stockage des résidus est principalement à risque lors des opérations d'exploitation. En effet, pendant l'exploitation, le suivi de la stabilité des digues des installations de stockage est d'une importance clé.

Le suivi pour s'assurer de la stabilité géotechnique devrait comprendre l'utilisation de piézomètres au niveau des digues et des résidus qui sont déposés contre les digues lors de l'analyse des nappes phréatiques. Des plateaux de décantation sont utilisés pour relever les déformations des digues. Les inspections visuelles représentent un outil important du suivi des installations de stockage des résidus, elles devraient être concentrées sur des sections particulièrement critiques des digues. Elles peuvent permettre l'identification de points d'infiltration, en particulier ceux qui sont situés en hauteur sur les parois des digues en aval, mais aussi de relever les signes visibles de la déformation des digues ou de leur érosion, de la présence de mares d'eau contre des sections de digues et de l'état des déversoirs de secours.

Le suivi des infiltrations est basé sur les données procurées par une station météorologique automatique (idéalement installée sur la digue de l'installation de stockage des résidus de surface). Les volumes d'eau chargées en résidus qui se dirigent vers les installations de stockage des résidus et celles qui en sont issues devraient également être suivies afin de fournir les données nécessaires pour calculer le bilan hydrique général. Le volume et la qualité des infiltrations de base devraient être suivis, en particulier au niveau des points bas situés aux pieds de l'installation de stockage de résidus, dans la mesure où cela se reportera directement au niveau des bassins versants environnants et dans les fondations, là où les ressources en eaux souterraines sont susceptibles d'être affectées. Les installations de stockage des résidus de surface devraient disposer d'une tranchée de collecte des infiltrations placée le long du côté externe de la digue ainsi que de forages équipés de pompes afin d'évacuer les eaux d'infiltration au sein de l'installation de stockage des résidus. Certaines installations de stockage sont équipées de systèmes de drainage souterrains qui convergent vers un puisard collectant les eaux d'infiltration. Le suivi de la qualité et du volume de ces infiltrations est essentiel. Il faudrait réaliser un échantillonnage par carottage du sol afin d'effectuer le suivi de la qualité des eaux souterraines en amont et en aval de l'installation de stockage des résidus. Ces données sont également importantes pour la planification de la fermeture de la mine (DDIS 2016e ; ANCOLD 2012).

La caractérisation globale géochimique et le suivi de la performance hydrologique de la qualité des eaux d'une installation de stockage de résidus en activité indiquent si les résidus peuvent être directement régénérés ou si un système de recouvrement sera nécessaire pour répondre aux objectifs de réhabilitation. Une fois que le dépôt de résidus a cessé et que la réhabilitation est entreprise, il peut être nécessaire d'effectuer un suivi de l'érosion due aux ruissellement des eaux de pluie, à la création de poussières causée par le vent, à la stabilité du drainage et des déversoirs, à l'évolution dans le temps de la qualité des eaux d'infiltration, ainsi qu'à l'établissement de la végétation et sa durabilité afin de pouvoir vérifier si les travaux entrepris atteignent les objectifs de fermeture (voir l'annexe 2). Plus de détails sont disponibles dans les manuels de bonne pratique *La gestion des résidus* (DDIS 2016h), *La fermeture d'une mine* (DDIS 2016e), et *La réhabilitation des mines* (DDIS 2016g).

Beaucoup d'espèces sauvages, comme les chauves-souris microchiroptères et les oiseaux aquatiques, utilisent les installations de stockage de résidus de surface comme des points d'eau pour rechercher de la nourriture, de l'eau, et un habitat. La solution ainsi que la qualité des coulées de résidus peuvent se révéler de piètre qualité, et l'exposition de la faune à ces solutions peut être préjudiciable, sans toutefois que ce soit toujours le cas. Un régime de suivi de la faune au niveau des installations de stockage de résidus devrait être mis en place, un régime qui peut être simple et abordable à implanter. Plus de détails sont disponibles dans le manuel *La gestion du cyanure* (DRET 2008b)

4.4.4 Le suivi des installations de stockage de résidus de surface dans les puits miniers

Les dispositifs installés dans les puits miniers peuvent être mis en place afin de ne pas provoquer d'impacts additionnels en surface. Cependant, la nature géochimique des résidus et la composition des solutions de traitement doivent être suivies dans le temps afin de fournir un apport aux modèles sur les eaux souterraines utilisés pour prévoir l'étendue de l'interaction des eaux porales dans les dépôts de résidus avec les nappes phréatiques souterraines environnantes. Les autres paramètres critiques qui doivent être mesurés sont liés à la consolidation des résidus, puisque cela détermine le niveau final de résidus et la profondeur du lac dans le puits, la profondeur de la surface finale de résidus sous les sols si aucune adjonction d'eau de surface n'est prévue, ou le volume de remblai nécessaire pour que le puits soit remblayé jusqu'à la hauteur de sol originelle. Plus de détails sont disponibles dans les manuels de bonnes pratiques *La gestion des résidus (Tailings management - DDIS 2016h)*, *La fermeture d'une mine (Mine closure - DDIS 2016e)*, et *La réhabilitation des mines (Mine rehabilitation - DDIS 2016g)*.

4.4.5 Le suivi des amas de lixiviation

Le suivi requis pour les amas de lixiviation est en partie similaire à celui qui est prescrit pour les installations de stockage de résidus et les versées à stériles rocheux. La stabilité physique et le confinement des lixiviats devraient être la cible principale du suivi opérationnel. Cependant, les opérations de lixiviation en tas recourent à l'emploi de cyanure à des concentrations toxiques pour la faune lorsqu'il s'agit de mines d'or, et lorsqu'il s'agit de mines de cuivre, des solutions acides de lixiviation sont utilisées, et elles sont également toxiques pour la faune. Ainsi, le

suivi opérationnel de ces installations doit également inclure l'enregistrement de la présence de flaques de solutions de lixiviation en surface ainsi que d'infiltrations à la base. La faune est particulièrement attirée par les mares en surface et les suintements sur les extrémités. D'autre part, les espèces charognardes disposent d'un accès plus facile aux carcasses dans les tas de lixiviation que dans le cas d'installations de stockage de résidus. Même les petits bassins peuvent attirer un grand nombre d'animaux, donc leur position (par rapport à la végétation endémique et l'altitude par rapport au terrain environnant) ainsi que les conditions environnementales (la sécheresse) sont plus importantes que la taille même des bassins. L'irrigation des tas de lixiviation est dynamique, et des bassins de surface peuvent se former et disparaître rapidement lors des opérations. Les tas de lixiviation sont adaptés aux techniques de suivi automatisé de la faune, telles que les caméras à détecteur de mouvement et à vision infrarouge (voir la section 4.14.3).

Le suivi des tas de lixiviation désaffectés sera nécessaire afin de déterminer s'ils peuvent être réhabilités à leur emplacement actuel après la cessation de l'activité minière, ou si les matériaux devront être enfouis dans une mine vide ou dans une aire de stockage de déchets (comme par exemple une verse à stériles rocheux) afin de minimiser les risques environnementaux.

4.5 Terres contaminées

La minimisation de la contamination des terres pendant l'exploitation des mines et la réhabilitation des zones affectées par ces activités sont l'objectif principal des bonnes pratiques de l'activité minière. L'utilisation des terres après l'arrêt de l'activité minière déterminera principalement la nature et le type de gestion des terres contaminées et du suivi qui devra être associé.

La surface occupée par un bail minier est plus ou moins impactée par les matériaux miniers issus du stockage des concentrés, du minerai, des stériles rocheux et des résidus minéraux présents sur le site. La contamination du sol en surface et en profondeur peut également provenir de fuites ou de rejets de produits pétroliers (pétrole, diesel, kérosène) ou des produits chimiques utilisés pour l'extraction (xanthates, cyanure). Pour répondre à ces deux dernières sources de contamination, il faut qu'un suivi de bilan massique régulier soit effectué au niveau du stockage, afin que les fuites puissent être détectées pour effectuer des réparations le plus tôt possible.

Le suivi des forages au niveau des nappes phréatiques supérieures dans ces zones permettra de révéler une éventuelle contamination des nappes phréatiques. En ce qui concerne le stockage de ces matériaux, il est recommandé, selon de meilleures pratiques, que les réservoirs soient placés sur des plateformes imperméables entourées de murs de protection assez hauts pour contenir le volume des réservoirs.

Une évaluation du site sera requise pour déterminer l'étendue de la contamination et pour quantifier les risques qui y sont associés sur la santé humaine et les impacts écologiques. Les résultats des évaluations fournissent des informations pour le programme de réhabilitation ou de gestion nécessaire à la maintenance ou à la restauration des conditions actuelles ou futures du terrain. Dans ce contexte, le métal contenu dans les matériaux utilisés pour produire les couches finales en surface des paysages réhabilités doit aussi rester cohérent avec l'utilisation finale du terrain. Lorsque l'on examine une zone d'un terrain qui a besoin d'être évaluée, la propension de poussière minéralisée, qui peut être déplacée par le vent sur des distances considérables, doit être prise en compte.

Lors de l'évaluation de terres contaminées, il est fondamental d'effectuer un relevé cartographique précis détaillant la distribution des contaminants et leur niveau. L'échantillonnage conventionnel des sols accompagné d'une analyse effectuée après le relevé des échantillons réduit le nombre de points de collecte des échantillons (à cause des coûts) et réduit potentiellement la résolution de l'évaluation.

Le développement et la disponibilité immédiate au cours de la dernière décennie d'analyseurs de métaux et d'éléments organiques portatifs et dotés de bonnes limites de détection ont révolutionné la conduite des évaluations sur les sites contaminés des exploitations minières. Les analyseurs à fluorescence à rayons X portables (Hall et coll. 2012), en particulier, peuvent être utilisés pour scanner les concentrations de métaux pertinents à des dizaines de points de quadrillage par jour. Ainsi, les zones où les seuils de concentrations de métaux dépassent les valeurs environnementales sont rapidement identifiées et le quadrillage initial d'échantillonnage est affiné pendant que l'étude est menée, ce qui permet un accroissement important de l'efficacité, une réduction des coûts et la conduite d'une évaluation beaucoup plus rigoureuse. Toutes les relations

qui pourraient exister entre la concentration et la profondeur peuvent également être rapidement déterminées en creusant des trous de faible profondeur ; il sera ainsi plus facile d'estimer plus rapidement la superficie de l'étendue de la contamination de surface issue des retombées de poussières.

Cette approche contraste avec les pratiques couramment employées dans le passé où les échantillons étaient prélevés avant d'être envoyés en laboratoire pour analyse, avec souvent des délais de plusieurs semaines avant d'obtenir les résultats. L'échantillonnage de remplissage répété était souvent nécessaire pour remplir les vides dans la couverture qui étaient provoqués par l'imposition d'une grille d'échantillonnage de la zone d'échantillonnage plutôt grossière.

Ce sont les bonnes pratiques des sites miniers qui permettent de déterminer les concentrations de référence des métaux dans les sols de surface avant de démarrer les opérations, afin de fournir une base pour l'élaboration de critères solides pour la fermeture du site. Il est surtout important d'effectuer cela dans les zones minéralisées, où les affleurements de surface des matériaux minéralisés pourraient être attribués à tort à la contamination due aux activités minières. Une partie de ces informations de base doit être disponible au niveau de la base de données d'exploration, cependant une étude commandée et commissionnée peut également se révéler nécessaire pour que la couverture requise soit complète. Les études longitudinales dans le temps permettent de déterminer toutes les tendances de contamination. Ces études sont particulièrement importantes dans des zones susceptibles d'être affectées par des poussières contenant des métaux.

Les sites miniers respectant les bonnes pratiques minimisent l'étendue de la contamination de surface en évitant ou en minimisant l'utilisation de matériaux minéralisés pour construire des routes et toutes autres infrastructures, comme par exemple des digues de dérivation des eaux ou le confinement des résidus par des barrages.

L'évaluation de la contamination des sites, qui fait partie des mesures nationales pour la protection de l'environnement (National Environment Protection Measure, NEPM) est le schéma qui a été accepté dans toutes les juridictions australiennes pour l'évaluation de la contamination des sites. Bien qu'il ne soit pas spécifiquement développé pour l'évaluation de la contamination due aux activités minières, le schéma contenu dans les mesures NEPM est directement applicable pour la conception, la conduite, l'interprétation et l'évaluation d'un site minier (à la fois au niveau des risques pour la santé humaine et pour l'écologie). La version la plus récente des mesures NEPM est des programmes associés (2013) est disponible au téléchargement auprès du Conseil permanent sur l'environnement et l'eau (Standing Council on Environment and Water). Les changements les plus significatifs dans la dernière version des mesures NEPM et qui sont les plus pertinents pour l'évaluation des sites miniers sont résumés ci-dessous.

Les niveaux d'investigation écologique issus des mesures NEPM de 1999 ont été élargis pour couvrir une variété de types de sols et de composants valables pour des contaminations anciennes et récentes des sols. Les mesures NEPM actuelles exigent que les effets potentiels sur la santé humaine et sur l'environnement (l'écologie) des métaux et des métalloïdes soient évalués de façon complète.

Les mesures NEPM (SCEW 2013) définissent aujourd'hui les niveaux d'investigation écologiques comme un niveau de concentration de contaminants au-dessus duquel une investigation appropriée et une évaluation d'impact sur les valeurs écologiques seront requises. Les niveaux d'investigation écologiques sont calculés en utilisant les données EC30 ou les données de concentration toxiques minimales dont les effets sont visibles. Ils représentent la somme de la concentration limite de contaminants apportée et de la concentration ambiante déjà présente dans le milieu ; la limite s'exprime donc en termes de concentration totale. Les niveaux d'investigation écologique dépendent des propriétés spécifiques physiochimiques des sols et des scénarios d'utilisation des sols ; ils sont généralement valables pour les 2 premiers mètres sous la surface du sol.

La méthodologie utilisée pour déterminer les niveaux d'investigation écologique utilisés dans le schéma d'évaluation des risques écologiques est décrite dans les programmes B5b et B5c des mesures NEMP. En raison de la modification de la toxicité de certains contaminants par les propriétés physiochimiques des sols, les relations empiriques seront utilisées pour modéliser les effets des propriétés des sols sur la toxicité afin que des niveaux spécifiques d'investigation écologique pour les sols puissent être développées. Les feuilles de calculs des niveaux d'investigation écologique fournissent un guide pas-à-pas d'application de la dérivation des niveaux spécifiques au site.

L'approche d'évaluation différenciée des risques écologiques utilisée lors du dernier cadre de travail facilite :

- l'identification des récepteurs écologiques concernés
- l'estimation de la concentration d'un contaminant particulier auquel les récepteurs écologiques sont exposés
- la considération de la capacité toxique de modification ou d'aggravation de l'environnement récepteur (qu'il s'agisse d'un sol, de sédiment ou d'eau)
- l'identification des récepteurs et des valeurs écologiques qui peuvent être compromises
- l'application d'une approche selon des éléments de preuve multiples pour évaluer les risques.

L'approche différenciée filtre ces sites où le risque environnemental est minime et permet de concentrer les ressources sur les lieux qui présentent le risque potentiel le plus élevé.

4.6 Eaux souterraines

Beaucoup de références dans les sections précédentes font état de la nécessité d'un suivi des eaux souterraines. Le suivi des eaux de surface et celui des eaux souterraines requièrent de disposer de données de référence (avant les activités minières), ainsi que de données opérationnelles et de fermeture. Le type de suivi requis (niveau des eaux, qualité des eaux, rendement aquifère, micro-invertébrés) et les emplacements des systèmes de suivi (proximité de la mine, et à des points de conformité en amont ainsi qu'en aval) implique invariablement un besoin d'évoluer dans le temps pour répondre aux différentes exigences de chacune de ces étapes tout au long de la durée de vie de la mine. Dans tous les cas, les récepteurs clés (les écosystèmes de surface, les eaux potables et d'irrigation, les écosystèmes des eaux souterraines) doivent d'abord être identifiés pour s'assurer que le programme de suivi vise bien à détecter les changements qui pourraient affecter les récepteurs ainsi que d'atteindre des objectifs de conformité.

La présence d'organismes micro-invertébrés (stygofaune) dans les nappes phréatiques est de plus en plus reconnue, et, selon son emplacement, le suivi de la stygofaune devrait être inclus dans le suivi environnemental du site et dans les programmes de gestion. L'environnement de karst et de paléo-canaux en Australie-Occidentale a provoqué pour la première fois un intérêt pour la stygofaune en Australie, mais les bonnes pratiques d'activités minières prennent désormais en compte la stygofaune de façon plus générale. Le guide des bonnes pratiques sur l'identification et le suivi des écosystèmes dans les nappes phréatiques est fourni par WAEPA (2013) et Richardson et coll. (2011).

Par opposition au suivi des eaux de surface, un programme de suivi des eaux souterraines doit répondre à une hydrogéologie en plusieurs couches créée par des changements géologiques en fonction de la profondeur (Sundaram et coll 2009 ; OOW 2014). Il est possible que plusieurs systèmes aquifères aient besoin d'être suivis afin d'évaluer les impacts environnementaux (comme l'abaissement du niveau des eaux souterraines et la contamination des nappes phréatiques) ainsi que les aspects liés à la sécurité de la mine (comme la stabilité des parois des puits ouverts et des travaux souterrains). Généralement, des forages de suivi doivent être placés à des profondeurs différentes au même endroit afin qu'une connexion verticale entre les systèmes aquifères puisse être établie. Une autre différence avec les programmes de suivi des eaux de surface existe, elle concerne l'accès aux points d'échantillonnage, qui nécessitent l'installation de forages, dont la mise en place est généralement plus coûteuse que celle des sites de suivi pour les eaux de surface. Ainsi, le coût d'accès est susceptible de limiter la couverture de l'échantillonnage du réseau en eaux souterraines du site. Ce coût doit être équilibré par rapport à la nécessité d'effectuer un suivi suffisant des eaux souterraines pour répondre aux aspects de la performance environnementale, et de la sécurité.

Une considération détaillée de l'hydrogéologie de proximité est nécessaire pour concevoir une spécification du suivi des champs de mine qui fournira des données dans un délai raisonnable et de façon rentable. Si les systèmes de suivi sont trop éloignés, ou s'ils se trouvent dans des lieux inappropriés, un cône de dépression en cours de développement ou des panaches de contaminants peuvent ne pas être détectés à temps et il sera alors trop tard pour que l'atténuation de la source soit efficace pour prévenir les impacts. Le programme de suivi des bonnes pratiques sur les eaux souterraines requiert la mise en place de résolutions de localisation et des résolutions temporaires nécessaires pour détecter tout changement, afin que des actions de gestion puissent être initiées avant que l'étendue de ces changements ne provoque des dommages irréversibles.

En résumé, le réseau de suivi des eaux souterraines doit permettre :

- d'identifier les rendements des eaux souterraines pendant la phase d'exploration
- d'établir l'étendue des interactions hydrauliques entre les systèmes aquifères et les sources d'eau en surface
- de détecter les impacts sur la qualité et la quantité des eaux
- de mesurer ou de permettre de prévoir les impacts au niveau de certains récepteurs sensibles particuliers
- de permettre la construction et l'exploitation minière dans un puits à ciel ouvert et dans le sous-sol, ainsi que le bon déroulement du stockage des déchets dans de bonnes conditions de sécurité.

Le nombre des forages de suivi des eaux souterraines et leur emplacement sont déterminés au cas par cas, dans la mesure où chaque cas est une combinaison unique de la géologie et des récepteurs environnementaux. Les forages de suivi ouverts permettent à la fois la mesure des niveaux d'eaux souterraines et l'échantillonnage et l'analyse qualitative de ces eaux (Sundaram et coll. 2009). Lorsque seul le suivi du niveau des eaux est requis, des piézomètres pneumatiques calibrés ou à fil vibrant correctement installés peuvent se présenter comme une alternative satisfaisante au carottage manuel des forages ouverts conventionnels pour suivre les niveaux d'eaux souterraines dans une formation géologique.

Un des problèmes hautement pertinents est que les forages de proximité effectués au début de la période d'exploitation d'une mine peuvent être détruits par l'expansion des puits à ciel ouvert, des versants stériles rocheux, ou les deux. Les conséquences peuvent être la perte de continuité des données de référence enregistrées sur la qualité des eaux qui sont nécessaires pour le suivi de performance et pour développer des critères pour les eaux souterraines lors de la fermeture du site. Si un ou plusieurs forages sont perdus, de nouveaux forages devraient être effectués à une distance suffisante, et une période de suivi parallèle peut être mise en place pour assurer la continuité du fichier de suivi. Dans le cas de forages empiétant trop sur les versants stériles rocheux en expansion, il est possible d'étendre verticalement le forage si cela est effectué avec soin.

Les forages spécialisés, de bonnes techniques de construction et de suivi ainsi que des méthodes d'échantillonnage de l'eau sont nécessaires pour s'assurer d'un haut degré de fiabilité dans le suivi de données qui en découlent (Sundaram et coll. 2009). Pour mesurer de façon fiable la qualité des eaux, des précautions particulières qui sont différentes du suivi des eaux de surface sous plusieurs aspects doivent être observées. L'installation d'un forage de suivi, et le processus utilisé pour récupérer les échantillons d'eau aux diverses profondeurs au sein du forage, doivent être optimisés pour minimiser le risque de contamination ou de modifications chimiques des échantillons (comme par exemple les changements que peut provoquer l'oxygénation). De multiples échantillonneurs identiques et spécialement nettoyés doivent être préparés pour chaque prélèvement d'échantillonnage au sein de chaque forage. Il s'agit d'une nécessité pour minimiser le potentiel de contamination des échantillons ainsi que pour palier au fait que plusieurs méthodes d'échantillonnage peuvent être nécessaires, selon la profondeur ou le taux de recharge de chacun des forages. La nécessité de disposer de différentes sortes de dispositifs de prélèvement ou d'une multitude de dispositifs de prélèvement propres augmente le coût de prélèvement des échantillons comparé au suivi des eaux de surface.

Le programme de suivi des eaux souterraines développé sur un site devrait décrire l'intervalle d'emplacement et de profondeur de tous les forages de suivi, ainsi que la fréquence exigée pour la mesure des niveaux et de la qualité des eaux souterraines (OOW 2014). Dans des situations évolutives, l'utilisation d'enregistreurs automatiques de données doit être considérée comme une norme pour la mesure des niveaux d'eaux souterraines. Des enregistreurs peuvent être nécessaires au niveau de l'interface entre les eaux souterraines et celles de surface, ou dans le cas d'une évaluation d'impacts à court terme du pompage des eaux souterraines sur les forages à proximité. Les modèles prédictifs numériques des eaux souterraines sont régulièrement utilisés pour évaluer la possibilité de futurs impacts de l'activité minière sur les eaux souterraines, et ils sont de plus en plus réclamés par les régulateurs en tant que partie intégrante du processus d'évaluation (Barnett et coll. 2012 ; CRF 2014). La calibration des modèles exige que les données des niveaux d'eaux souterraines soient collectées au minimum sur une base mensuelle.

4.7 Les valeurs du patrimoine

La charte de Burra (ICOMOS Australie 2013) représente la référence des bonnes pratiques pour la gestion des caractéristiques du patrimoine, qu'il s'agisse de caractéristiques inventoriées ou potentielles ; cet aspect n'est donc pas détaillé dans le présent manuel. Le suivi et l'évaluation de la performance devraient être alignés avec ce document en ce qui concerne tous les éléments des principes de conservation, les processus et les pratiques où les valeurs du patrimoine minier sont essentielles à celles du paysage et de l'utilisation actuelle des terrains , après la fin de l'activité minière.

4.8 Les minerais radioactifs

De façon générale, l'extraction d'uranium se développe pour répondre à la demande croissante de matières premières pour la production électrique. L'Australie possède la plus grande réserve d'uranium prouvée dans le monde, y compris le plus grand gisement connu, qui se trouve à Olympic Dam en Australie-Méridionale. Les problèmes spécifiques liés aux radiations qui sont associées à l'extraction d'uranium et à d'autres opérations d'extraction minière qui traitent de matières radioactives naturelles (MRN), tels que les sables minéraux, les phosphates, les terres rares, le pétrole et le gaz (voir, par exemple, IAEA 2002, 2003abc, 2013 ; ARPANSA 2005, 2008). L'augmentation de l'exploitation de ces minéraux, qui sont souvent associés aux nouvelles technologies, a conduit à une plus grande prise de conscience du besoin d'évaluer et de suivre les risques radiologiques au cours de l'extraction et de l'exploitation minière ainsi que lors de la remise en état du site minier.

Bien que la plupart de la production mondiale d'uranium utilise des méthodes de dissolution (lixiviation in situ), sur le moyen terme il semble que la plupart de la production australienne soit issue d'opérations d'extraction minière souterraines. En ce qui concerne les mines à ciel ouvert et les verses à stériles rocheux, le suivi environnemental doit couvrir les eaux de surface, les eaux souterraines et l'air afin de s'assurer qu'il n'existe pas de risque inacceptable pour le personnel de la mine et le grand public, et que le mouvement de contamination radioactive à distance de la mine est minimisé. Pour ce qui est des mines souterraines, le suivi environnemental des eaux souterraines au sein de la mine et dans les zones adjacentes est évidemment d'une extrême importance, il doit être en particulier capable de s'assurer que le mouvement de la contamination radioactive est minimisé à distance de la mine. Pour les mêmes raisons, le suivi environnemental des installations de stockage de résidus à la fois pour les mines à ciel ouvert ainsi que pour les mines souterraines doit couvrir les eaux de surface, les eaux souterraines ainsi que l'air.

La lixiviation in situ des corps de minerai d'uranium minimise les perturbations de surface et la contamination. Une solution de lixiviation est injectée dans un aquifère confiné placé dans une formation rocheuse uranifère perméable et est pompée à travers la roche pour dissoudre l'uranium, puis la solution enrichie en uranium est renvoyée à la surface et traitée afin de récupérer l'uranium. Il n'y a pas de puits, de verses à stériles rocheux ou d'installations de stockage de résidus dans le cas de lixiviation in situ. Cependant, le suivi environnemental des eaux souterraines au sein de la mine et dans les zones adjacentes est extrêmement important, il doit en particulier permettre de s'assurer qu'aucune dissémination de la solution ne s'étende en dehors de la zone d'exploitation minière.

Quelle que soit la méthode de production choisie, l'extraction minière d'uranium est similaire à l'extraction d'autres métaux. Les risques les plus significatifs et les problèmes associés aux impacts environnementaux potentiels des mines d'uranium sont rarement liés à la radioactivité. Toutes les règles de protection environnementale et les procédures de suivi requises pour les mines de métaux lourds doivent être appliquées, ainsi que celles spécifiquement liées aux aspects radiologiques des opérations. Les communautés opèrent généralement un suivi étroit des opérations d'extraction d'uranium, on attend donc des programmes de suivi qu'ils ne soient rien d'autre que des bonnes pratiques.

Dans ces circonstances, le suivi d'une mine d'uranium doit porter une attention particulière aux paramètres radiochimiques et radiologiques, au-delà des paramètres de suivi physiochimiques habituellement collectés pour les mines de métaux. Un tel suivi radiochimique et radiologique est recommandé par les directives et les codes de pratiques australiens et internationaux, en dépit du fait que la plupart des risques significatifs et des problèmes liés aux mines à faible teneur en uranium d'Australie sont rarement associés à l'exposition radiologique (par opposition aux mines souterraines à forte teneur en uranium situées au Canada).

Les problèmes de protection contre les radiations sont principalement liés à la santé au travail et à la sécurité des personnes qui peuvent être exposées aux radiations dans la mine et dans les zones de traitement sur de longues périodes. Leur exposition est suivie par des programmes de gestion des radiations qui sont exigés par les organismes de réglementation et qui se réfèrent à des standards internationaux de sécurité et à des limites internationales de sécurité qui ont été introduits dans la loi australienne. Le suivi des radiations environnementales est généralement effectué en bordure des zones de travail afin de s'assurer que les poussières et les émissions atmosphériques qui pourraient s'échapper, si tel est le cas, ne dépassent pas les limites internationales et qu'elles sont maintenues à un niveau aussi bas que ce qui est raisonnablement possible. Les éléments caractéristiques de ces programmes de suivi sont énumérés dans l'annexe 2.

Du point de vue du suivi environnemental, les problèmes sociaux et environnementaux inhérents aux mines d'uranium doivent être pris en considération. Par exemple des problèmes au niveau de la chaîne alimentaire peuvent devenir préoccupants si le paysage ou les zones adjacentes sont utilisés comme source d'approvisionnement alimentaire. Les populations autochtones, en particulier, intègrent la nourriture du bush, issue de l'environnement local, comme partie intégrante de leur régime alimentaire. Dans les situations où la réhabilitation des mines rencontre la culture autochtone traditionnelle, les doses potentielles qui pourraient être ingérées via l'alimentation du bush devraient être examinées et évaluées, en tenant compte du type et de la quantité de ces aliments issus du bush typiquement consommés. Le suivi environnemental permettant d'évaluer ces doses ingérées devrait inclure l'échantillonnage et l'analyse des radionucléides dans la nourriture pour déterminer les facteurs de transfert. Les études de base sont essentielles pour comprendre les niveaux radiologiques naturels présents avant les activités minières, dans la mesure où elles serviront de base pour développer des critères sur les niveaux radiologiques acceptables lors de la fermeture de la mine tel que cela est précisé dans les directives australiennes et internationales.

La conception des recouvrements, le placement sélectif d'une couche de matériau avec de faibles niveaux de radioactivité, ou les deux, sont des méthodes utilisées pour répondre aux problèmes d'exposition de la chaîne alimentaire et du public pendant les phases d'exploitation et de post-réhabilitation ; cependant leur efficacité exige d'être évaluée afin de s'assurer que les doses de radiations ne dépassent pas les limites prescrites, et qu'elles demeurent aussi basses que raisonnablement possible. Le suivi de post-réhabilitation devrait viser à comprendre des aspects tels que ceux-là, et permettre de faciliter la gestion des risques pour le public, les autres utilisateurs des terres ainsi que pour la flore et la faune.

Les recommandations australiennes (ARPANSA 2014) et internationales (ORCP 2007) pour la protection radiologique reconnaissent dorénavant l'exposition environnementale de la faune et de la flore aux radiations ionisantes comme une catégorie distincte à laquelle s'appliquent des considérations particulières d'évaluation et de protection. L'exposition environnementale de la faune et de la flore devrait être évaluée par un organisme de référence pour estimer les taux des doses dépassant la limite qui sont absorbés par les organismes et issus des radionucléides miniers dans l'environnement (en particulier au niveau du sol et de l'eau) et des radionucléides accumulés dans les organismes eux-mêmes. Les taux estimés doivent ensuite être comparés à un niveau de filtrage sélectif pour déterminer le risque radiologique potentiel pour la faune et la flore. Des données radioécologiques pertinentes sont nécessaires pour évaluer l'exposition de l'environnement, y compris des données sur la bioaccumulation des radionucléides par la faune et la flore. Un rapport technique récent de l'ARPANSA (Hirth 2014) fournit des valeurs de référence sur les facteurs de bioaccumulation des organismes australiens vivant dans des environnements de mines d'uranium.

Les recommandations actuelles de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) qui ont été adoptées par l'Australie, spécifient que l'exposition totale du public aux radiations pendant l'exploitation d'une mine d'uranium, ainsi que celles provenant d'un site minier d'uranium réhabilité, ne doivent en aucun cas dépasser les niveaux relevés avant l'activité minière de 1 millisievert par an, et qu'idéalement ces niveaux devraient être maintenus à des taux plus bas (une dose contrainte) par l'application du principe d'optimisation de la protection. Afin de pouvoir démontrer que cet objectif a été atteint grâce aux pratiques de réhabilitation qui ont été implantées, il est essentiel de mener une évaluation solide des niveaux radiologiques présents avant l'activité minière. L'étude de cas du programme de réhabilitation de la mine d'uranium de Wismut, dans l'ancienne Allemagne de l'Est, illustre parfaitement la façon dont les travaux de réhabilitation visaient à remplir des standards de protection contre les radiations et comment les programmes de suivi ont été appliqués pour démontrer que ces objectifs ont été atteints.

Étude de cas : Programme de suivi intégré pour une ancienne région minière d'uranium en Allemagne

Wismut GmbH exploite l'un des réseaux de suivi environnemental les plus importants d'Europe, avec près de 30 000 échantillons prélevés chaque année et près de 300 000 entrées de base de données réalisées (95 % d'entre elles sont des prélèvements d'eau). Le suivi de l'eau concerne plus de 1 400 points d'investigation pour l'observation des eaux souterraines, de surface, d'infiltration et d'exploitation pour sept anciennes mines d'uranium et chantiers de fraissage. Le programme de suivi est un pilier de l'évaluation des performances pour plusieurs anciennes mines d'uranium et chantiers de fraissage.

Bref historique

Après la deuxième guerre mondiale, la prospection florissante d'uranium a incité les forces soviétiques d'occupation à mettre en place la société soviétique SAG Wismut dans ce qui était alors la république démocratique allemande, en 1947. L'entreprise, qui était initialement dirigée par les militaires soviétiques, avait pour seul but l'exploitation des gisements allemands d'uranium pour le programme nucléaire soviétique. En 1953, Wismut est devenu une entreprise commune soviétique et allemande. En 1990, 231 000 tonnes d'uranium avaient été produites, faisant de Wismut le quatrième producteur mondial.

L'environnement autour de Wismut était défavorablement affecté par plus de 40 ans d'exploitation minière et de traitement effrénés du minerai d'uranium. L'héritage minier comportait plus de 1 400 km de galeries et de puits, 311 millions de mètres cube de stériles rocheux et 160 millions de mètres cube de résidus radioactifs dans des zones densément peuplées.



Suite à la réunification allemande en 1990, WISMUT GmbH (société à responsabilité limitée), ici désignée par le terme « WISMUT », est devenue une entreprise publique du gouvernement fédéral (www.wismut.de). Son activité principale concerne le déclassement, le nettoyage et la réhabilitation des sites d'exploitation et de traitement de l'uranium, et plus particulièrement :

- le déclassement et l'inondation des mines
- le désassemblage et la démolition des bâtiments et des structures contaminés
- la remise en état des terrils et des bassins de résidus (mise en forme et recouvrement)
- le traitement des eaux d'inondations, des infiltrations recueillies et des eaux porales.

Wismut a été mandaté pour améliorer la situation environnementale en éliminant ou en réduisant tout au moins les impacts défavorables à un niveau acceptable.

Évaluation des performances

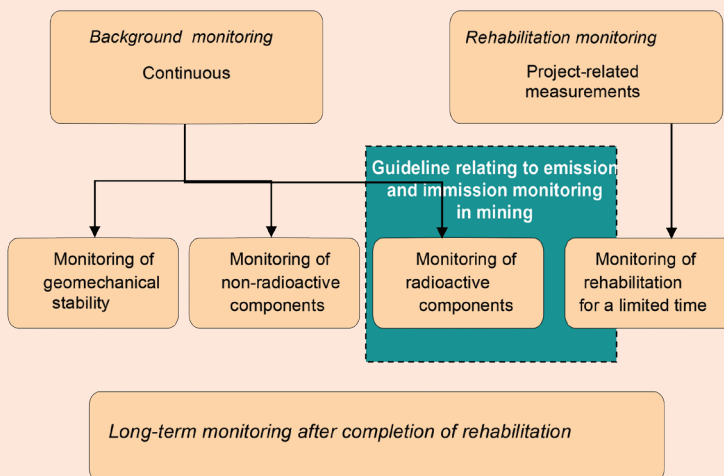
Les objectifs du programme de suivi de Wismut visent à :

- recueillir des données pour programmer et concevoir des mesures correctives
- assurer la conformité avec les normes légales et la législation
- fournir des retours sur la réhabilitation
- documenter les performances de réhabilitation
- fournir des preuves de l'efficacité des activités correctives.

Le programme de suivi de Wismut inclut à la fois un suivi environnemental et un suivi opérationnel. Les paramètres suivis sont les concentrations en radionucléides (tels que les isotopes U-238, Ra-226 et Rn-222) ainsi que d'autres paramètres non radiologiques (la salinité, les oligo-éléments, etc.). Le programme rassemble également des données sur des paramètres hydrologiques et météorologiques.

Wismut distingue clairement le suivi de base et le suivi de réhabilitation (voir la figure 2) Le suivi de base implique le suivi du parcours atmosphérique et des eaux sur le long terme au moyen d'un réseau d'emplacements de suivi définis et de mesures qui agissent indépendamment des mesures correctives. Le suivi de réhabilitation évalue les performances du projet de réhabilitation. Après la fin de la phase de réhabilitation physique, un programme de suivi sur le long terme fournira des preuves sur les performances du processus de réhabilitation. L'utilisation finale des terres peut inclure le pâturage pour les ovins, l'écologisation, l'installation de parcs photovoltaïques et de parcours de golf. Le suivi effectué dépend de l'utilisation des terres et de la configuration du site en particulier (comme par exemple les verses, les terrils et les puits ouverts) Les paramètres mesurés incluent la croissance de la végétation et la couverture végétale, les caractéristiques des sols et les propriétés hydrologiques.

Figure 2 : Structure du programme de suivi de Wismut



Remarque : Le gouvernement allemand a l'obligation de contrôler, résumer et rapporter toute présence de radioactivité naturelle et ses effets sur l'environnement. Le terme « immission » fait référence au point de réception où le suivi des émissions est effectué.

Intégration du suivi et des données de localisation géographique

Le montant colossal de données collectées requiert une gestion efficace des données et une assurance rigoureuse de la qualité. Les données dont la qualité est assurée sont stockées dans une base de données environnementale centrale. La base de données environnementale est liée au système d'information géographique (SIG) qui permet l'interprétation, la présentation et l'analyse orientée sur les objectifs des données environnementales.

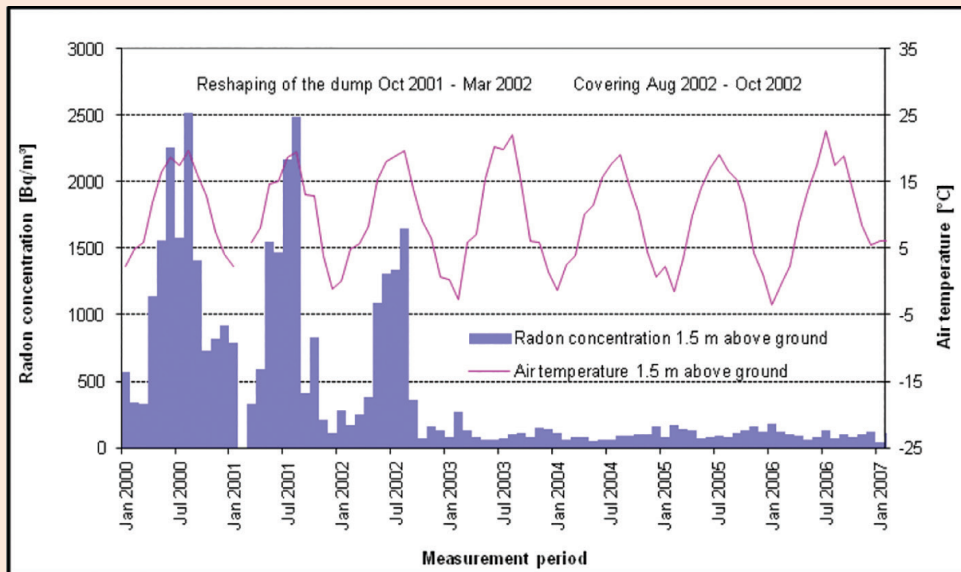
Comment les données de suivi sont-elles utilisées pour évaluer le succès d'une opération de réhabilitation : un exemple

- De nombreuses versées à stériles rocheux provoquent des concentrations élevées de radon dans l'air près des zones résidentielles autour du site de Schlema-Alberoda. La figure 3 montre le terril n°366 après une refonte intensive et la construction d'une barrière à radon de 1 mètre d'épaisseur sur le paysage retravaillé. La figure 4 montre comment la réhabilitation a permis la réduction significative des concentrations de radon dans l'air ambiant. En prenant en compte un niveau de base de radon (Rn) de 20 Bq/m³, les concentrations mesurées de 70 Bq/m³ (c'est-à-dire 50 Bq/m³ depuis le terril) correspondent à une dose effective de 1 mSv/a pour les populations locales. Cette valeur est un critère de succès de la réhabilitation.

Figure 3 : Terril n° 366 sur le site de Schlema après sa réhabilitation accompagnée de mesures



Figure 4 : Suite chronologique des concentrations en radon mesurées (au niveau de l'étoile rouge) et les limites de doses additionnelles



Conclusion

La gestion d'un tel programme régional de suivi de fermeture de mine impose de fixer des objectifs de programme de suivi clairs pour les mesures de suivi de base ainsi que pour les mesures de suivi de réhabilitation, des mesures qui doivent couvrir une série de paramètres issus de sources de données aléatoires. Un tel programme serait impossible à suivre sans le leadership et la continuité assurées par une équipe de suivi qualifiée et expérimentée assurant le contrôle qualité de tous les éléments ; la collecte de données, le stockage, l'interprétation et la communication des données sur des délais très longs. Ce projet procure des principes de bonnes pratiques qui peuvent s'appliquer à des programmes de suivi complexes.

Les programmes d'héritage minier peuvent nécessiter le développement de limites propres au site en tant qu'activité de réhabilitation, en accord avec les bonnes pratiques internationales de ce qui est décrit comme "une situation courante d'exposition", par opposition aux situations d'exposition programmée (IAEA 2011). Une situation courante d'exposition est une situation qui est déjà existante lorsqu'il est décidé de prendre plus de mesures de contrôle. Ces situations incluent l'exposition à la radiation naturelle de l'environnement qu'il est possible de contrôler, l'exposition issue de matériaux radioactifs provenant d'activités anciennes qui n'ont jamais été sujettes à la réglementation, et l'exposition due à des matériaux radioactifs résiduels provenant d'une situation d'urgence nucléaire ou d'urgence radiologique après la fin de l'urgence.

Des préoccupations similaires à celles exprimées dans le cadre de l'extraction d'uranium sont souvent exprimées dans le cadre d'autres activités en lien avec les matières radioactives naturelles (MRN) tels que les sables minéraux ou les exploitations de traitement des phosphates. De même, les préoccupations principales pour la protection du public et du biote sont habituellement plus liées à la chimie qu'à la radioactivité. Les travailleurs des industries productrices de MRN sont suivis lorsque cela est possible par un programme de gestion des radiations appliqué en accord avec les exigences de la réglementation.

Une discussion approfondie sur les problèmes décrits ci-dessus est disponible dans les documents de référence publiés par l'IAEA et l'ARPANSA (voir la section « Lectures complémentaires » de ce manuel). Un meilleur guide de pratiques pour l'exploitation minière par lixiviation in-situ de l'uranium en Australie a été publié par Geoscience Australia (2010).

4.9 Les implications de la communauté lors du programme de suivi

4.9.1 Programmes de suivi environnementaux

En mettant l'accent sur le développement durable et l'implication croissante des parties prenantes dans la prise de décision, on attend des communautés qu'elles jouent un rôle plus actif dans les programmes de suivi.

Le principe de consultation des parties prenantes des communautés dans l'établissement d'objectifs environnementaux de suivi et de gestion, ainsi qu'au niveau de la sélection des indicateurs et des objectifs à suivre sur la qualité des eaux, se retrouve dans le cadre de travail pour la gestion de la qualité de l'eau de l'ANZECC-ARMCANZ (2000ab). Bien qu'elles n'aient pas été communément adoptées, les opérations de bonnes pratiques suivent cette approche. L'étude de cas de Rum Jungle fournit un exemple à ce sujet.

Étude de cas : le projet des valeurs environnementales de la mine de Rum Jungle

Le drainage acide et métallifère à l'ancienne mine de cuivre et d'uranium de Rum Jungle dans le Territoire du Nord a provoqué d'importants impacts sur les eaux souterraines locales et sur l'environnement aquatique du bras Est de la rivière Finnis. Bien que la réhabilitation ait été entreprise dans les années 1980, cela n'a pas été effectué à un niveau qui répond aux bonnes pratiques actuelles de fermeture des mines. De plus, les travaux ont été conduits sans concertation avec les propriétaires traditionnels aborigènes de la région.

Le gouvernement australien et le gouvernement fédéral du Territoire du Nord ont travaillé grâce à un accord de partenariat pour améliorer la maintenance du site et le suivi environnemental, ainsi que pour développer une stratégie de réhabilitation pour le site qui serait bénéfique pour les parties prenantes, et cohérente avec les positions et les intérêts des propriétaires traditionnels. Lors de ce projet, le Département fédéral des mines et de l'énergie (DME) du Territoire du Nord a réalisé une étude sur les valeurs environnementales en aval de Rum Jungle. Le but était de décrire les caractéristiques écologiques et géomorphologiques principales de l'environnement, d'identifier les valeurs environnementales importantes aux yeux des différentes parties prenantes, en particulier des propriétaires traditionnels, et de fixer des objectifs appropriés sur la qualité des eaux pour la réhabilitation de la mine en se basant sur toutes ces valeurs. Un programme de suivi environnemental a été conçu par la suite pour que les améliorations de la qualité des eaux puissent être mesurées alors que la suite de la réhabilitation du site serait poursuivie.

Cette étude a été réalisée par une équipe d'experts scientifiques disposant de nombreuses compétences techniques pertinentes et d'une connaissance détaillée de la région. L'équipe a attentivement analysé les données historiques et les rapports scientifiques, et a mené des inspections de terrain et des consultations avec les parties prenantes, y compris avec les quatre principaux groupes de propriétaires traditionnels. Alors qu'un montant considérable de données de suivi avait été recueilli pendant des années, concernant principalement les eaux au sein de la mine, l'équipe a découvert un manque de données important à propos de la qualité environnementale de la rivière et de son lit en aval de la mine.

Une partie importante du travail de terrain a eu pour but l'identification des valeurs culturelles grâce à des réunions avec les propriétaires traditionnels. Leur contribution a permis à l'équipe d'identifier les valeurs culturelles qui devaient être prises en compte en tant que partie intégrante des méthodes de l'ANZECC-ARMCANZ (200b) sur l'identification des valeurs environnementales et de la définition d'objectifs sur la qualité des eaux. L'équipe a pu comprendre que la santé de la rivière, sa capacité à disposer d'un débit libre, et l'abondance et le bien-être des êtres totem et de ceux disposant d'autres significations culturelles et spirituelles, ainsi que des sources traditionnelles de nourriture, étaient d'une grande importance aux yeux des propriétaires traditionnels. Vu que beaucoup de ces valeurs culturelles étaient étroitement liées à la santé de l'écosystème aquatique, il était possible d'utiliser les seuils de valeurs de qualité des eaux comme élément déclencheur et de substitution à la protection des valeurs culturelles. Cette approche a été validée par les propriétaires traditionnels.

Cette étude a prouvé que la réhabilitation de la mine pendant les années 1980 a grandement amélioré la qualité des eaux en aval, en réduisant de trois à sept fois la concentration annuelle de contaminants dans le bras Est de la rivière (Jeffrey et coll. 2001). Cependant, la qualité de l'eau dans le bras de la rivière dépasse encore quelquefois les seuils de valeurs définis pour la protection des systèmes aquatiques. Les sédiments présents le long de ce bras de rivière contiennent également des concentrations de métaux au-delà des seuils définis pour la qualité des sédiments.

Les études menées dans les années 1990 ont illustré le statut et la récupération de la qualité des eaux et des organismes aquatiques consécutives au début de la réhabilitation en 1983, stipulant ainsi qu'une réhabilitation importante a pu être accomplie dans la majeure partie de la rivière Finniss, mais que les écosystèmes aquatiques sont toujours dégradés dans la branche située à l'Est. Toutefois, très peu d'investigations sur la végétation avoisinante ont été effectuées pendant la phase précédant l'exploitation minière, la phase d'activité minière et celle de post-réhabilitation en dépit d'une disparition étendue de cette végétation pendant le cours des opérations. Bien qu'une forme de récupération ait pu être constatée dans le bras Est, quelques parties du corridor riverain restent sérieusement endommagées. Les conditions des zones riveraines de la rivière Finniss principale (en aval de sa jonction avec le bras Est) sont généralement meilleures, et s'améliorent au fur et à mesure que la distance en aval augmente.

Près de la côte, la rivière Finniss traverse le site Finniss River Coastal Floodplain, un lieu important pour la conservation, (Finniss River Coastal Floodplain Site of Conservation Significance) et qui abrite de nombreuses espèces menacées. Cependant, peu d'informations étaient connues à propos de la flore et de la faune lacustre et aquatique au niveau de la mine ainsi que dans les zones adjacentes, en dépit de l'importance culturelle de certaines de ces espèces ainsi que d'espèces plus communes.

Afin d'identifier les valeurs environnementales et de les utiliser pour développer des objectifs de qualité de l'eau, le système fluvial en aval a été divisé en neuf zones (quatre dans le bras Est, entre l'aval de la mine et l'endroit où le bras rejoint la rivière Finnis, et cinq dans la rivière Finnis, de l'aval de la confluence de la rivière avec le bras Est jusqu'à l'estuaire, incluant le site qui est important pour la conservation). Ceci a été effectué parce que la santé des écosystèmes existants, les valeurs environnementales, le potentiel de récupération et par extension les objectifs ne sont pas les mêmes tout au long de la rivière. Les valeurs environnementales prises en compte pour chaque zone sont les écosystèmes aquatiques, les habitats culturels et/ou spirituels, les habitats de la faune, les activités récréatives de contact primaire, secondaire et visuel, l'utilisation industrielle, l'aquaculture, l'eau potable, l'irrigation, les réserves d'eau et l'approvisionnement des exploitations agricoles. Seules les valeurs environnementales concernant les écosystèmes aquatiques et les valeurs culturelles et/ou spirituelles se sont révélées importantes pour toutes les zones.

Les objectifs concernant la qualité de l'eau ont été développés pour chaque zone et pour chaque paramètre de qualité de l'eau en sélectionnant le seuil de valeur le plus bas nécessaire pour n'importe laquelle des valeurs environnementales qui s'appliquent à la zone. Les objectifs ont été incorporés dans le programme et le schéma de réhabilitation, pour s'assurer que tous les travaux futurs éventuels de réhabilitation puissent y répondre.

En ce qui concerne les zones hautement détériorées du bras Est au sein de la zone de concessions minières, la réhabilitation n'a pas été considérée comme capable de procurer une qualité des eaux suffisante pour offrir le même niveau de protection des écosystèmes aquatiques sélectionnés pour les zones plus éloignées en aval. Des seuils de valeurs de concentration plus élevées ont ainsi été établis pour ces zones. Étant donné qu'ils ont été sélectionnés en termes de pourcentage des espèces protégées, il a été possible de transmettre aux propriétaires traditionnels des terres ce qui était impliqué par ces niveaux réduits de protection et d'atteindre des objectifs sur la qualité de l'eau dans ces zones.

Le programme de suivi recommandé développé à partir de l'étude vise à fournir une base de référence suffisamment solide à partir de laquelle la réhabilitation pourra être accomplie avec succès. Cela comprend la qualité de l'eau, du biote aquatique, des tétrapodes aquatiques et lacustres (les vertébrés autres que les poissons), les processus causés par les canaux (comme l'érosion et de dépôt de sédiments), la végétation lacustre, et la nourriture du bush identifiée par les propriétaires traditionnels des terres. Les lieux de suivi comprennent des sites de référence en amont ainsi que des sites en aval, placés dans des lieux où des impacts ont historiquement été détectés ou encore là où de futurs impacts pourraient éventuellement survenir.

L'équipe d'évaluation préconise que le suivi de routine soit effectué via des études ciblées dans un premier temps pour aider à développer des objectifs locaux de qualité de l'eau, et que les conclusions soient régulièrement transmises au public et directement aux propriétaires traditionnels des terres.



La mine de Rum Jungle pendant son exploitation.



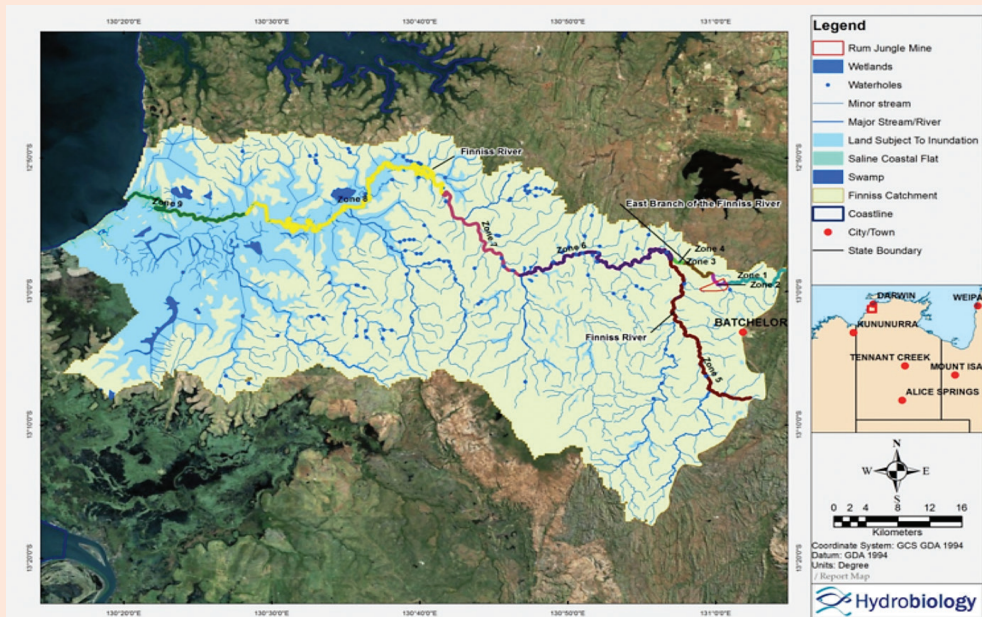
Le Dr R.Smith, un des membres de l'équipe d'étude, en train de tester la qualité de l'eau d'un bassin du bras Est.



Bassins au niveau du canal de déviation à Rum Jungle affectés par des contaminants issus de l'ancienne mine de Rum Jungle.



Sédiments sablonneux remplissant le canal dans la partie basse du bras Est.



Carte de la rivière Finnis présentant les zones utilisées pour l'établissement d'objectifs de qualité de l'eau.

L'implication communautaire lors de la collecte de données de suivi environnemental exige de prendre en considération la formation et les compétences nécessaires pour les participants issus de la communauté ainsi que la gestion qualitative des données afin de s'assurer de la validité et de l'utilité des résultats de suivi. Toutefois, cela peut et a été adopté avec un immense succès. Le programme Streamwatch (www.streamwatch.org.au) est un exemple parfait de programme de suivi environnemental performant mené par les communautés en dehors du secteur des ressources ; il démontre la valeur réelle qui peut être réalisée grâce au suivi communautaire environnemental. Dans l'industrie minière, il existe beaucoup d'exemples de l'implication communautaire, comme les bénévoles des programmes de terrain, les propriétaires qui abritent chez eux une station météorologique automatique ou des stations de jaugeage et qui les entretiennent, les stages d'étudiants locaux et les membres de la communauté qui fournissent des récits anecdotiques sur la présence ou l'absence des espèces et sur les changements historiques des paysages et des habitats.

Ceux qui adoptent de bonnes pratiques d'implication communautaire permettent de bénéficier d'une meilleure compréhension des résultats de suivi environnemental et des contraintes de la collecte des données de suivi. Dans les zones où le suivi environnemental engage les communautés à se mettre en contact avec les communautés aux économies de subsistance, le revenu gagné en participant au suivi peut se révéler un coup de pouce considérable pour l'économie locale, en améliorant le moral des consommateurs.

La consultation sur internet est une façon de plus en plus populaire pour les membres des communautés de contribuer à plusieurs étapes d'un projet. Elle est particulièrement adaptée à l'implication des jeunes et de ceux qui ne sont pas capables d'assister aux réunions, et elle permet de réduire la « fatigue d'implication » au sein des participants de la communauté.

4.9.2 Les programmes de suivi socio-économique

Comme décrit dans la section 3.4.3, le suivi socio-économique de l'industrie minière devrait idéalement inclure des mécanismes de contribution communautaire à chaque étape de développement et d'exécution du cadre de suivi, en incluant potentiellement la collecte de données et la validation des résultats.

Plus précisément, la capacité d'une communauté à participer à la collecte de données dépend de la forme et du contexte des données en question. Néanmoins, un cadre de suivi socio-économique correctement défini et qui incorpore un mélange de types et de sources de données devrait viser à inclure la participation des communautés à un certain degré à chaque étape du programme de suivi. Certains groupes communautaires pourraient faciliter cette participation ; il s'agit de groupes de liaison communautaire, d'écoles et d'associations locales. Il est également essentiel de consulter et d'inclure les populations autochtones locales (les propriétaires traditionnels) au sein d'un large éventail de problématiques socio-économiques, culturelles et patrimoniales, dans la mesure où beaucoup de ces problématiques sont liées entre elles.

Les programmes de suivi socio-économique qui n'ont pas réussi à inclure une bonne représentation des intérêts communautaires peut au final se révéler défectueuse en tant que point de référence organisationnel ou communautaire. Les outils utilisés pour guider les entreprises à identifier les parties prenantes primaires et secondaires comprennent *Les outils pour le développement communautaire* de l'CIMM (*Community development toolkit*).

Étude de cas : L'implication de la communauté autochtone pour le suivi de la gestion améliorée des terres

L'exploitation de bauxite de Weipa par Rio Tinto Alcan (RTA) se trouve sur la côte ouest de la péninsule de Cape York, à l'extrémité nord du Queensland. L'exploitation observe des programmes d'implication de la communauté, dirigés par des obligations dues aux accords de RTA à Weipa d'utilisation des terres autochtones, qui incluent une consultation continue des propriétaires traditionnels pour identifier la gestion des impacts potentiels et les opportunités avant l'extension de la mine sur de nouvelles zones. Les programmes sont développés par les équipes de RTA pour les relations avec les communautés, le patrimoine et l'environnement afin de répondre aux responsabilités de chacune des équipes.

Les équipes ont commencé à développer des programmes pour faciliter l'implication des communautés autochtones dans le suivi des responsabilités de conformité pour l'amélioration de la gestion des terres sur le site. L'équipe dédiée à l'environnement a développé le projet de consultation des communautés Dériver des Valeurs Culturelles (Deriving Cultural Values) en collaboration avec les propriétaires traditionnels afin de capter leurs pensées, valeurs et aspirations par rapport aux sites de réhabilitation sur les concessions minières de l'entreprise. Ce projet a permis de faciliter la prise en compte des valeurs aborigènes au sein des objectifs et des pratiques de réhabilitation sur le site, d'identifier les espèces prioritaires pour les propriétaires traditionnels et décrites dans le cadre culturel qui définit la signification des plantes. Cette connaissance aidera RTA à cibler les espèces végétales pour la réhabilitation et à prendre en compte d'autres valeurs des propriétaires traditionnels et leurs aspirations pour le « pays » après la fin de l'activité minière (le « pays » fait référence au concept aborigène de la terre, il inclut leur connexion spirituelle, physique, sociale et culturelle à la terre).

L'équipe affectée au patrimoine culturel a collaboré avec les propriétaires traditionnels afin de développer une approche proactive de la gestion du patrimoine culturel qui identifie les valeurs et l'importance du patrimoine culturel à leurs yeux. Cela permet de définir des stratégies de gestion et de suivi appropriées pour les lieux et les sites au sein des concessions minières dans le cas où et lorsqu'elles sont affectées par l'exploitation minière.

En 2013, RTA a cherché à étendre les activités minières dans les zones à l'est de l'actuelle mine de l'Est de Weipa. Cette zone n'a pas été considérablement affectée par l'activité minière, et la gestion du territoire de la zone exige une implication significative des communautés auprès des propriétaires traditionnels, les communautés Wathayn et Peppan. Les leçons tirées des ateliers pour la réhabilitation et le patrimoine culturel ont prouvé que les approches de la gestion du territoire devraient être plus globales et concerner le pays, plutôt que d'engager séparément les relations, l'héritage et l'environnement communautaire.

Les équipes de RTA et les propriétaires traditionnels des peuples Wathayn et Peppan développent actuellement un programme qui traite de façon collective l'ensemble des obligations de gestion du territoire pour la zone. Le programme sera développé à travers une série d'ateliers et de réunions au sein du pays afin de détailler les obligations légales et les accords pour la gestion du territoire obligatoires pour RTA et d'identifier les valeurs et les aspirations pour le territoire des propriétaires traditionnels. Les équipes de RTA et les propriétaires traditionnels des peuples Wathayn et Peppan développent actuellement un programme qui traite de façon collective l'ensemble des obligations de gestion du territoire pour la zone. Le programme sera développé à travers une série d'ateliers et de réunions au sein du pays afin de détailler les obligations légales et les accords pour la gestion du territoire obligatoires pour RTA et d'identifier les valeurs et les aspirations pour le territoire des propriétaires traditionnels.



4.9.3 Le traitement des plaintes et des réclamations communautaires

Les litiges entre les activités minières et les communautés, ou certains groupes au sein d'une même communauté, ne sont pas rares. Si elle est bien menée, l'implication envers les problèmes difficiles peut aider à renforcer les relations et démontrer la volonté de l'exploitation minière de répondre à ces problèmes préoccupants (même lorsqu'ils ne peuvent pas être complètement résolus). L'implication précoce, la participation de la communauté, l'évaluation d'impact, l'analyse des risques, et les engagements pour les droits de l'homme et le développement des communautés sont des bonnes pratiques de stratégies préventives qui visent à prévenir des conflits qui peuvent émerger en premier lieu.

Néanmoins, des problèmes se poseront inévitablement et les opérations devraient s'y préparer en mettant en place des mécanismes de résolutions des plaintes et des réclamations le plus tôt possible pendant le cycle de vie de la mine, y compris pendant la phase d'exploration. Les mécanismes de suivi devraient inclure des procédures pour communiquer, recevoir, transmettre, évaluer, répondre et rendre compte des plaintes. Les tendances au sein des incidents et des plaintes devraient être analysées et utilisées pour obtenir de meilleurs résultats et prouver l'amélioration des performances.

Une implication précoce et inclusive aidera à déterminer le cadre optimal pour les mécanismes de consultation. Les besoins et préférences des groupes vulnérables, minoritaires et marginalisés devraient être pris en compte, par exemple en permettant aux personnes peu-lettrées de pouvoir transmettre leurs plaintes. Les mécanismes de plaintes, qu'ils soient formels ou informels, devraient être suivis et évalués régulièrement, en incluant l'évaluation de la satisfaction des personnes par rapport aux résultats ainsi que par rapport au processus même.

Une étude récente sur les activités minières et les plaintes des communautés fait l'inventaire de ces éléments de mécanismes d'enregistrement et de gestion des plaintes qui ont fonctionné et de ceux qui n'ont pas fonctionné (voir l'annexe 3, de Kemp et Bond 2009).

4.10 La gestion des données

En considérant le coût et les travaux qui sont requis lors de la collecte, le suivi de données représente communément l'aspect le plus coûteux des sections de suivi d'un projet minier ; il est donc étonnant de constater le peu d'attention qui est apporté à l'optimisation du stockage de données et des systèmes de gestion ainsi qu'à la mise à contribution de ces données. Afin d'obtenir une valorisation maximale de l'investissement réalisé dans la collecte de données, les systèmes de gestion des bases de données doivent être positionnés pour s'assurer que non seulement les données sont exactes et facilement accessibles, mais également qu'une sécurité adéquate est assurée pour empêcher toute falsification ou accès non autorisé. Les bonnes pratiques de suivi de données et de systèmes d'analyse alertent automatiquement les équipes si des paramètres clés s'approchent des valeurs limites de performances, et facilitent la production de rapports adaptés à l'usage prévu en temps voulu. Les données de suivi peuvent également être utilisées afin de participer aux travaux de recherche et pour déterminer les liens inconnus entre les différents paramètres de suivi. Il s'agit ici d'une gestion des données selon les bonnes pratiques. Par contre, le stockage des données de suivi dans un tableur sur un disque dur local n'est pas un système de bonnes pratiques.

La première étape du contrôle qualité est une gestion adéquate des données. Comme cela est noté dans *les Lignes directives australiennes sur le suivi de la qualité de l'eau et son analyse (Australian guidelines for water quality monitoring and reporting)*, "Dès que les données "certifiées" quittent le laboratoire, une grande probabilité de "contamination" des résultats est possible." (ANZECC-ARMCANZ 2000b). Il est possible que des ajouts, des suppressions et des répétitions de données se produisent, ainsi qu'un mélange des unités de mesure et une mauvaise assignation des sites ou des dates. De telles erreurs dans les données peuvent être extrêmement difficiles à détecter dans une vérification régulière et détaillée des nouveaux jeux de données par le personnel familier avec le programme de suivi. L'assurance qualité de l'ajout rigoureux de données et du contrôle de ces données, au moyen d'une base de données et d'autorisations appropriées pour accéder aux modifications et à leur traçabilité ainsi qu'aux contrôles de cohérence, peut permettre d'éliminer ou de minimiser ces erreurs ; elles valent bien le coût et les efforts investis.

Les systèmes de stockage de données étant pour la plupart principalement électroniques, il est extrêmement important que des sauvegardes soient effectuées de façon adéquate (à la fois sur le site et en dehors). Idéalement, des copies physiques des données devraient également être effectuées. Comme avec tout autre aspect de la gestion de la qualité, le bon entretien est ici un élément essentiel. La pertinence et la qualité des sauvegardes, ainsi que leur emplacement, doivent être vérifiés régulièrement. Cela s'applique en particulier lorsque plusieurs systèmes en réseau sont impliqués et qu'il est possible que certaines parties du système ne soient pas sauvegardées suite à une erreur logicielle ou à une défaillance matérielle.

Pour les opérations sur une très longue période, il est important d'utiliser un logiciel de stockage de données qui est largement utilisé, qui permet le transfert facile de données vers un autre système, ou les deux. Les systèmes logiciels évoluent, et il n'y a aucune garantie que le logiciel utilisé aujourd'hui continuera d'être pris en charge ou

que les futurs systèmes matériels et d'exploitation permettront encore de l'utiliser. Cela vaut également pour les supports de stockage de masse et le formatage interne utilisés pour l'archivage des données.

Dans le cas de plus grands ensembles de données, les bases de données relationnelles sont généralement mieux préparées pour l'avenir car les structures de données peuvent être maintenues dans les futures implémentations logicielles, et les systèmes de transfert de données solides sont généralement bien développés pour eux. En ce qui concerne les bases de données plus restreintes et les projets de courte durée, les formats standards des feuilles de calcul permettront de fournir une meilleure préparation pour l'avenir, mais elles ne représentent pas la meilleure option si elles ne permettent pas de vérifier facilement la qualité des données. Les solutions des bases de données en ligne sont disponibles même pour les bases de données de petite taille, et des logiciels gratuits de bases de données relationnelles sont facilement accessibles.

De nombreux ensembles de bases de données relationnelles dédiées au stockage et à l'analyse des données de suivi sont disponibles. Les meilleurs d'entre eux incluent la capacité d'automatiser certains aspects de la vérification de la qualité (par exemple, l'équilibre ionique dans le cas de l'analyse d'échantillons d'eau) et fournissent des scores de qualité des données pour pouvoir les associer avec les mesures enregistrées. De telles fonctionnalités sont vivement recommandées pour les bonnes pratiques de gestion des données. Lors du choix d'un ensemble de gestion des données de suivi, il est essentiel que son adaptabilité et la couverture des types de données correspondent aux exigences du programme de suivi. Il est peu recommandé de modifier le contenu des informations de suivi pour l'adapter aux capacités du logiciel, dans la mesure où cela peut vouloir dire que de nombreuses composantes importantes du programme de suivi ne pourront être intégrées de façon efficace au sein des structures de données ou qu'elles devront être rétrogradées ou résumées pour être stockées, ce qui réduit potentiellement leur utilité future.

La flexibilité et l'adaptabilité dans les systèmes de gestion de données sont nécessaires dans la sélection d'un ensemble de gestion des données de suivi. Les sites, les paramètres et la précision du suivi peuvent être modifiés dans le temps en réponse à des besoins changeants de gestion. Le système de gestion de données doit être suffisamment flexible pour aménager ces changements et maintenir un bon équilibre entre la standardisation pour faciliter la gestion de la qualité des données et l'adaptation pour faciliter l'optimisation du programme de suivi. Cela implique habituellement un système de sécurité à plusieurs niveaux, afin que seuls les gestionnaires de système techniquement compétents et autorisés à y avoir accès puissent effectuer les modifications nécessaires pour adapter la structure de la base de données aux besoins des modifications.

La plupart des programmes de suivi récent incluent la collecte de différents types de données, comme des jeux de données de tailles différentes, des mesures continues ou semi-continues dans le temps, ainsi que des échantillons discrets pour un nombre limité de paramètres. De façon alternative, ils peuvent incorporer des jeux de données à différents niveaux de complexité, comme par exemple des mesures biologiques concernant plusieurs paramètres pour différentes parties du corps des individus ou de certaines espèces issues de différents groupes taxonomiques, collectés grâce à diverses méthodes d'échantillonnage sur plusieurs sites et en plusieurs occasions, ou bien dans le cas de mesures spécifiques mensuelles de la qualité de l'eau qui ne contiennent que peu de paramètres pour chaque échantillon.

L'utilisation selon les bonnes pratiques des différents jeux de données comprend la comparaison et la synthèse des résultats, qui doit fournir plusieurs lignes d'évidence pour évaluer l'impact des opérations minières. Lorsque cela est possible, cela devrait être facilité par l'utilisation d'un système unique de gestion des données.

Cependant, il se peut qu'il soit impossible d'inclure de façon efficace tous les types de données de suivi au sein d'un même système. Dans ce cas, la standardisation de l'utilisation de certains éléments dans les jeux de données, comme dans le cas de l'utilisation de code descripteurs communs pour le site, est essentielle pour faciliter l'analyse des données stockées dans différentes bases de données. Généralement, la localisation géographique des sites de conformité peut changer dans le temps, et le même nom de station est conservé pour plus de commodité. Dans ce type de cas, il est essentiel qu'une trace des changements de la localisation soit conservée, dans la mesure où des différences de comportement inconnues pourront dès lors être relevées. Des cas dans lesquels plusieurs noms pourraient avoir été attribués au même site peuvent se produire si les données ont été collectées par des équipes différentes et pour des objectifs différents (tels que la qualité de l'eau et l'identification taxonomique). Dans ces cas, il est essentiel que le système de gestion de données soit capable de relier les différents noms d'un même site (ses alias) à sa localisation, afin que l'ensemble des données pour ce site puisse être comparé et évalué de façon cohérente.

Les systèmes de données doivent être accessibles à ceux qui ont besoin de les utiliser, et ils doivent être suffisamment intuitifs pour que les nouveaux utilisateurs puissent être capables de les utiliser rapidement et d'accéder aux données de suivi lorsque cela leur sera nécessaire. La clarté des systèmes de gestion de données devrait être étendue aux sources de données, à leur qualité et leur pertinence. Il faut garder à l'esprit le fait que la personne en charge des données actuellement ne sera pas forcément celle qui le sera dans les années à venir. Les bonnes pratiques de systèmes de gestion de données facilitent le transfert du suivi des bases de connaissance et ne devraient pas dépendre de personnes en particulier.

La maintenance d'un historique commun des résultats de suivi et d'audit peut également devenir un problème majeur pour un projet minier. Les procédures doivent être mises en place pour s'assurer que les techniques de suivi, les emplacements, les données et les rapports sont enregistrés en sécurité sous une forme qui permettra aux nouvelles équipes de continuer à implanter et à analyser les programmes de suivi sans aucune perte d'information ou de contrôle de la qualité.

Une base de données solide et élargie est également nécessaire pour garder une trace de la localisation de tous les sites de suivi. Un des problèmes communs liés à la gestion des données de localisation est celui de l'utilisation de différents systèmes de référence géodésique, rendant obligatoire la conversion des données. Il s'agit d'une tâche simple si le processus est connu ou bien documenté, mais elle peut conduire à des erreurs graves si le roulement du personnel est important ou si les points de données sont tracés sur des images utilisant comme base un système d'information géographique (SIG) sans analyse ni vérification rigoureuse.

L'utilisation des données de localisation acquises grâce à l'utilisation d'appareils portatifs équipés d'un système de localisation GPS est devenue une norme ; cela inclut la traduction des données dans une variété de systèmes de référence géodésique, mais une fois que la transmission au sein d'une base de données a été faite, la sélection d'un système commun de référence géodésique est primordiale pour un positionnement exact des points dans le système SIG et la relocalisation des sites par les nouveaux échantillonneurs.

Les logiciels SIG peuvent également être utilisés pour pointer et cliquer sur des détails spécifiques de suivi (qui sont contenus dans d'autres bases de données mais qui sont liés au SIG). Les sites particulièrement étendus ou complexes peuvent exiger que des outils de visualisation des données puissent faire le lien entre les données géographiques et une série de sources de données conventionnelles dans les feuilles de calculs et les bases de données. Les bonnes pratiques exigent une bonne intégration des données de suivi avec le système SIG, l'interface Web, les systèmes de données opérationnelles du site et de gestion des informations, ou une combinaison des deux. Les composantes des données de suivi sont de plus en plus mises à la disposition des parties externes (comme les régulateurs et les groupes communautaires) en utilisant des plateformes Web. La disponibilité de ces informations devrait être considérée lorsqu'un système de gestion de données et d'analyse est sélectionné. La clé est de disposer d'une bonne accessibilité à des données stockées en toute sécurité.

4.11 L'analyse et l'interprétation des données

Bien que le respect constant de la réglementation pour les résultats de suivi représente une composante importante des bonnes pratiques, cela n'est pas, en soi, représentatif des bonnes pratiques. Les bonnes pratiques exigent que l'analyse et l'interprétation du suivi des données débute de façon assez précoce et que cela perdure, afin que les entreprises puissent identifier et apporter une réponse aux problèmes le plus tôt possible, préférablement avant qu'ils ne deviennent plus importants. Par exemple, le personnel devrait être encouragé à relever toute lecture inattendue le plus tôt possible lorsqu'ils mènent le suivi de terrain, ou lorsque les rapports sont envoyés par un laboratoire d'analyses - et pas plusieurs jours ou mois après, quand les résultats auront été analysés en détail pour la préparation d'un rapport de conformité. Les résultats devraient être évalués face à des "zones de confort" et des créneaux où peuvent se produire des risques d'impacts importants ; cela aidera à déclencher des programmes d'action de réponse et d'autoriser la mise en place d'actions précoces de prévention ou de mesures correctives.

L'équipe devrait, en plus de l'application des procédures de suivi de routine, observer et rapporter les aspects qui pourraient compléter l'analyse des données et leur interprétation, comme dans le cas de :

- la présence de poissons malades ou morts constatée pendant le suivi de la présence de métaux lourds, d'oxygène dissous, etc... dans l'eau

- la présence d'une prolifération d'algues, constatée au cours de la collecte d'échantillons en vue de l'analyse de la teneur en éléments nutritifs
- la constatation d'un jaunissement des arbres ainsi que de tout autre signe possible des déficiences nutritionnelles ou de dépérissement, pendant le suivi des plantations de réhabilitation ou des zones forestières endémiques où aucune activité minière n'a eu lieu.

Les événements inhabituels ou extrêmes, comme les inondations, devraient être filmés ou photographiés afin d'enregistrer les indicateurs visibles de qualité comme la turbidité. Les anomalies dans les données de suivi comparées aux valeurs préalablement mesurées peuvent révéler des problèmes au niveau de la maintenance ou de la calibration de l'équipement de suivi, qui devront être identifiés et corrigés le plus tôt possible.

Les bonnes pratiques de suivi et d'analyse des données exigent un effort conscient pour dépasser les exigences réglementaires de routine :

- par la collecte des données, en y ajoutant par exemple des données d'observation et en prélevant des échantillons supplémentaires si cela est nécessaire
- en s'assurant que les échantillons sont représentatifs de ce qui se passe réellement, en adaptant le planning de suivi à la nature de l'événement (ce qui est rarement le cas lorsque les procédures prescriptives de routine sont observées pour un suivi de conformité).

L'analyse précoce des données de suivi peut également se révéler très utile lors de l'affinage des procédures de suivi. Les bonnes pratiques voudraient qu'une étude pilote soit conduite avant d'analyser les données afin que tout problème d'échantillonnage et d'analyse puisse être identifié et corrigé avant l'implantation du programme de suivi à grande échelle. Cela peut comprendre le fait de s'assurer que le schéma d'échantillonnage est conforme aux hypothèses implicites relatives au schéma d'analyse statistique préféré, et que cela prend en compte les variations et l'analyse de puissance afin d'optimiser le montant des échantillons répétés ainsi que d'autres aspects de l'analyse de données.

Donc lors de l'échantillonnage, comment savoir lorsqu'un nombre suffisant d'échantillons a été prélevé ? La détermination du nombre optimal d'échantillons ou d'échantillons répétés pour une étude afin de rendre compte des variations physiques et naturelles d'un site permet de s'assurer d'une puissance adaptée à la détection de la signification statistique, si tel est le cas. Si l'étude n'est pas assez vaste, les résultats ne permettront pas de tirer de conclusions et ils augmenteront les risques de ne pas détecter de changement lorsqu'il a eu lieu. D'un autre côté, la collecte d'un trop grand nombre d'échantillons est un gaspillage des ressources. Les programmes de suivi des bonnes pratiques utilisent l'analyse de puissance et de précision pour s'assurer qu'elles fournissent la puissance statistique adéquate pour détecter les effets significatifs de la façon la plus rentable.

En règle générale, le calcul de la taille des échantillons nécessaires grâce à une analyse de puissance requiert des informations et des paramètres précis : le test statistique à utiliser, la taille de l'échantillon utilisé, le niveau de signification (α), la puissance, la taille de l'effet, la moyenne et la variance. Ces valeurs sont utilisées pour tester les hypothèses, ce qui est typique des déclarations précisant si un effet existe ou non. L'analyse de puissance est utilisée afin d'estimer la taille minimale des échantillons nécessaire pour détecter un effet particulier (voir l'étude de cas sur la détermination de la taille des échantillons) ou la puissance réalisée lors d'un test statistique qui a déjà été conduit mais où aucun effet n'a été détecté (c'est-à-dire si la non-détection de l'effet était fiable ou non)

Étude de cas : Estimation des tailles d'échantillon pour le suivi des impacts de l'érosion sur une plante poussant sur les parois rocheuses humides

L'Epacris muelleri (de la famille des Ericaceae) est un arbuste faible et irrégulier, qui pousse sur des sols sablonneux humides et abrités à l'ouest des Blue Mountains en Nouvelle-Galles du Sud, là où se trouve une mine de charbon souterraine (Figure 5a). Son habitat est sensible aux impacts liés aux glissements de terrains, tout comme les sites où les méthodes conventionnelles d'échantillonnage sont impossibles à appliquer. L'équipe de recherche du Centre pour la réhabilitation des sites miniers de l'Université du Queensland a mené un test pilote à petite échelle, comprenant quarante parcelles de 1 m² situées à plusieurs endroits afin de comprendre les variations parmi la population végétale. Une densité moyenne élevée de 4,6 plantes au mètre carré a été mesurée ainsi qu'un écart type de 4,3. À partir de ces éléments, il a été possible de développer des hypothèses concernant une baisse théorique de 30% de la densité de la population en tant qu'indicateur d'impact sur *E. muelleri*. Ces hypothèses sont les suivantes :

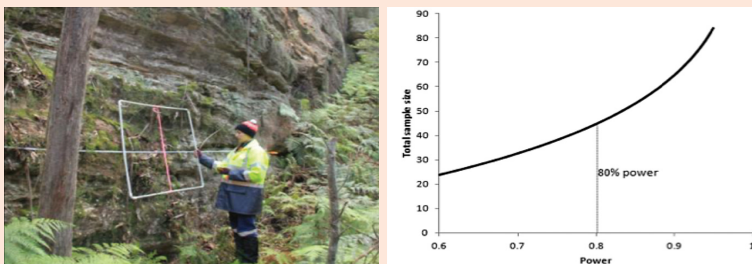
H (nul) : signifie niveaux de densité courants actuels (par exemple 4,6 plantes par m²)

H (alternatif) : signifie densité avec une baisse de 30 % dans l'abondance (par exemple 3,2 plantes par m²)

L'analyse de puissance a révélé qu'un minimum de 45 parcelles-échantillons seraient nécessaires pour détecter une diminution de 30 à 80 % de puissance (il s'agit d'une règle empirique) -voir la figure 5b.

Figure 5 : (a) Échantillonnage des plants d'*Epacris muelleri* poussant sur des faces rocheuses humides à l'aide de parcelles de 1 m².

(b) Analyse de puissance avec des tailles d'échantillon calculées à 80 % de puissance.



En réalisant un faible investissement dans la collection de données (1 jour), il a été possible de calculer le nombre minimum d'échantillons ou d'échantillons répétés nécessaires pour s'assurer de pouvoir détecter les impacts. Tant que le schéma de suivi est représentatif de la zone affectée, cette approche peut être utilisée pour évaluer et diriger des pratiques de gestion pendant que le projet avance. Voici un exemple pratique de la façon dont une analyse de puissance peut être incorporée dans un schéma de suivi avec des points de déclenchement pour la gestion :

- Objectif de gestion : autoriser une baisse qui n'excède pas 30 % de la couverture de *E. muelleri* en 2014 dans la zone échantillonnée A entre 2014 et 2017, en comparaison avec le site témoin de contrôle ou de référence.
- Objectif d'échantillonnage : être sûr à 80 % (puissance) de détecter un changement de 30 % (taille d'effet) dans la couverture avec une erreur de Type I (alpha) de 0,10.
- Recommandation de gestion : Une baisse de 30 % déclenchera une étude pour déterminer les causes de ce changement. Si les activités minières sont identifiées comme les causes de cette baisse, il peut être nécessaire d'éviter ou de minimiser les techniques utilisées (comme une largeur vide, la localisation des zones minières ou l'orientation de la configuration des mines). La réhabilitation peut également être requise.

Les paramètres d'une analyse de puissance peuvent être ajustés par la suite, en fonction des conditions, des limites et des compromis requis pour concevoir un programme de suivi efficace. Elzinga et coll. (1998) décrit les méthodes pour modifier les paramètres.

Par ailleurs, l'analyse de précision peut être utilisée pour déterminer la taille minimum d'effet (distincte du moyen de contrôle) qui peut être détectée avec la puissance adéquate d'une taille d'échantillon donnée. Ceci peut se révéler particulièrement utile lorsque le nombre d'échantillons qui a été prélevé est limité par un budget restreint ou par la disponibilité de la cible suivie (comme des organismes ou des types d'habitats rares). Les méthodes utilisées pour le calcul de la taille des échantillons ou leur précision peuvent être plutôt complexes, mais heureusement il existe de nombreux guides et des logiciels gratuits en ligne. Parmi les manuels gratuits de suivi en ligne avec des chapitres dédiés à l'analyse de la puissance, se trouvent Barker (2001), Elzinga et coll. (1998), Harding & Williams (2010), Herrick et coll. (2005) et Wirth & Pyke (2007). Une bonne vision globale de l'importance de l'analyse de puissance est apportée par Fairweather (1995). La référence statistique en ligne McDonald (2009) peut également s'avérer utile, ainsi que le logiciel gratuit G*Power et PowerPlant. Thomas & Krebs (1997) ont relevé plus de 29 logiciels capables d'effectuer l'analyse de la puissance.

Les données devraient être analysées dès que possible afin de mettre à disposition des opérateurs et des parties prenantes des retours rapides et que tous les problèmes identifiés puissent être réglés au plus tôt. Les pratiques standard exigent que les données soient analysées et comparées avec les objectifs et les cibles ou standards visés. Les bonnes pratiques dépassent cela, en cherchant à fournir une mise en garde précoce des problèmes possibles en analysant les tendances (visuellement ou via l'utilisation d'analyses statistiques). peuvent choisir de mettre en place des niveaux plus stricts de déclenchement interne que les niveaux de conformité requis pour la poursuite d'investigations supplémentaires.

L'utilisation de procédures statistiques reconnues sera souvent nécessaire pour analyser et interpréter correctement les données obtenues en utilisant des programmes de suivi soigneusement conçus. Cela peut avoir comme conséquence des critères plus solides pour évaluer si les objectifs et les cibles ont été atteints, et pour résoudre des situations où des problèmes juridiques peuvent survenir. Cependant, même lorsque des procédures statistiques ont été approuvées, il est essentiel qu'une visualisation exploratrice des données (telle que des graphiques, des tableaux et des parcelles SIG) soit effectuée afin d'examiner les modèles et les tendances et, si cela est nécessaire, que des analyses statistiques investigatrices soient menées pour détecter les changements prématurément. Ceci peut également aider à confirmer l'applicabilité des analyses statistiques qui ont été approuvées.

Dans certaines situations, des tailles réduites d'échantillon ou d'autres limitations peuvent exclure l'utilisation d'analyses statistiques conventionnelles (telles que les analyses de variance). Cela s'applique particulièrement aux cas dans lesquels il existe une tendance constante dans le temps. Dans ces exemples, l'analyse des tendances et des autres procédures peut être nécessaire pour détecter les changements. L'utilisation de statistiques Bayésiennes a récemment permis de révolutionner les analyses d'échantillons de petite taille, et d'autres outils statistiques solides peuvent également être appropriés dans ce cas.

Quel que soit le cas, les méthodes statistiques sont simplement des outils de test des hypothèses ou de création d'hypothèses et elles ne se substituent en aucun cas à l'examen de la qualité des données du point de vue éclairé de la science environnementale. Les tests de conformité statistiques, de routine, et mécaniques peuvent faire partie des pratiques courantes, mais les bonnes pratiques exigent une interprétation des données qui tient compte de la compréhension des processus dans le milieu récepteur et des mécanismes d'action des facteurs de stress préoccupants.

Ainsi, la plupart des bonnes pratiques de programmes de suivi comprendra des schémas expérimentaux et des analyses statistiques solides, mais elles peuvent aussi inclure de simples essais sur le terrain et des observations détaillées qui peuvent considérablement aider à comprendre les causes des impacts ainsi que les processus de récupération.

En plus d'être utilisée dans la vérification de la conformité, l'analyse des résultats des programmes de suivi devrait également être utilisée pour étudier les tendances qui peuvent se développer dans la fréquence d'apparition, par exemple, la non-conformité avec des paramètres de qualité de l'eau. Une fréquence croissante d'échec peut amener au développement de conditions défavorables. Les incidents peuvent aller d'incidents évités de justesse à des déversements aux impacts considérables pour l'environnement et la sécurité. L'enregistrement des détails, des impacts et de la fréquence des événements et l'analyse de ces informations par rapport aux procédures d'exploitation peut être utile pour les rapports et les améliorations des performances. Une pratique courante permet d'enregistrer ces détails sur site au moyen des SME selon les normes AS/NZS ISO 14001:2004. Les bonnes pratiques vont plus loin en analysant les données et en agissant sur les résultats de ces analyses.

En plus des aspects évidents de l'interprétation des analyses, comme le fait de déterminer si les objectifs, les cibles et les normes ont été respectés, les bonnes pratiques portent une attention particulière à l'amélioration continue. Les entreprises appliquant les bonnes pratiques comprennent clairement que le suivi fournit les informations nécessaires pour identifier les problèmes et pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation. Des procédures sont mises en place pour veiller à ce que les résultats des programmes de suivi soient examinés par le personnel de l'entreprise chargé de l'environnement et des opérations. Les résultats sont inspectés conjointement avec les enregistrements d'événements (comme un changement dans la procédure d'exploitation) et les mesures prises (par exemple, pour expliquer un résultat inattendu de réhabilitation) afin de déterminer les causes et expliquer les résultats. Dans certains cas, des investigations, un suivi ou des recherches complémentaires peuvent être nécessaires, y compris l'analyse des causes profondes. Il est possible que des modifications doivent être apportées au programme de suivi, auquel cas elles doivent être régulièrement prises en considération.

Des analyses objectives fréquentes et l'interprétation des données, en portant une attention particulière à l'amélioration continue, engendreront de meilleurs résultats environnementaux, économiques et sociaux.

4.12 Les critères de complétude

Les critères de complétude (également appelées "critères de succès") sont des éléments essentiels dans le processus de fermeture des mines. L'entreprise minière doit respecter des critères de complétude afin de démontrer que la réhabilitation et que d'autres objectifs ont été atteints, que la mine est fermée et que le bail minier est révolu.

Les bonnes pratiques de critères de complétude dépassent la simple réhabilitation physique et biologique et les aspects de la fermeture ; ils englobent des critères économiques et sociaux, pour permettre d'établir des revenus durables pour les communautés qui ont pu être affectées de façon négative par les exploitations minières, la fermeture de la mine, ou par ces deux activités. Les gouvernements exigent des mesures pour le succès de la réhabilitation afin de s'assurer que les sites sont stables et viables, et que la communauté n'hérite pas d'une responsabilité en cours. Le public veut être tenu informé du succès de la réhabilitation, de l'absence de pollution sur le site, de l'absence d'impact au-delà des limites du périmètre de la mine ; il est également important pour lui que la sécurité humaine et celle de la faune soit garantie, et qu'une utilisation durable des terres sera décidée en conséquence. Des exemples d'approches de bonnes pratiques de la programmation et la conception d'un schéma de fermeture de mine sont cités dans le manuel *La fermeture d'une mine* (DDIS 2016e),

Alors que les critères de complétude sont des exigences clés lorsqu'il s'agit de démontrer le succès d'une réhabilitation, respecter les attentes des régulateurs et des autres parties prenantes pour la fermeture d'une mine oblige à suivre d'autres critères liés à d'autres paramètres. Il peut s'agir de critères relatifs à la qualité de l'eau (pour un ensemble de plans d'eau et de ruisseaux en aval ou de rivières), aux terres contaminées, aux indicateurs visuels liés à l'esthétique ou aux systèmes de croyance (comme pour des paysages qui ne sont pas diminués visuellement par rapport à des valeurs plus importantes) la productivité agricole des terres cultivables, ou la stabilité géotechnique. Le besoin concernant chaque critère devrait être défini lors de l'évaluation des risques au sein du programme de fermeture global sur la durée de vie de la mine.

Les procédures de développement des critères de complétude sont décrites dans de nombreux documents, y compris dans les *manuels La fermeture d'une mine, La réhabilitation minière et La gestion de la biodiversité* (DDIS 2016e, 2016g and 2016f). D'autres références clés décrivant des aspects importants de ce processus comme les

outils pour la fermeture des mines de l'IMCC, *Le programme pour la fermeture intégrée des mines* (CIMM 2008) d'une part, et *Le schéma stratégique pour la fermeture des mines* (2000) d'autre part, édité par l'ANZEC-MCA. Plus simplement, un objectif de fermeture clair et défini est nécessaire, accompagné par des critères de mesures vérifiables qui peuvent être utilisées pour certifier que l'objectif a été accompli. Les critères, accompagnés de toute cible ou norme qui pourrait être associée, doivent être clairs et dépourvus d'ambiguïté, ils doivent pouvoir être mesurés par des indicateurs et des méthodes acceptables pour les régulateurs et les autres parties prenantes, tout en étant réalisables.

Le suivi, l'audit et la recherche peuvent jouer un rôle clé dans le développement des critères de complétude en démontrant quels impacts ont eu lieu suite aux activités minières et quelle est l'étendue de la réhabilitation qui peut (ou qui est en train de) remplacer les valeurs affectées, comme cela a pu être souligné dans les accords sur les objectifs. Les résultats peuvent être comparés avec les attentes des parties prenantes, et les critères, ainsi que n'importe quelle cible ou étape majeure qui peut leur être associée, peuvent être modifiés grâce à de nouvelles informations sujettes au consentement des parties prenantes. Un organigramme dans Nichols (2006) illustre ce processus pour le développement de critères écologiques.

Récemment, plusieurs états australiens ont fourni des orientations sur le développement de critères de complétude, comme l'Australie-Occidentale (DMP-EPA 2011) et le Queensland (DEHP 2013). Tous deux soulignent l'importance de définir des objectifs clairs, grâce à l'utilisation d'indicateurs pour mesurer le développement de la réhabilitation, et établissent une relation étroite entre les critères de complétude et ces deux éléments. Des exemples de critères sont également fournis.

Lors du développement de critères de complétude pour la réhabilitation et pour d'autres indicateurs liés, il est important de remarquer que les attentes sont de plus en plus nombreuses. La simple utilisation de la zone réhabilitée en tant que mesure de performance n'est plus suffisante. Plusieurs entreprises utilisent ou développent désormais des mesures plus précises (métriques) de la qualité de réhabilitation. Elles procèdent à des mesures de la richesse et de la diversité des espèces (comme par exemple le nombre d'espèces endémiques présentes dans une zone définie) ainsi qu'à des mesures de couverture et à des indicateurs de l'accumulation et du cycle des éléments nutritifs. Dans certains cas, les mesures de la qualité de réhabilitation (RQM) ou des mesures similaires qui comprennent l'utilisation de plusieurs indicateurs sont utilisées pour évaluer la performance de réhabilitation, quelquefois accompagnée de l'évaluation des compensations (par exemple, Temple et coll. 2012; Rio Tinto 2008). Cela peut se révéler utile pour déterminer si les objectifs liés à l'absence de perte nette de la biodiversité sont respectés.

Lors de l'évaluation de l'installation d'écosystèmes indigènes, il est généralement exigé que le suivi concerne également des sites de référence non exploités. Cependant, les sites de référence ne sont pas nécessairement équivalents aux sites avant le début de leur exploitation. De plus, dans la plupart des mines, même lorsque des méthodes de bonnes pratiques de réhabilitation sont appliquées, des différences apparaissent dans la structure et les paramètres des sols avant et après l'exploitation minière. Pour cette raison, il n'est pas réaliste d'exiger que les sites de réhabilitation correspondent parfaitement aux sites avant leur exploitation en termes de paramètres clés écologiques. Le suivi et la comparaison de la réhabilitation avec les sites de référence devraient au contraire donner une indication sur le remplacement des valeurs écologiques dans le temps et la durabilité probable sur le long terme.

Pour la plupart des projets, le suivi et l'audit d'évaluation de performance jouent un rôle important pour démontrer que les critères de complétude approuvés ont été remplis et que les objectifs de la réhabilitation ont été atteints. Les critères de complétude peuvent provenir de nombreuses sources différentes, comme les conditions d'un accord ou d'une entente habilitante, les accords avec des propriétaires fonciers individuels ou des exigences réglementaires. Les contextes biophysiques et sociaux de la mine doivent également être pris en compte. Souvent, une exploitation démarre avec des objectifs de clôture largement approuvés ainsi qu'avec les critères de complétude qui y sont associés. Ils sont généralement plus faciles à développer pour les mines qui possèdent une durée de vie plus courte et avec une empreinte clairement définie, que pour les mines exploitées sur une plus longue durée et avec une empreinte plus dynamique. Au fur et à mesure que la mine évolue, les objectifs et les critères doivent être ajustés pour refléter les attentes changeantes des communautés lorsqu'elles peuvent être satisfaites. Les critères peuvent progressivement être affinés et devenir plus spécifiques lorsque l'échéance de la fermeture se rapproche. Les changements qui y sont apportés, quelles qu'en soient la raison, peuvent nécessiter des procédures de suivi et des critères d'audit modifiés.

Les bonnes pratiques exigent que, lorsque cela est possible, les mines mettent en place une réhabilitation progressive sur une base régulière pendant l'exploitation. Cela peut être lié à une approbation progressive à travers des évaluations de la performance de réhabilitation, et renforcer ainsi la confiance des parties prenantes dans les résultats de réhabilitation finale et le processus de clôture de la mine. Lorsqu'une réhabilitation progressive est menée, la définition du succès d'une réhabilitation peut devoir être modifiée afin de répondre aux besoins de certains aspects spécifiques du processus de réhabilitation. Par exemple, si des zones progressivement réhabilitées disposent d'une faible connectivité avec des zones intactes, les opportunités d'un retour de la faune et d'une recolonisation naturelle de la flore pourraient être réduites.

Les critères de complétude sont habituellement développés pour chaque "domaine" ; c'est-à-dire pour chaque zone opérationnelle différente de la mine, y compris les puits à ciel ouvert, les verses à stériles rocheux, les installations de stockage de résidus, les infrastructures etc... Ces critères prennent en compte les valeurs sociales, culturelles, économiques et environnementales, qui devront toutes être mesurées ou évaluées d'une certaine façon afin de pouvoir déterminer si l'objectif-cible ou l'étape clé a été atteint. Il est important que les critères respectent les critères "SMART" (ils doivent être spécifiques, mesurables, réalisables, pertinents et limités dans le temps).

Les critères de complétude relatives à la fermeture et à la réhabilitation des puits ouverts, des verses à stériles rocheux et des installations de stockage de résidus prennent communément en compte les éléments suivants :

- Les reliefs de déchets seront physiquement et chimiquement stables ; ils seront sécurisés pour les personnes et les animaux, se mêleront au paysage environnant et seront esthétiquement et fonctionnellement acceptables.
- Les puits à ciel ouvert, les verses à stériles rocheux de surface et les installations de stockage de résidus maintiendront la stabilité géotechnique.
- Les infiltrations issues des eaux au niveau de la surface réceptrice ainsi que des eaux souterraines devront être absorbées par l'environnement récepteur, et ne causeront pas de dommages inacceptables.
- Les puits à ciel ouvert resteront des "gouffres absorbants" sauf si l'objectif est de créer un puits immergé d'écoulement. Si le puits est remblayé, le besoin qu'il reste un gouffre absorbant dépendra des caractéristiques géochimiques des matériaux de remblai.
- Tous les travaux de drainage effectués doivent demeurer stables et fonctionnels.
- Les taux de perte de l'érosion ne devront pas provoquer de dommages environnementaux inacceptables ou d'instabilité géotechnique ni menacer la viabilité des communautés végétales.
- La qualité de l'eau en aval ne devra pas être affectée négativement par les ruissellements et les infiltrations provenant de la mine.
- Le débit des cours d'eau ne sera pas réduit en permanence dans le paysage d'après exploitation minière (comme par exemple au moyen de dérivations de bassins hydrographiques)
- La qualité finale de l'eau correspondra aux exigences et aux aspirations des communautés pour l'utilisation des terres après l'exploitation minière.
- La production de poussière ne causera pas de problèmes de site ou d'impacts sur la santé ni de dommages inacceptables pour l'environnement.
- Les éléments nutritifs du sol seront établis et les paramètres chimiques et physiques seront adaptés à la végétation prévue après l'exploitation minière.
- Une végétation appropriée sera établie et sera viable, elle respectera l'utilisation approuvée des terres pour la période après la fin de l'exploitation minière, ce qui peut être un système agricole (de culture, de pâturages, ou les deux) ou alors un écosystème endémique.
- Les animaux endémiques recoloniseront les écosystèmes endémiques réhabilités, avec un nombre d'individus et une diversité adéquats.

Il est important de démontrer que les critères de complétude peuvent (et pourront) être respectés sur une longue période. Le schéma des programmes de suivi et de recherche qui a été abordé ci-dessus doit prendre en compte la viabilité sur le long terme de la réhabilitation ainsi que la façon dont ces éléments sont mesurés et prouvés.

Les critères de complétude socio-économique sont généralement des sujets importants tout au long de la durée de l'exploitation. Les études de référence communautaires permettent de rassembler des informations pertinentes sur la population et l'économie, et de développer des critères de complétude appropriés. Ces critères sont influencés par la population et le mélange de compétences des communautés locales et par les activités

commerciales soit au niveau du site de la mine (comme avec la réutilisation adaptative des bâtiments ou l'interprétation de l'héritage minier par des tours) soit dans les communautés adjacentes. Le suivi continu du succès des programmes de développement social et communautaire représente une partie importante de la clôture d'une mine, par exemple à travers des études de ménage périodiques examinant des informations sur la santé, l'éducation et le statut économique de la communauté.

Il est important de suivre ou d'effectuer l'audit des aspects financiers liés à la clôture de la mine. Le problème du financement de la clôture de la mine peut poser problème. Alors que les budgets annuels de réhabilitation sont relativement simples à mettre en place et à suivre, le coût d'une clôture pour remplir des critères de complétude est beaucoup plus difficile à évaluer. Cependant, ces coûts devraient toujours être modélisés et devraient être évalués à des points clés précis durant l'opération. Cette opération devrait idéalement avoir lieu annuellement, mais une fréquence ramenée à une période de 3 à 5 ans devrait être adaptée pendant les phases d'expansion. Le suivi des bonnes pratiques et les critères d'audit permettent de s'assurer qu'un financement interne est mis en place pour atteindre les critères de complétude et les exigences réglementaires d'assurance financière, en vérifiant que les fonds nécessaires sont disponibles tout au long de la durée de vie de la mine, afin d'autoriser un développement inattendu des coûts de clôture approuvés et des coûts liés à la contingence. Le calcul des coûts et du provisionnement pour la fermeture de la mine sont abordés plus en détail dans le manuel *La fermeture d'une mine* (DIIS 2016e).

4.13 La sécurité du suivi

Le suivi des bonnes pratiques environnementales inclut le suivi des bonnes pratiques de gestion de la sécurité du personnel concerné. Alors que les exploitations minières doivent légalement respecter de hauts standards de sécurité, les programmes de suivi incluent souvent des activités qui sont atypiques en termes de pratiques de projet minier et qui ne sont peut-être pas couvertes par les pratiques de sécurité standard appliquées au projet. Cela peut particulièrement être le cas des projets et des tâches de suivi ponctuel ou à court terme comme les déversements d'hydrocarbures ou des investigations spécifiques.

Le suivi environnemental et social peut exiger que la collecte d'échantillons soit effectuée bien au-delà des limites du projet, comme par exemple dans le cas des zones de référence ou en amont. Les exigences pour les procédures standard de sécurité des mines ou l'équipement de protection individuelle (EPI) peuvent se révéler inappropriées et même potentiellement dangereuses dans certaines circonstances. Par exemple, lors du suivi de la qualité de l'eau il est possible que l'accès aux sites par bateau soit nécessaire, et le port de chaussures coquées (de sécurité), qui est une exigence standard pour les sites miniers, pourrait accroître le risque de noyade dans le cas d'un accident de bateau.

De nombreux sites miniers se trouvent dans des zones diverses et variées, et le suivi dans des emplacements éloignés du site minier peut donc augmenter les risques pour le personnel. Les exigences pour une communication sécurisée et des systèmes de transport de secours pour le personnel en charge du suivi peuvent être très différentes de celles requises pour d'autres membres du personnel. Le personnel en charge du suivi peut être exposé à des dangers rares ou qui ne peuvent arriver dans les principaux sites miniers, comme par exemple des animaux agressifs ou des courants rapides. Ainsi, les attaques de crocodile représentent un risque très important lors du prélèvement d'échantillons d'eau dans beaucoup de régions de l'Australie du Nord ; la présence de crocodiles a pu être observée dans des mines à ciel ouvert, des barrages de rétention d'eau ou de déchets.

Les conditions météorologiques lors de certaines périodes critiques pour la collecte des données de suivi présentent un risque supplémentaire pour le personnel chargé du suivi, comme lorsque les centrales électriques sont arrêtées pendant les orages ou les pluies de la saison humide, ou encore pendant la période de canicule. Les données collectées pendant ces périodes peuvent être d'une grande valeur pour la gestion environnementale, et elles doivent toujours être collectées en toute sécurité. Les bonnes pratiques n'utilisent pas la "sécurité" comme une excuse pour ne pas collecter de données lors de ces périodes, mais elles prennent en compte des programmes pour les collecter en toute sécurité.

Ces exigences de sécurité particulières pour le suivi doivent être considérées au sein de chaque élément du programme de suivi avec précaution, et des alternatives pour minimiser et/ou éliminer les risques doivent être développées. Habituellement, cela exigera le développement de procédures d'exploitation standard qui sont spécialement développées pour les tâches de suivi, l'attribution et la validation d'EPI spécialisés pour certaines tâches, et des évaluations détaillées de la sécurité pour chaque nouvelle tâche de suivi. Dans tous les cas, il est

important de répondre aux problèmes réels de sécurité pour les tâches de suivi et de ne pas se fier aux pratiques standard qui peuvent se révéler inappropriées.

4.14 Les technologies de suivi

4.14.1 Le suivi en temps réel

Beaucoup d'exploitations minières utilisent la technologie et les plateformes de communication pour exploiter leur flotte d'engins de terrassement et leurs usines de traitement. L'utilisation des réseaux de télémétrie pour le suivi de l'environnement n'est qu'une extension logique de cette gestion technique. Elle permet la rentabilité du téléchargement manuel des données et permet aux équipes de suivi de recueillir des informations et d'agir proactivement, plutôt que de manière réactive. Le bénéfice est que l'environnement peut être géré et exploité d'une façon similaire à celle des usines de traitement sur le site minier. Les réseaux de télémétrie peuvent également permettre de réduire les coûts en réduisant la magnitude de l'impact des incidents et l'effort de nettoyage qui lui est associé ainsi que de faciliter les interventions. Ils peuvent également amener à des bénéfices sur la sécurité et des économies de travail, dans la mesure où les équipes peuvent limiter leurs visites sur les emplacements de suivi éloignés aux inspections de maintenance. La valeur réelle des données est atteinte lorsqu'elles sont incorporées dans le jeu de données et qu'elles sont utilisées pour améliorer la gestion.

Lors du développement d'un système de télémétrie pour un réseau de suivi, il est important de consulter un spécialiste à propos des exigences requises. Hormis le besoin immédiat de transmettre les données d'un point A à un point B, le schéma doit prendre en compte la bande passante télémétrique, le support réseau, le protocole de communications, l'alimentation électrique (de préférence par des panneaux photovoltaïques qui sont primordiaux dans les emplacements éloignés) et la consommation électrique, la transmission, le stockage, la connectivité et l'affichage des données.

De nombreux programmes de contrôle du système et d'acquisition des données (SCADA) pour la télémétrie sont programmés afin de stocker les données haute-résolution seulement pour une période courte, quelques jours ou semaines, avant que les données ne soient résumées. Il est important que les données environnementales soient stockées dans leur résolution avant que des calculs soient effectués. Cela étant dit, si le système SCADA du site a le potentiel pour une transmission des données environnementales avec les mesures de sauvegarde appropriées, cela peut provoquer un bénéfice très important, dans la mesure où les équipes en charge de l'environnement bénéficieraient d'une assistance pour la réception et la gestion des données de fin de parcours.

Les bonnes pratiques exigent que les données soient délivrées et accessibles pour l'utilisateur final de façon simple, et dans un format utilisable. Cela ne signifie pas que le système doit disposer d'affichages graphiques ; il devrait en revanche délivrer les données dans un format qui respecte les objectifs du programme. Par exemple, des enregistreurs de données équipés de systèmes GPRS (service général de radiocommunication en mode paquet) peuvent envoyer une alarme en utilisant les messageries locales et les SMS ainsi qu'un courriel issu de la base de données. Cela lie donc les agents de terrain à leurs instruments de terrain grâce à l'utilisation de smartphones. D'un autre côté, les réseaux radio télémétriques sont normalement basés sur le site et possèdent des capacités limitées quant à la transmission hors site.

Pour identifier la technologie appropriée, les objectifs du projet devraient être pris en compte et, au minimum, il faudra qu'une réponse soit apportée aux questions suivantes :

- Les données sont-elles requises en "temps réel" à des fins opérationnelles ou en "quasi temps réel" à des fins de gestion et d'alerte après la survenue d'un événement ?
- Quelle quantité de données doit être relayée par le réseau ? La technologie sélectionnée possède-t-elle la bande passante nécessaire pour gérer à la fois les besoins immédiats de transmission de données et permettre une future expansion ?
- Quelle infrastructure déjà en place peut être utilisée pour le réseau de télémétrie ? Le système utilise-t-il une télémétrie radio basée sur le site ou bien des réseaux exploités publiquement, comme les systèmes GPRS de téléphonie mobile ou la télémétrie satellite ?
- Y-a-t-il une transmission de charge, comme lors de l'utilisation de réseaux commerciaux pour les transmissions GPRS et satellite ? Quels protocoles de communication sont utilisés par les instruments de terrain, et les unités télémétriques sont-elles compatibles avec les données qu'ils fournissent ?

- La consommation électrique a-t-elle été prise en considération ?
- Quelle est la couverture géographique requise ? Une attention à la végétation (à l'atténuation des signaux) et à la topographie a-t-elle été portée ?
- Le climat a-t-il été pris en compte ? Les fortes précipitations peuvent-elles atténuer les signaux et provoquer une perte de signal ? Lorsque le climat est chaud, comme dans les zones arides ou désertiques, les signaux peuvent-ils être déformés ou bloqués à cause de mirages de chaleur ?
- Lors de l'utilisation des systèmes SCADA et de télémétrie sur le site, quel sera l'ensemble en fin de parcours ? Les données peuvent-elles être sauvegardées et exportées à la bonne résolution ? Quelle connexion de données sera possible pour exporter les données d'un ensemble SCADA dans un format simple et accessible ?
- Quelles recommandations les parties prenantes doivent-elles respecter pour accéder aux données ?

La solution télémétrique n'est pas appropriée si les données sont inaccessibles ou si leur résolution est compromise par la plate-forme télémétrique. La vérification sur le terrain, la calibration et la maintenance sont toujours requises.

Avec le changement rapide et constant des technologies, la demande d'accès aux données est désormais de plus en plus importante. Lors de la conception d'un système télémétrique, il faut être attentif à ne pas omettre les exigences de la gestion de données. Le réseau générera de grandes quantités de données. Parfois, les lectures erronées devront être isolées des alertes et de la diffusion aux parties prenantes. Il est également important de s'assurer que le système sélectionné possède la capacité à qualifier les données soit au niveau de la station de suivi de terrain, soit lors du post-traitement.

Un système de télémétrie respectant les bonnes pratiques permet d'économiser le temps du personnel, et leur permet d'agir sur les événements en temps réel ; il est solide, fiable et rentable.

4.14.2 Les nouvelles détections à distance et de routine

Photographie aérienne

Il existe dans la plupart des sites miniers à ciel ouvert, des jeux de données de détection standard qui sont collectés régulièrement pour estimer les stocks de ressources et de déblai. La plupart de ces couches de données comprennent des photographies aériennes du site réalisées tous les ans (de résolution d'environ 50-cm pixels) ainsi qu'un modèle numérique de surface déterminé sur la base des photographies. Les deux bases de données tendent à être sous-utilisées par le personnel responsable de la réhabilitation de site. Étant donné que les objectifs de réhabilitation exigent un paysage sécurisé, stable et viable, ces données détectées de façon aléatoire pourraient être utilisées afin de contrôler la progression générale d'un site. Une série de photos aériennes chronologiques illustrant la progression de la réhabilitation, lorsqu'elle est comparée aux données sur les précipitations, les sols, ainsi qu'à d'autres données, peut être utilisée pour aider à déterminer pourquoi dans certaines zones de réhabilitation l'installation de la végétation a mieux réussi. Les zones de sols nus peuvent être déterminées lors de la classification des photographies aériennes grâce aux SIG. Par exemple, lors de l'utilisation d'une analyse typologique selon les normes ISO via ArcGIS, les photos aériennes peuvent être utilisées pour déterminer les zones de sols nus au sein de zones de réhabilitation d'un site. Lorsque les zones nues persistent dans le temps, ces données peuvent être utilisées pour orienter les études des sols pour déterminer s'il existe une cause due au substrat sous-jacente.

L'inclinaison des pentes de réhabilitation peut être déterminée en utilisant le modèle de surface numérique du site dans des SIG. Si les pentes dépassent les critères de complétude ou qu'elles sont incompatibles avec l'utilisation des terres précédemment définie pour la période après la fin des activités minières, des activités de révision de travaux devraient être ciblées, en particulier lorsqu'une érosion active est présente ou lors de la présence de flaques d'eau imprévues dans des matériaux géochimiquement actifs ou dangereux.

LiDAR

La technologie de détection et de télémétrie par ondes lumineuses (LiDAR) est communément utilisée pour collecter des nuages de points sur les sites miniers et elle est beaucoup plus rentable dans les zones étendues, tant que de bonnes analyses statistiques des données collectées peuvent être effectuées. La technologie LiDAR possède l'avantage de collecter de multiples points de données au sein de la végétation et des surfaces au sol

des zones de réhabilitation. Si les bases de données de LiDAR sont disponibles, les données issues des endroits difficiles (par exemple, de la surface du sol) pourraient potentiellement être utilisées dans le temps afin d'évaluer les changements de terrain sous la végétation et d'évaluer le développement d'un ravinement d'érosion. L'utilisation de cartes de changements permet d'intervenir de façon précoce afin de prévenir des terrassements coûteux en temps et en argent lors de la clôture. Ces jeux de données devraient également être utilisés afin d'illustrer la stabilité de la réhabilitation d'un site, avant que la gestion ne fasse la demande de clôture.

Drones

La miniaturisation des capteurs et la fiabilité croissante des drones (véhicules aériens sans pilote) contrôlés par des pilotes automatiques utilisant un guidage GPS permettent la collecte d'une imagerie hyper-temporelle (plusieurs fois par jour) et de très haute résolution (environ 5 cm pixels) des zones de réhabilitation. Ce type de données peut désormais être collecté régulièrement par plusieurs entreprises et, lorsqu'elle est effectuée, cette collecte peut générer des modèles numériques de surface très précis, déterminés sur la base des photographies ou des zones individuelles de réhabilitation. De plus, les images permettent de générer des cartes très précises de la végétation, en particulier si les caractéristiques du paysage et les espèces végétales sont visées et marquées par les écologistes avant que les images ne soient prises. Un des exemples où cette technologie devient une habitude dans l'évaluation de la végétation se situe à la mine de charbon de Curragh, où les drones prennent des images avec une résolution de ~5 cm pour le suivi de la couverture des sols, du succès de la réhabilitation et des processus d'érosion dans le temps. Les images des drones ont également été utilisées en combinaison avec des études de sols ciblées afin de cartographier la distribution d'une espèce rare d'arbrisseau dans les concessions minières des Blue Mountains (Fletcher & Erskine 2012).

Des caméras thermiques placées sur les drones peuvent permettre d'identifier les zones de réhabilitation par rapport aux feux dans les sous-sols et aux problèmes de combustion spontanée. Elles permettent de s'assurer que la réhabilitation peut être évaluée lorsque la présence de gaz (tels que le monoxyde de carbone et l'oxyde d'azote) limite l'accès au site et présente un risque pour la santé humaine. Un suivi effectué par des drones équipés de capteurs de gaz pourrait être utilisé pour cartographier et modéliser l'étendue des panaches gazeux.

Enfin, des drones équipés de caméras thermiques peuvent permettre de suivre les animaux qui vivent sur la zone de réhabilitation et fournir la preuve que les sites sont devenus un habitat pour la faune endémique.

La technologie à capteurs intelligents

Ces dix dernières années, une hausse constante des technologies à capteurs intelligents a pu être observée, ainsi que des changements particulièrement rapides depuis cinq ans. Ces technologies peuvent être de simples capteurs de niveau d'eau avec des enregistreurs de données intégrés, et des unités GPS dotés d'une technologie de balayage de très haute précision - à un centimètre près - au moyen de drones et de bateaux de bathymétrie contrôlés à distance.

Les bénéfices de ces technologies sont évidents, ainsi que les informations additionnelles qu'ils permettent de collecter. Il est plus stimulant de gérer efficacement les vastes jeux de données qui sont collectées et la puissance de traitement des ordinateurs requise pour gérer et analyser les données et engendrer le produit final.

Les bonnes pratiques d'utilisation des technologies de détection prennent en compte une sélection des moyens d'instrumentation les plus appropriés de façon aussi précise que le suivi traditionnel. Pour identifier la technologie appropriée, les objectifs du projet devraient être pris en compte et, au minimum, il faudra qu'une réponse soit apportée aux questions suivantes :

- Les données sont-elles requises en "temps réel" à des fins opérationnelles ou en "quasi temps réel" à des fins de gestion et d'alerte après la survenue d'un événement ?
- Quelle est la couverture géographique requise ? Une attention à la végétation (à l'atténuation des signaux) et à la topographie a-t-elle été portée ?
- Quelle quantité de données doit être collectée ?
- Quels protocoles de communication sont utilisés par les instruments et dans quels formats de données - les données de terrain seront-elles fournies ?
- Quels outils logiciels et compétences d'analyse sont nécessaires pour le traitement des données ? Quelles exigences de résultat sont imposées aux parties prenantes ?

- À quelle fréquence l'étude doit-elle être répétée ?
- Les données sont-elles requises en « temps réel » à des fins opérationnelles ou en « quasi temps réel » à des fins de gestion et d'alerte après la survenue d'un événement ?

La télédétection peut fournir d'excellents jeux de données qui peuvent être utilisés pour identifier les problèmes environnementaux les moins importants. Les bonnes pratiques prennent en compte la résolution de l'étude à la fois pour la collecte de données et pour l'interprétation.

4.14.3 Les limites de détection des paramètres de suivi

Lors du choix des limites de détection pour les paramètres de suivi, il est important de prendre en considération les raisons pour lesquelles les mesures sont collectées et la durée pendant laquelle elles peuvent être utilisées. Les méthodes analytiques ont tendance à s'améliorer dans le temps, et les niveaux de détection atteints ont tendance à s'améliorer lorsque les limites de détection baissent. Les standards et les directives qui y correspondent tendent également à diminuer au fur et à mesure que les perceptions d'acceptabilité de la communauté se resserrent dans le temps. Il est vrai que les normes actuelles des méthodes analytiques des laboratoires commerciaux ne permettent pas de détecter toutes les substances toxiques listées dans les directives australiennes et néo-zélandaises pour la qualité des eaux douces et marines (Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality, ANZECC-ARMCANZ 2000a) lorsqu'elle atteignent des niveaux inférieurs aux seuils de valeurs (l'argent est un exemple particulièrement pertinent pour les activités minières) ; cependant les méthodes d'analyse commerciale considèrent ces résultats comme courants au regard des paramètres liés aux activités minières.

C'est pourquoi il est important, dans les premières étapes d'un projet, de viser la gamme inférieure des limites de détection qui est actuellement réalisable, et de réévaluer régulièrement et à toutes les étapes, les niveaux de résolution qui sont requis pour les laboratoires d'analyse ou spécifiques pour un terrain ou concernant les achats d'équipement de suivi pour le site, afin de maximiser la pertinence des données de suivi au fil du temps. Comme mentionné dans la section 4.10, les données de suivi représentent souvent l'actif le plus précieux de la section environnementale d'une mine, et l'obsolescence intégrée doit être évitée autant que possible.

Cela peut signifier qu'il faudrait prendre en considération l'utilisation de méthodes de pointe ou d'analyse plus coûteuses au lieu d'analyses commerciales standard et à prix moyen, au moins en ce qui concerne les paramètres et les sites clés. L'acquisition de données de référence avant l'extraction minière ne peut jamais être réitérée une fois que l'exploitation minière a démarré, il est donc rentable d'envisager la prise en compte de faibles niveaux de détection au stade initial, même si le suivi de conformité de routine observé plus tard ne possède pas d'exigences aussi restrictives.

Pour certains paramètres, il est possible d'utiliser des niveaux de détection très bas, mais ils ne pourraient pas être réalisables par du personnel non spécialisé ou par des laboratoires. La préparation des échantillons, la collecte, le traitement, le transport et l'analyse des exigences de contrôle de qualité pour la mesure - par exemple, des concentrations de métaux dissous au nanogramme par litre près (ce qui est important pour certains éléments et dans certaines circonstances) - sont beaucoup plus importantes que ceux requis pour les niveaux de détection au microgramme par litre près (qui est plus adapté pour la protection des écosystèmes aquatiques de la plupart des métaux), et qui à leur tour sont beaucoup plus importants que la mesure au microgramme par litre et au milligramme par litre (plus appropriés à l'analyse de l'eau potable). Le fait qu'un instrument de laboratoire possède des spécifications indiquant qu'il peut atteindre un niveau de détection particulier ne signifie pas que des mesures fiables à des concentrations très faibles peuvent être réalisées dans la pratique sans que des spécialistes soient impliqués à chaque étape : de la préparation du récipient et l'échantillonnage jusqu'à la livraison au laboratoire en passant par des analyses et des rapports de laboratoire.

Cela est devenu de plus en plus évident suite à l'amélioration de la disponibilité de l'analyse de bas niveau. Bien que l'analyse aux niveaux de résolution requis est facilement réalisable par les meilleurs laboratoires d'analyse environnementale, les niveaux de compétences des échantillonneurs et l'assurance de la qualité de la collecte des échantillons, ainsi que des systèmes de contrôle de compétences pour gérer de façon fiable la contamination en-dessous de ces niveaux ne sont pas aussi facilement disponibles. Même la sélection de l'équipement d'échantillonnage pour ces faibles niveaux de résolution nécessite un examen attentif, et tous les fabricants ne sont pas forcément en mesure de fournir un équipement de niveau suffisant. Par exemple, il n'existe aucun piquet

pour l'échantillonnage de l'eau disponible dans le commerce qui ne dispose pas de raccords métalliques au niveau du mécanisme d'attache des bouteilles. Les bonnes pratiques de suivi sont en mesure d'atteindre ces niveaux de résolution et de contrôle de la qualité, et disposent soit de systèmes et de formations sur place pour s'assurer que les échantillons sont recueillis de manière fiable, soit ils ont recours à des consultants spécialisés pour atteindre le contrôle de la qualité de l'échantillonnage de bas niveau.

La question clé est que les bonnes pratiques cherchent à définir quelles sont les méthodes analytiques qui sont appropriées pour les besoins des données du projet, à la fois pour le présent et le futur, et elles sélectionnent la méthode la plus appropriée à ces besoins.

Les bonnes pratiques ne se basent jamais sur la structure tarifaire actuelle des laboratoires ni sur les compétences du personnel bon marché en charge de l'échantillonnage pour sélectionner ces méthodes.

Étude de cas : Plus de technologies pour répondre aux futures exigences – le suivi de la qualité de l'eau de référence du projet de Tampakan.

Le projet d'extraction de cuivre et d'or de Tampakan est situé à 65 km au nord-ouest de General Santos City, un centre de croissance important au sud des Philippines, dans l'île de Mindanao. L'emplacement du projet jouxte un plateau abrupt dans une vallée encaissée dont l'altitude oscille entre 1000 mètres au sud et 1350 mètres au nord.

Le projet de Tampakan consistera en une mine de cuivre et d'or à grande échelle dont l'estimation des ressources a été mesurée, indiquée et présumée en novembre 2013 à un total de 2,9 milliards de tonnes de minerai, à hauteur de 0,5% de cuivre et 0,2 grammes par tonne d'or, et contenant 15 millions de tonnes de cuivre et 17,6 millions d'onces d'or en utilisant une teneur en cuivre de coupure de 0,2 %.

Le contexte politique de la région est complexe, et le dépôt se trouve dans le cours supérieur de sept bassins différents, dont la plupart sont fortement utilisés en aval par les parties prenantes pour l'irrigation des cultures, l'abreuvement du bétail, l'approvisionnement en eau potable et sanitaire, ainsi qu'en tant que source d'aliments aquatiques et d'autres ressources, tout cela contribuant au besoin de données environnementales de référence justifiables. En avril 2007, Xstrata Copper (aujourd'hui GlencoreXstrata, XCu) a acquis une participation majoritaire au sein du projet ; la gestion au jour le jour de l'exploitation a été effectuée par l'entreprise minière basée aux Philippines Sagittarius Mines (SMI).

Avant le mois d'avril 2007, le suivi des eaux de surface à Tampakan a été effectué au niveau de 71 endroits distincts dans plus de 10 bassins versants. Ce suivi a été exécuté de façon périodique à partir de janvier 1995, majoritairement par des consultants basés aux Philippines, ce qui s'est révélé pertinent par rapport aux exigences nationales pour le suivi environnemental ainsi que les évaluations environnementales. XCu et SMI ont déterminé que l'exigence pour des études de faisabilité complémentaires était obligatoire, et qu'une évaluation des impacts environnementaux plus détaillée devrait satisfaire les obligations internationales de XCu. Le recours à une étape prolongée de pré-faisabilité du projet permet de rassembler les connaissances complémentaires nécessaires. Cet engagement inclut une extension considérable du programme de suivi de la qualité de l'eau.

Le programme d'échantillonnage et d'analyse de référence de la qualité de l'eau a permis de réaliser de bonnes pratiques grâce à l'utilisation d'un contrôle rigoureux de la qualité, de techniques d'échantillonnages précises et sans traces de métal, et par conséquent d'analyses de pointe à des niveaux faibles, de l'ordre de la partie par milliard. Les analyses de laboratoire étaient initialement effectuées par des laboratoires d'analyses environnementales situés à Hong Kong et en Australie, qui possédaient une grande expérience des analyses chimiques environnementales pour les projets miniers internationaux. L'échantillonnage de la qualité de l'eau a été mené sous la direction d'un consultant environnemental basé en Australie. En tant qu'exercice de diligence raisonnable, les séries initiales du programme d'échantillonnage renouvelé et d'analyse comprenaient initialement de multiples éléments de "balayage" pour les 70 éléments à identifier comme des éléments critiques inhabituels. De plus, une analyse des traces infimes de métaux a été effectuée sur les deux premières séries d'échantillonnage, en tant que données de référence concernant la collecte et les mesures d'évaluation de la conception du programme d'analyse. Au vu de l'appui et du renforcement continu du soutien des laboratoires locaux situés aux Philippines, l'analyse pour certains paramètres choisis a été effectuée par des laboratoires d'analyses nationaux à partir de divisions d'échantillons envoyés aux laboratoires étrangers pour procéder à des comparaisons entre laboratoires. Le but était de favoriser le recours à des laboratoires philippins plutôt qu'à des laboratoires étrangers, dans la mesure où un contrôle qualité et une assurance adéquats pouvaient être mis en œuvre par un projet coopératif de renforcement des capacités.

Le personnel de la division de l'environnement de SMI a été formé par des consultants internationaux à effectuer le suivi de l'eau en respectant des niveaux élevés de contrôle de la qualité et d'assurance. Cela inclut d'exiger que tous les paramètres de laboratoire soient inclus dans les 15% de différence relative pour des échantillons triples prélevés au cours de chaque série mensuelle d'échantillonnage, et que les champs vides se trouvent tous situés sous les seuils d'évaluation.

Le résultat a été la provision de deux ans de données de suivi mensuelles et trimestrielles de référence de la qualité de l'eau (en fonction de la localisation du prélèvement) de très haute qualité. Les données doivent former un jeu de données fiable qui sera utile au projet sur plusieurs décennies. Cela inclut la fiabilité des résultats des analyses de traces de métaux à des niveaux de concentrations supérieurs au microgramme par litre ($\mu\text{g/L}$). Des jeux de données de référence si qualitatifs et extensibles représentent les exigences minimales requises lors de l'étape de pré-faisabilité d'un projet d'exploitation minière aux Philippines ; en termes de qualité des données, de niveaux de résolution et de quantité, ils dépassent les exigences internationales. Toutefois, SMI et XCu considéraient qu'il s'agissait d'un avantage considérable pour le projet, dans la mesure où ce serait utilisé comme une référence justifiable pendant de nombreuses années, pourvu que des contributions de haute qualité au programme de gestion environnemental pour le projet étaient fournies, ainsi que des compétences de formation aux bonnes pratiques des standards internationaux pour les prestataires de service et le personnel dans le pays.

Depuis 2009, ce projet n'a pas été développé, mais la capacité analytique des laboratoires s'est améliorée de façon telle que ces analyses des ultra-traces de métaux sont aujourd'hui devenues courantes grâce à des laboratoires d'analyses environnementales mieux équipés. Cependant, les limites de détection réalisables n'ont pas baissé de façon marquée, et les limites de résolution des niveaux d'échantillonnage de référence de Tampakan sont toujours pertinentes et respectent toujours les bonnes pratiques.

Une expérience plus vaste lors de l'utilisation des limites de résolution des ultra-traces par un nombre élargi d'équipes de suivi a permis de démontrer que le contrôle de la qualité de la collecte et de la manipulation d'échantillons est généralement aujourd'hui le principal facteur limitant dans la détermination des limites pratiques de résolution de concentration en métaux, en raison de la contamination des échantillons à ces faibles niveaux, et non à cause des limites de détection des instruments utilisés par les laboratoires. Ainsi, l'effort investi dans la formation du personnel au contrôle de la qualité de la collecte d'échantillons par Tampakan, ainsi que l'intégration de protocoles d'assurance de la bonne qualité - y compris le recours régulier à des échantillons témoins sur place et à distance - ont été particulièrement importants et ont fourni une référence solide au projet.



Récipients utilisés pour l'échantillonnage.



Droite : Filtrage des métaux dissous et mesure du débit.



Collecte d'échantillons d'eau.



Débit dans le Dalul dérivé vers le canal d'irrigation.



Canal d'irrigation.



Habitante de la région en train de laver des légumes.

4.14.3 Les bonnes pratiques des méthodes de suivi de la faune

Les considérations générales pour le suivi de la faune sont consultables dans le manuel *Gestion de la biodiversité* (DIIS 2016f). Les méthodes de suivi ont continuellement évolué, et de nombreuses améliorations technologiques sont aujourd'hui régulièrement utilisées pour le suivi de la faune sur les exploitations minières. Elles comprennent des enregistreurs audio automatiques pour les chauves-souris, les grenouilles et les oiseaux. De nombreux modèles d'enregistreurs automatiques bon marché sont aujourd'hui commercialisés. Ils permettent le suivi d'échantillonnage jour et nuit et sur des périodes étendues. Les enregistreurs audio utilisés en combinaison avec des logiciels de reconnaissance vocale ont permis d'améliorer considérablement la rentabilité de la collecte et de l'analyse de données. Par exemple, la reconnaissance vocale basée sur l'identification informatique des espèces a été utilisée avec succès pour détecter les espèces menacées. La rentabilité de l'enregistrement audio permet de traiter une quantité de données considérablement plus importante, et d'améliorer la qualité du suivi. D'autres bénéfices liés à l'enregistrement audio existent :

- l'absence de la possibilité que l'observateur influence les résultats
- la collecte rapide de la présence de la biodiversité
- une conception résistante aux intempéries et une batterie longue durée, permettant d'effectuer le suivi sur de plus longues périodes de temps
- la cohérence lors d'études répétées
- une augmentation du nombre d'informations rassemblées (par exemple sur la détection des espèces menacées et mystérieuses)
- une augmentation rentable de la fréquence d'échantillonnage (pour mettre en place un échantillonnage saisonnier)
- des données générées sous forme informatique, ce qui permet une ré-analyse à un stade ultérieur, une vérification de la qualité des données et un stockage facilité
- un suivi simultané (c'est-à-dire le suivi de plusieurs lieux dans un même laps de temps)
- une simplicité d'utilisation.

Les appareils photographiques infra-rouges et à détecteur de mouvement sont aujourd'hui largement commercialisés et utilisés pour étudier la faune sur les exploitations minières. Ces appareils permettent un suivi jour et nuit d'endroits discrets, tels qu'un plan d'eau, ou des systèmes de bassins de lixiviation et de bassins de résidus. Lorsqu'une mortalité de la faune est constatée, elles sont très utiles pour détecter les carcasses et, ce qui est plus important, pour détecter l'enlèvement des carcasses par les charognards.

Bien que les techniques automatisées de suivi de la faune soient disponibles et aujourd'hui largement utilisées, il est crucial de comprendre quelles sont les exigences du suivi, les espèces ciblées ainsi que comment les technologies fonctionnent pour l'intégrité des données et des analyses qui en seront faites. Par exemple, les espèces terrestres peuvent être détectées plus fréquemment à l'aide de pièges photographiques, et les oiseaux chantants seront mieux plus facilement détectables par des dispositifs audio.

L'abondance de comparaisons entre les espèces ou même entre plusieurs classes d'âge au sein d'une même espèce n'est pas souvent pertinente ; ces dispositifs photographiques et audio permettent de mesurer l'activité des espèces, et non leur abondance. Cependant, elles sont performantes pour détecter les espèces rares, nocturnes et mystérieuses.

En raison des coûts, les études de la faune sont menées une fois par an, généralement au même moment de l'année afin d'écartier tout risque de biais saisonnier. L'analyse des données est utilisée pour déterminer tout changement par rapport à l'année précédente. Il est possible que cela ne soit pas satisfaisant, dans la mesure où les impacts sur la vie sauvage peuvent se produire en restant pourtant indétectables jusqu'à la prochaine étude annuelle. La rentabilité du suivi audio et photographique permet la mise en place d'un suivi trimestriel ou continu pour un coût similaire à celui des techniques habituelles de suivi. L'augmentation de la fréquence d'échantillonnage améliore considérablement le délai et le niveau auxquels sont effectués les changements.

Étude de cas : le suivi de la faune afin d'évaluer les rejets et la réhabilitation des mines.

La mine de Glencore se trouve à Mt Owen, dans la haute vallée de Hunter en Nouvelle-Galles du Sud. L'autorisation initiale pour le développement de la mine accordée en 1994 a autorisé la perturbation de 240 hectares au sein de la forêt domaniale de Ravensworth (Ravensworth State Forest), alors qu'en 2004 une autorisation de développement a permis de défricher 94 hectares de forêt supplémentaires, au sein d'une zone sujette à l'implantation de stratégies de compensation de la biodiversité y compris de mesures de gestion complètes de la flore et de la faune.

La forêt de Ravensworth (Ravensworth State Forest) est un vestige significatif à l'échelle locale et régionale, et qui représente l'une des zones forestières les plus étendues sur le sol de la vallée de Hunter. Les impacts sur la flore et la faune sont gérés grâce au programme de 1994 pour la gestion de la revégétation et de la vie sauvage de la mine de Mt Owen et ses révisions. Conjointement avec la stratégie d'équilibre de la biodiversité, ce programme exige que les valeurs de conservation dans les zones vestiges forestières soient gérées et protégées, qu'une restauration et une reforestation soient menées sur les zones dégradées et défrichées, et que les zones minières ciblées soient réhabilitées pour les communautés forestières. Les programmes de suivi et de gestion de la faune sont annuellement examinés par le groupe consultatif inter-organisations de la faune et de la flore de Mt Owen, qui comprend des représentants du Département des ressources et de l'énergie, le lobby de l'environnement de Hunter, l'Université de Newcastle et le Complexe de Mt Owen (MOC).

Les actions de gestion pour restaurer et améliorer l'habitat de la faune protégée et en voie de disparition comprennent l'exclusion totale des élevages d'herbivores, des modifications des plans d'eau pour améliorer la valeur de l'habitat, l'installation de 300 nichoirs pour les espèces qui vivent à l'intérieur de creux au sein des zones forestières encore présentes, réhabilitées ou restaurées, la collecte et la dissémination des débris forestiers comme les bûches lors de la réhabilitation, la gestion des mauvaises herbes et le contrôle des animaux sauvages.

Le suivi de la faune et de la flore est un composant essentiel de cette gestion. Un programme annuel de suivi de la faune doit comprendre à la fois le suivi des activités minières sur la faune dans les zones vestiges et la récupération et la recolonisation de la faune dans les zones restaurées, reboisées et réhabilitées. Cela permet de disposer d'informations essentielles pour comprendre quelles sont les exigences d'habitat de la faune et de la flore, ainsi que de développer les techniques les plus rentables de promotion de la récupération et de la recolonisation de la faune. Les données de suivi sont comparées à trois sites forestiers différents, quatre en cours de régénération (qui ont été restaurées ou reboisées) et deux situés dans des zones de réhabilitation minière. Le programme de suivi de la faune est décrit en détail dans FFSNI (2013).

Les bonnes pratiques de techniques d'étude de la faune vertébrée terrestre ont considérablement évolué depuis 10 à 15 ans. Celles utilisées sur le Complexe de Mt Owen (MOC) utilisent des procédures conventionnelles et des méthodes d'étude récemment développées, y compris :

- des études conventionnelles sur les oiseaux (des études visuelles et également via la reconnaissance de leurs chants) et le piégeage des mammifères
- le piégeage dans des fosses pour les reptiles, les grenouilles et les petits mammifères
- l'utilisation d'appareils photographiques infra-rouges (thermiques) et à détecteur de mouvement pour détecter certaines espèces sauvages (comme les chiens sauvages et les chats marsupiaux à queue tachetée)
- l'utilisation d'autres dispositifs photographiques pour le comptage des oiseaux aquatiques dans les zones humides, pour réaliser des estimations de la population des espèces de mammifères plus grandes, et pour documenter les intrusions au sein de cet inventaire

- les nichoirs qui sont vérifiés au moyen d'un appareil photographique placé sur une perche, permettent de contourner les restrictions du travail en hauteur et représentent une alternative rentable aux études réalisées grâce au piégeage
- l'utilisation de pièges à harpe et de détecteurs Anabat pour l'étude des chauves-souris
- le repérage radio des chats marsupiaux à queue tachetée grâce à des colliers équipés d'émetteurs GPS et à la collecte des données à distance par télémétrie.

Le projet a permis d'identifier les exigences spécifiques de l'habitat des chats marsupiaux, ainsi que les opportunités d'amélioration de l'habitat de l'espèce, dans les zones réhabilitées et reboisées de Mt Owen.

D'autres techniques d'étude de la faune vertébrée récemment développées sont utilisées de manière efficace dans les bonnes pratiques d'étude de la faune dans d'autres mines d'Australie, mais elles n'ont pas été considérées comme appropriées pour les habitats et les circonstances spécifiques du complexe de Mt Owen (MOC). Elles comprennent les détecteurs et enregistreurs bioacoustiques, qui permettent un suivi passif de certains groupes d'animaux, y compris des microchiroptères, des oiseaux et des grenouilles. Elles permettent également le suivi de longue durée de certaines espèces rares et mystérieuses qui exigeraient d'être surveillées de façon intensive par du personnel directement sur le terrain et par conséquent pour un coût considérable. Elles permettent l'échantillonnage pendant des périodes spécifiques de la journée ou pendant des événements tels que les orages d'été qui correspondent à des pics d'activité de certaines espèces.

Les résultats du suivi de la faune au complexe de Mt Owen (MOC) ont démontré que la colonisation des zones réhabilitées par les espèces vertébrées, y compris par plusieurs espèces d'oiseaux forestiers et de chauves-souris, est en nette progression (pour plus de détails, voir FFSNI 2013). Le taux de colonisation pour certaines espèces a été amélioré par l'installation de ressources importantes, comme des amas de pierres et de bois, des mares pour les grenouilles et des nichoirs. Cependant, comme cela a été prouvé ailleurs, il existe une variabilité entre les espèces qui recolonisent les zones réhabilitées et reboisées, le taux étant différent selon leurs exigences d'habitat.

Le programme de suivi de la faune du complexe de Mt Owen (MOC) est une illustration utile de la façon dont les bonnes pratiques des programmes de suivi et de gestion de la flore et de la faune peuvent être utilisées pour aider les mines à parvenir à des objectifs de conservation de la biodiversité, de compensation et de réhabilitation. Plus de détails sur ces programmes sont disponibles dans Glencore (n.d.), qui contient plusieurs publications pertinentes.



Étude de repérage radio des chats marsupiaux à queue tachetée.



Égothèle d'Australie.



Chauves-souris dans des box.

4.14.4 Les considérations sur d'autres technologies

De nombreuses bonnes pratiques des méthodes de suivi ont été ou sont actuellement développées pour répondre à certains besoins. Elles regroupent des méthodes telles que :

- des technologies de détection améliorées, y compris des biocapteurs
- des méthodes de télédétection spécialisées :
 - sur la terre, comme l'imagerie satellite à haute résolution des différentes longueurs d'onde et de leur combinaison
 - dans l'eau, comme l'échantillonnage hydroacoustique de la position des organismes aquatiques, la fréquence de la densité et des tailles ; le profilage courant de l'eau et des mouvements de sédiments en suspension par Doppler acoustique ; les systèmes de cartographie de l'habitat acoustique, y compris ceux réalisés avec un sonar ; les systèmes d'enregistrement vidéo automatiques de l'habitat et des organismes (par exemple, le système de vidéo sous-marine à distance avec appât pour les poissons "BRUVS") ainsi que des drones pour la qualité de l'eau
 - dans l'air, en utilisant des drones de basse altitude contrôlés à distance et équipés de caméras et de détecteurs à large spectre (Section 4.13.2)
- un échantillonnage amélioré et non destructif pour les animaux, comme les enregistreurs pour grenouilles, les détecteurs de chauves-souris et les analyses ADN de poils d'animaux
- les tubes échantillon
- les dispositifs de pistage radio et satellite de la faune pour évaluer la recolonisation de l'habitat
- les instruments pour la mesure de l'absorption d'eau.

Les bonnes pratiques de suivi n'ont pas recours à des technologies standard par défaut ou à des technologies de pointe parce qu'elles sont plus économiques ou qu'elles possèdent un certain prestige. Les bonnes pratiques utilisent des technologies qui sont appropriées au programme de suivi et qui répondent à la fois aux besoins de données immédiats et futurs. Dans de nombreux cas, la poursuite des bonnes pratiques permet d'accélérer le développement de ces technologies suite à leur adoption par l'industrie.

4.15 La fiabilité à long terme

Comme cela a été abordé dans la section 3, la conception d'un programme de suivi devrait toujours être menée en tant qu'exercice sur toute la durée de vie de la mine, en maximisant la pertinence des données collectées dans chaque phase, en vue de leur utilisation dans les phases suivantes.

Comme indiqué dans la section 4.14.3, il est possible qu'il soit nécessaire, par exemple, que les limites de détection chimiques utilisées pour la collecte de données de référence se trouvent bien au-dessous des pratiques commerciales standard du moment, afin d'assurer la pertinence des phases suivantes des projets de longue durée. Il est essentiel qu'un suivi précis et transparent de la qualité des données et de l'accès continu aux jeux de données soit effectué pendant la durée de vie du projet. La section 4.10 précise que les futurs utilisateurs des données ne seront sans doute pas les mêmes que les collecteurs qui ont travaillé sur le début du projet, à cause du roulement du personnel ; les futurs utilisateurs doivent pouvoir accéder aux résultats, comprendre leur provenance et être sûrs de leur fiabilité. Les bonnes pratiques s'adressent à ces problèmes sur la durée de vie du projet et s'assurent que les systèmes et les décisions de gestion des données sur les collections de données maximisent la pertinence continue des données.

4.16 Les rapports de synthèse publics et l'assurance

4.16.1 Les développements récents des rapports de synthèse publics

Le rapport de durabilité ou de performance environnementale et sociale et de la gouvernance (ESG) devrait être considéré non pas comme une activité isolée, mais comme partie intégrante d'un processus plus large des pratiques viables des entreprises, de l'engagement des parties prenantes et de la responsabilisation des entreprises. Les rapports, lorsqu'ils sont effectués de façon stratégique, peuvent aider à gérer les ressources de développement durable au sein de l'organisation, à identifier les lacunes dans l'information ou les processus de collecte de données de développement durable, et créent une dynamique d'amélioration de l'environnement et des pratiques socialement responsables dans les opérations et les processus de l'entreprise.

De nouveaux développements importants concernant les rapports de synthèse publics ont été récemment dégagés, y compris l'arrivée de deux nouveaux cadres de travail qui offrent aux entreprises des perspectives différentes de présentation des données de performance aux parties prenantes :

- le rapport intégré — une initiative de l'IIRC (Conseil international sur le compte-rendu intégré)⁶
- le compte-rendu de durabilité G4 — promu par le GRI (Global Reporting Initiative).⁷

Ces deux cadres de travail devraient être considérés non pas comme des alternatives, mais plutôt comme complémentaires dans leur capacité à atteindre des publics différents et aux intérêts différents.

4.16.2 Les rapports de synthèse intégrée

Les rapports de synthèse intégrée fournissent un cadre de travail puissant pour connecter la performance sociale à de plus larges stratégies commerciales et sont un moyen de démontrer la valeur commerciale des investissements sociaux dans le temps. L'identification des problèmes matériels affectant la création de valeur à court, moyen et long terme favorise une perspective plus durable sur le long terme en comparaison à d'autres cadres de communication de rapports de synthèse.

Les rapports de synthèse intégrés commencent à attirer l'attention des entreprises australiennes, et certaines d'entre elles ont déjà effectué leur première tentative de produire un rapport de ce type. Certains marchés boursiers, comme la Bourse de Johannesburg (JSE) en Afrique du Sud, mandatent les entreprises cotées en bourse pour qu'elles produisent un rapport de synthèse intégrée. Cependant, il existe une erreur de compréhension générale sur les marchés boursiers sur la définition d'un rapport "intégré".

Des recherches récentes effectuées par le GRI relèvent que "le nombre de rapports définis comme intégrés dans la base de données du GRI a augmenté ces dernières années (...) mais la majorité d'entre eux - de 50% à 60% - sont appelées "Rapport Annuel", ou "Rapport de viabilité" ou "rapport sur le développement durable" (GRI 9999).

Un examen plus approfondi des chiffres de recherche du GRI suggère qu'au moins 70% de ces rapports qui se disent "intégrés" ne le sont pas et, si on utilise la définition littérale du terme "rapport intégré", le chiffre réel avoisine plutôt les 90%.

Cette incompréhension a provoqué une confusion sur les marchés boursiers à propos des options des rapports d'analyse et leurs directions, en promulguant la vision selon laquelle le rapport de synthèse intégré est le successeur inévitable du rapport de durabilité et de finance. Certaines entreprises sont convaincues que la production d'un rapport intégré les affranchira du besoin d'un rapport de durabilité dans le futur.

Maintenant que le G4 du GRI et le cadre de travail sur les rapports intégrés sont disponibles pour les rapporteurs, il est évident que les rapports de durabilité sont avant tout orientés sur la communication d'informations aux parties prenantes qui désiraient comprendre les impacts sociaux, économiques et environnementaux clés (key social, economic and environmental impacts) et comment ces impacts les gèrent, alors que les rapports intégrés

⁶ IIRC, <http://integratedreporting.org/the-iirc-2/>.

⁷ GRI, <https://www.globalreporting.org/standards/g4/Pages/default.aspx>.

ciblent plutôt ceux qui recherchent des informations sur le capital financier, ce qui est une démonstration de la façon dont une entreprise crée des valeurs sur une série de capitaux inter-connectés d'une manière cohérente et stratégique.

4.16.3 Les nouvelles lignes directrices concernant les rapports de durabilité

La publication de lignes directrices de nouvelle génération sur les rapports de durabilité, appelée G4 et développée par le GRI, coïncide avec la sortie du cadre de travail sur les rapports intégrés. Le GRI a cherché à travers le G4 à améliorer le niveau et la qualité des rapports de durabilité. Il ne s'agit pas simplement d'une mise à jour des ensembles précédents de lignes directrices, mais plutôt d'une intention claire d'amener les rapporteurs à un niveau supérieur de responsabilité en augmentant les aspects clés, tels que les divulgations importantes, l'établissement de limites, la gouvernance, les chaînes d'approvisionnement, l'éthique et la gestion.

Les rapports de gouvernance et de chaînes d'approvisionnement sont également renforcés par le G4. Les rapporteurs doivent à présent décrire leur organisation de la chaîne d'approvisionnement, y compris les détails sur l'emplacement des fournisseurs, les changements dans leurs relations avec les fournisseurs, leurs critères de sélection et de résiliation avec les fournisseurs, ainsi que la valeur monétaire et le volume des biens et des services directement achetés auprès des fournisseurs. La gouvernance est traitée dans la section 4.18 du présent manuel.

4.16.4 Les rapports sur l'énergie et les émissions

Les rapports obligatoires

En Australie, le suivi et le rapport des émissions de gaz à effet de serre, de la production d'énergie et de la consommation d'énergie par les entreprises est mandatée par la Loi nationale sur le rapport sur les gaz à effet de serre et sur l'énergie (National Greenhouse and Energy Reporting Act 2007), également connue sous le nom de Loi NGER (NGER Act).

La loi exige que les entreprises qui émettent des gaz à effet de serre ou qui produisent ou consomment de l'énergie au-delà de seuils bien définis enregistrent et rendent compte de leurs émissions, de leur production ou consommation d'énergie auprès du gouvernement australien.

Les données d'émission collectées dans le cadre de la loi NGER sont essentielles à la compilation de la comptabilité nationale des émissions de gaz à effet de serre ; elles sont utilisées pour répondre aux exigences internationales des rapports dans le respect de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, afin de suivre les progrès effectués par l'Australie pour atteindre les cibles définies par le Protocole de Kyoto, et pour informer les décideurs politiques et le public.

La documentation clé sur les rapports dans le cadre de la Loi NGER inclut :

- La réglementation sur les rapports de comptabilité nationaux sur les gaz à effet de serre et l'énergie de 2008 (National Greenhouse and Energy Reporting Regulations 2008)
- La résolution nationale sur la mesure des gaz à effet de serre et sur l'énergie de 2008 (National Greenhouse and Energy (Measurement) Determination 2008)
- Les lignes directrices techniques sur les rapports concernant les gaz à effet de serre et l'énergie (National Greenhouse and Energy Reporting Technical Guidelines)/

Les lignes directrices techniques aident les entreprises à comprendre et à appliquer la Résolution NGER en profilant les méthodes et les critères de calcul pour déterminer les données d'émissions de gaz à effet de serre et d'énergie. Elles contiennent également un guide pas-à-pas à destination des entreprises sur la façon dont elles sont susceptibles de s'enregistrer et de produire des rapports en vertu de la Loi NGER.

Le système national de rapports sur les gaz à effet de serre et l'énergie (NGERS) représente les bonnes pratiques de suivi et de rapport des gaz à effet de serre et de l'énergie en Australie. En plus d'être sous-tendue par la législation, le NGERS est basé sur les normes et les méthodes de rapport internationaux, telles que le Conseil mondial des entreprises pour le développement durable du Protocole des gaz à effet de serre (voir encadré), et des méthodes prescrites par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC). Afin de s'assurer de l'exactitude des données rapportées dans le cadre du NGERS, la Loi NGER contient également une série de provisions pour l'audit, la conformité et leur application.

D'autres informations concernant les obligations des entreprises de produire un rapport dans le cadre de la Loi NGER sont disponibles auprès du Régulateur de l'énergie propre.⁸

Protocole sur les gaz à effet de serre

Le protocole sur les gaz à effet de serre, créé par le Conseil mondial des affaires pour le développement durable et l'institut mondial sur les ressources, est l'outil le plus utilisé dans le monde par les gouvernements et les dirigeants commerciaux pour comprendre, quantifier et gérer les émissions de gaz à effet de serre. Il fournit le cadre de travail nécessaire pour quasiment chaque norme et programme sur les gaz à effet de serre dans le monde.

Le standard sur les gaz à effet de serre pour les entreprises fournit des normes et des directives pour les entreprises et toutes les organisations préparant un inventaire de leurs émissions de gaz à effet de serre. Il couvre la comptabilité et le rapport des six gaz à effet de serre reconnus par le Protocole de Kyoto - le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆) - et un amendement a été apporté en mai 2013 pour y ajouter le trifluorure d'azote (NF₃).

Les objectifs des normes pour les entreprises sont :

- d'aider les entreprises à préparer un inventaire des gaz à effet de serre qui représente une description exacte et fidèle de leurs émissions, à travers l'utilisation d'approches et de principes standardisés
- de simplifier et de réduire les coûts de la réalisation de l'inventaire des gaz à effet de serre
- de fournir des informations aux entreprises qui peuvent être utilisées pour construire une stratégie efficace pour gérer et réduire les émissions de gaz à effet de serre
- d'améliorer la consistance et la transparence des comptes et des rapports parmi plusieurs entreprises et programmes de gaz à effet de serre.

Si les bonnes pratiques des organisations n'exigent pas qu'un rapport soit fait selon la Loi NGER en Australie (ou sous toute autre cadre de travail similaire dans tout autre pays), elles permettent de préparer un inventaire des gaz à effet de serre ; le Protocole standard sur les gaz à effet de serre pour les entreprises (Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard) permet de faciliter cette tâche.

En 2014, les Principes sur la gouvernance d'entreprise de la Bourse australienne (ASX) ont été mis à jour afin d'incorporer la publication obligatoire des risques environnementaux importants, y compris les risques liés au changement climatique, ainsi que toute information associée sur la gestion de l'énergie, des émissions et de la performance.

⁸ Le Régulateur de l'Énergie propre, <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/NGER/Pages/default.aspx>.

La version actuelle des Principes et recommandations sur la gouvernance d'entreprise (3ème édition) émise selon les principes sur la gouvernance d'entreprise de la Bourse australienne a été publiée le 27 mars 2014 et a pris effet pour les entreprises cotées en bourse pour la première année à compter du 1er juillet 2014. Les nouveaux principes et les nouvelles recommandations exigent que les entreprises rendent public tout risque significatif de viabilité environnementale et sociale ainsi que la façon dont ces risques sont gérés. Une compréhension précise des risques du changement climatique (physiques et réglementaires) ainsi qu'une stratégie efficace pour la gestion des énergies et des émissions est cruciale.

Le *guide ESG sur les rapports pour les entreprises (ESG reporting guide for Australian companies)* (ACSI-FSC 2011) a été développé pour compléter les exigences sur les rapports énoncés dans les principes sur la gouvernance d'entreprise de la Bourse australienne (ASX) ainsi que dans d'autres guides de bonnes pratiques. En complément d'autres considérations environnementales, sociales et relatives à la gouvernance, le guide souligne pourquoi le rapport sur les énergies et les émissions est important pour les investisseurs et quelles informations doivent être révélées dans les rapports publics.

En reconnaissant que la réglementation sur le changement climatique impose des coûts pour les entreprises qui produisent et consomment des biens et services à forte teneur en carbone, les investisseurs considèrent que les entreprises qui ne réussissent pas à comprendre leurs émissions de carbone, à réduire leurs émissions, à gérer leur responsabilité carbone de façon rentable et à comprendre leur exposition physique au changement climatique risquent :

- des coûts plus élevés alors que le coût de conformité avec les réglementations sur le carbone augmente
- une perte de parts de marchés dans la mesure où les clients vont se diriger vers des fournisseurs avec une émission plus faible de gaz à effet de serre
- des dommages aux biens qui sont augmentés par les impacts physiques du changement climatique.

Les indicateurs couramment rapportés recherchés par les investisseurs comprennent :

- les émissions directes (cadre 1) par facilité ou par procédé, y compris celles produites dans les participations en actions
- les émissions indirectes (cadre 2) associées à l'achat d'électricité
- les émissions de carbone issues de la chaîne de production (cadre 3)
- les opportunités de transmettre les coûts carbone aux clients
- les opportunités de réduire les émissions de carbone et l'utilisation d'énergie
- les cibles visées pour réduire les émissions de carbone et améliorer l'efficacité énergétique
- la gestion efficace de la responsabilité carbone, y compris les façons de réduire les émissions ou de satisfaire les exigences carbone pour un coût peu élevé
- une évaluation des risques physiques issus du changement climatique.
- des opportunités commerciales présentées par la réglementation du changement climatique.

Opérations internationales

Certains projets internationaux (comme ceux qui sont soit financés par la SFI ou par des institutions financières signataires des Principes Équateur) peuvent avoir à remplir les normes de performance de la SFI sur la durabilité environnementale et sociale (SFI 2006). La norme 3 de performance de la SFI (SFI PS 3) sur l'efficacité des ressources et la prévention de la pollution possède trois objectifs clés :

- éviter ou minimiser les impacts négatifs sur la santé humaine et l'environnement en évitant ou en minimisant la pollution issue des activités des projets
- promouvoir une utilisation beaucoup plus durable des ressources, y compris de l'énergie et de l'eau
- réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au projet.

La norme 3 de performance de la SFI décrit des exigences en énergie et sur les performances en émission pour les entreprises au niveau du projet :

En plus des mesures sur l'efficacité des ressources décrites ci-dessus, le client devra prendre en compte des alternatives complémentaires et implanter des options techniquement et financièrement réalisables et rentables afin de réduire les émissions de GES du projet pendant la conception et l'exploitation du projet. En plus des mesures sur l'efficacité des ressources décrites ci-dessus, le client devra prendre en compte des alternatives complémentaires et implanter des options techniquement et financièrement réalisables et rentables afin de réduire les émissions de GES du projet pendant la conception et l'exploitation du projet.

Une révision récente de la norme 2 de performance de la SFI introduit des exigences supplémentaires pour la comptabilité des gaz à effet de serre :

Pour les projets qui sont censés produire ou qui produisent actuellement plus de 25 000 tonnes de CO₂ par an, le client quantifiera alors les émissions directement au niveau des installations qu'il possède ou qu'il contrôle au sein des frontières physiques du projet, ainsi qu'au niveau des émissions indirectes associées à la production d'énergie hors site utilisée par le projet. La quantification des émissions de GES sera effectuée par le client une fois par an en accord avec les méthodologies internationalement reconnues ainsi qu'avec les bonnes pratiques.

4.17 Le suivi volontaire

4.17.1 Le projet de divulgation carbone

Le plus grand rapport volontaire sur les émissions et globalement reconnu est le projet de divulgation carbone (PDC). Le PDC est soutenu par les plus grands investisseurs et exige que les entreprises rendent publiques les informations sur leur façon de gérer les risques et les opportunités en lien avec le changement climatique ainsi que les performances des gaz à effet de serre, et ce de façon annuelle.

Le PDC donne des notes aux entreprises à la fois en ce qui concerne la divulgation et la performance ; il attribue des points d'informations stratégiques et opérationnels, y compris un lien entre les stratégies commerciales et les réductions des émissions, une compréhension démontrée des risques et des opportunités liés au changement climatique, des cibles et initiatives absolues de réduction des émissions, la mesure et la gestion des cadres 1, 2 et 3 sur les émissions, ainsi que des réductions d'émissions progressives d'année en année.

Le PDC encourage les entreprises participantes à évaluer leurs réponses conformément aux principes du Protocole sur les gaz à effet de serre et est reconnu comme une bonne pratique globale de divulgation des rapports d'émissions et de gestion.

Pour plus d'informations, se reporter à www.cdp.net.

4.17.2 La compensation carbone

Alors que la meilleure méthode - et la plus rentable - pour réduire le profil des émissions totales d'une entreprise est de mettre en place des mesures de réduction, il existe également plusieurs options de compensation disponibles pour les entreprises qui souhaitent réduire volontairement leur empreinte carbone ou qui doivent répondre à certaines exigences de la réglementation.

La compensation carbone est constituée d'unités qui représentent les émissions de gaz à effet de serre. Ces unités peuvent être achetées et utilisées pour effacer ou compenser les émissions générées par les opérations de l'entreprise.

Les normes nationales de compensation carbone (National Carbon Offset Standard) établies par le gouvernement australien pour encourager les actions visant à réduire la pollution au carbone au-delà des objectifs nationaux australiens, fournissent des lignes directrices sur ce qu'est une authentique compensation volontaire des émissions de carbone ; elles mettent également en place des exigences nécessaires pour calculer, auditer et compenser l'empreinte carbone des opérations d'une entreprise.

Les unités éligibles de compensation comprennent :

- des unités australiennes de crédits carbone dans le cadre de l'initiative "Carbon Farming" pour la réduction du carbone dans l'agriculture (Carbon Farming Initiative)
- les crédits délivrés dans le cadre de l'ancien programme "Greenhouse Friendly" (Favorable aux GES) du gouvernement australien
- les unités internationales délivrées dans le cadre du Protocole de Kyoto (Mise en œuvre conjointe / Mécanismes de Développement Propre)
- les crédits délivrés selon la norme de référence sur l'or et la norme vérifiée sur le carbone (Gold Standard et Verified Carbon Standard)

Plus d'informations sur les normes nationales de compensation carbone (National Carbon Offset Standard) sont disponibles sur le site Web du ministère de l'environnement : <http://www.environment.gov.au/climate-change/publications/national-carbon-offset-standard-version3>.

4.17.3 Le suivi et l'évaluation de la chaîne de valeur des émissions

Il existe une pression croissante pour que les entreprises justifient les actions qu'elles mettent en œuvre pour influencer leurs fournisseurs, leurs clients et les autres parties prenantes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre à travers leur chaîne de valeur.

La norme sur les chaînes de valeur (cadre 3) du Protocole sur les gaz à effet de serre permet aux entreprises d'évaluer la totalité des impacts d'émission de leur chaîne de valeur et d'identifier les façons les plus efficaces de les réduire.

Les utilisateurs de cette nouvelle norme peuvent compter sur les émissions qui se produisent à la fois en amont et en aval de leurs opérations, et identifier des stratégies pour s'associer avec les fournisseurs et les clients pour répondre aux impacts climatiques tout au long de la chaîne de valeur.

La norme est accompagnée par des lignes directrices intuitives de calcul et d'outils développés par le Protocole des gaz à effet de serre, y compris de conseils sur l'engagement des fournisseurs et sur le calcul des émissions de cadre 3.

4.18 La gouvernance

La gouvernance, lorsqu'elle est reliée à la publication de rapports publics, est intimement liée aux concepts de transparence et de responsabilité. Les bonnes pratiques de gouvernance commerciale signifient une volonté de s'ouvrir et de communiquer avec les parties prenantes à propos des bons et des mauvais résultats de performance, les pratiques de gestion, les politiques, les décisions ainsi que d'autres questions.

La divulgation de la gouvernance lors de la publication des rapports répond particulièrement à certains aspects, tels que la rémunération des dirigeants les responsabilités, la performance, et les qualifications et compétences du conseil d'administration en lien avec les opportunités et les risques pour la viabilité. Pour beaucoup de rapporteurs, la révélation de telles informations pose un défi, en ce qui concerne à la fois leur confidentialité et leur capacité à recueillir et rassembler les données pertinentes.

L'amélioration des informations de gouvernance révélées au sein des rapports sur les bénéfices des entreprises et leurs parties prenantes à long terme se fera grâce aux éléments suivants :

- en aidant à placer à l'ordre du jour du conseil d'administration les considérations sur la durabilité, et comment celles-ci sont liées à la gouvernance
- en fournissant aux gestionnaires de durabilité un système de traction interne plus important
- en rendant accessibles les informations critiques aux parties prenantes pertinentes, comme les investisseurs.

Entre eux, les lignes directrices GRI G4 et le cadre de travail sur les rapports renforce de manière significative les liens entre gouvernance, performance et responsabilité.

Les problèmes relatifs à la corruption des entreprises et à la corruption ont également été importants ces dernières années et ils restent une des principales barrières qui entravent le développement durable. Le G4, en particulier, rend plus difficile aux rapporteurs la tâche d'empêcher la divulgation totale d'informations sur la corruption et comment elle est gérée au sein des entreprises. L'approche du G4 démontre une reconnaissance selon laquelle la gestion des problèmes de corruption est un exercice transversal qui relie fortement les valeurs et la culture de l'entreprise avec les personnes qui la composent, ce qui est très important.

4.18.1 Transparence

La transparence est l'une des barrières les plus importantes à la responsabilité d'entreprise et à la communication de rapports au public de manière efficace. La transparence est un facteur culturel qui demande souvent du temps, des efforts et de la détermination pour devenir une réalité dans les entreprises.

Il reste beaucoup de travail à accomplir pour améliorer la transparence et le degré de divulgation de la performance des entreprises au niveau de la gestion, de l'exécution et du conseil d'administration. Toutefois, dans l'ère actuelle de développement sans précédent et largement incontrôlée des réseaux sociaux, la protection des lanceurs d'alerte et la prolifération de téléphones mobiles équipés d'appareils photo, il est tout simplement impossible de cacher au public des informations défavorables. Les entreprises ne peuvent plus apparaître comme non responsables, non fiables et ne se préoccupant pas des problèmes ou des résultats que les parties prenantes décident ou perçoivent comme importants.

Ainsi, la communication de rapports intégrés ainsi que le GRI G4 exercent une pression sur les rapporteurs par rapport à la transparence et, en conséquence, à la responsabilité. Deux aspects de la transparence sont soulignés dans les rapports publics - l'intégrité et l'équilibre :

- l'intégrité, dans tous les aspects significatifs de la performance, est abordée dans un rapport élaboré selon les limites qui ont été définies pour ce rapport
- l'équilibre, dans la mesure où les bonnes et les mauvaises performances sont révélées.

Les rapports intégrés soulignent l'importance de l'équilibre et de l'intégrité des informations comme un des principes fondamentaux de l'élaboration des rapports. De façon similaire, dans le G4, l'intégrité demeure l'un des principes directeurs dans la détermination du contenu d'un rapport, alors que l'équilibre est l'un des principes directeurs de la qualité d'un rapport.

La transparence, si elle est observée et sérieusement abordée au sein des rapports, permet d'améliorer la confiance et l'engagement de l'entreprise envers les parties prenantes à un niveau plus profond. En pratiquant la transparence, l'entreprise est susceptible de gagner un plus grand respect et une meilleure crédibilité de la part de ses circonscriptions.

4.18.2 Initiative pour la transparence des industries extractives

L'initiative pour la transparence des industries extractives (ITIE) est un organisme international qui a développé une norme pour évaluer les niveaux de transparence dans les pays au sein des secteurs du pétrole, du gaz et des ressources minérales.⁹

Certains pays riches en ressources naturelles ont réalisé de faibles performances sur le plan économique par rapport aux attentes (compte tenu de la richesse de leurs ressources) ; ils possèdent une incidence plus élevée de conflit et souffrent d'une mauvaise gouvernance. Ces effets ne sont pas inévitables et il faut espérer que, en encourageant une plus grande transparence dans les pays riches en ressources naturelles, certains des impacts négatifs pourront être limités.

⁹ Voir ITIE, <https://eti.org/>.

Les pays d'implantation améliorent leur climat d'investissement en fournissant un signal clair aux investisseurs et aux institutions financières internationales que le gouvernement est déterminé à respecter une plus grande transparence. L'ITIE fournit également une assistance pour renforcer la responsabilisation et la bonne gouvernance, ainsi que la promotion d'une plus grande stabilité économique et politique. Cela peut contribuer à la présentation des conflits basés sur les ressources pétrolières, minières et gazières.

Les entreprises bénéficient d'un terrain de jeu parfaitement équitable sur lequel toutes les entreprises sont tenues de divulguer les mêmes informations. Elles bénéficient également d'un climat d'investissement amélioré et plus stable, dans lequel elles peuvent s'engager de façon plus efficace auprès des citoyens et de la société civile.

Vingt-sept pays sont devenus des pays conformes à l'ITIE, et l'Australie a récemment achevé son essai national pour l'ITIE, guidée par un groupe multipartite.

Étude de cas : République Démocratique du Congo : la mise en lumière des pratiques des agences de collectes d'impôts - un examen minutieux a permis la découverte de la disparition de 26 millions de dollars US

En République Démocratique du Congo (RDC) les rapports ITIE ont provoqué un débat sur la responsabilité des agences de recouvrement.

Dans le rapport de l'ITIE, il a été souligné qu'une de ces agences, DGRAD, était incapable de rendre compte du paiement de 26 millions de dollars de paiement de redevances. Le cas a été porté dans les moindres détails à la connaissance du public, et les observateurs s'attendent à ce qu'une action judiciaire soit effectuée en conséquence.

La RDC a constaté qu'un des principaux avantages de l'ITIE est qu'elle permet aux taxes perçues par les agences gouvernementales d'être correctement transférées sur les comptes de la Banque Centrale. D'autres institutions de contrôle sont également renforcées, telles que le Bureau du vérificateur général, qui enquête à présent sur les écarts identifiés dans les rapports ITIE et qui renvoie les affaires correspondantes devant la cour si nécessaire.

4.19 L'assurance

L'assurance est un arrangement tripartite entre le rapporteur, l'assureur et l'utilisateur du rapport. Le premier rôle de l'assureur est d'aider à supprimer le clivage entre le rapporteur et l'utilisateur du rapport, en donnant de la crédibilité au contenu du rapport et, par extension, en faisant confiance au rapporteur.

Depuis 2003, l'assurance non financière a été largement réalisée selon la *norme d'assurance (AA1000 Assurance Standard)*¹⁰, définie selon les responsabilités (AccountAbility), la Fédération Internationale des Comptables (the International Federation of Accountants¹¹), *les standards internationaux des engagements des assureurs autres que les audits ou les évaluations d'informations financières historiques (ISAE3000 'International Standard on Assurance Engagements other than Audits or Reviews of Historical Financial Information)* ou, dans certains cas, les deux à la fois. L'ISAE3000, qui est dérivé de la comptabilité, a été le choix le plus répandu dans les 4 plus importantes firmes de comptabilité fournissant une assurance autre que financière (en 2012, ces firmes fournissaient deux tiers des assurances non financières délivrées sur le marché). Le AA1000 est un cadre de travail moins prétentieux et basé sur les principes, et qui est souvent le choix préféré des fournisseurs en assurance de plus petite taille.

¹⁰ voir AccountAbility, <http://www.accountability.org>.

¹¹ Voir le site de l'IFAC, <http://www.ifac.org/>.

L'assurance a le potentiel d'améliorer considérablement les pratiques commerciales, pas seulement en responsabilité organisationnelle, mais également de manière plus générale en améliorant les performances, la réputation et les processus. L'information glanée sur l'assurance peut être utilisée pour donner confiance au lecteur dans le rapport, aux parties prenantes dans l'entreprise, et pour identifier les opportunités d'amélioration dans les processus de rapport (ce qui provoque une amélioration de l'efficacité des futurs rapports) et pour encourager le changement au sein des systèmes commerciaux et de gestion.

Alors que les déclarations d'assurance sont souvent considérées comme un résultat clé de l'engagement, l'assurance permet potentiellement de fournir beaucoup plus qu'une simple déclaration d'assurance. Le prestataire en assurance devrait être capable de fournir à la direction de l'entreprise des recommandations pertinentes qui identifient les opportunités pour améliorer la responsabilité de l'entreprise, la gestion et la performance.

En plus de construire une confiance et une transparence vers l'extérieur, l'assurance aide également à souligner la confiance et les capacités internes à travers sont habileté à identifier les barrières et les lacunes dans les processus, les systèmes et les résultats ; ces éléments deviendront alors une base pour l'amélioration.

4.20 L'étude des programmes de suivi

Comme vu précédemment le suivi par lequel les entreprises minières et les parties prenantes peuvent évaluer l'efficacité des mesures du management, de vérifier ou d'ajuster les prévisions déjà effectuées en amont d'un projet, et de développer des pratiques de management améliorées. En gardant cette idée à l'esprit, les bonnes pratiques de suivi devraient être régulièrement étudiées à la lumière des changements pour s'assurer que les objectifs sont remplis. Les changements peuvent être internes (des ajustements au sein de l'organisation ou de l'opération) ou externes (des ajustements régionaux ou communautaires plus larges).

Voici quelques exemples de changement qui pourraient déclencher une étude des programmes de suivi dans l'industrie minière :

- des changements dans le plan de la mine (par exemple une expansion ou un rétrécissement de l'opération)
- des changements dans le type d'extraction (comme d'un puits à ciel ouvert à une extraction souterraine) ou dans le minerai extrait et traité sur le site (d'un oxyde à un sulfite)
- d'événements extrêmes qui obligent l'entreprise à ajuster les évaluations sur lesquelles la programmation a été basée et sur lesquelles les risques ont été évalués
- un incident important sur un autre site minier de type similaire dans la même région (par exemple, une disparition de la flore ou de la faune avec des individus morts, ou des impacts sur la santé des communautés)
- des changements au sein des communautés locales alors que la mine atteint un point de maturité dans son cycle de vie (par exemple une stabilisation démographique faisant suite à des périodes d'accroissement important de la population).

Il est important que les résultats des programmes de suivi soient utilisés pour informer et, si nécessaire, modifier les décisions et les pratiques de gestion.

Étude de cas : La mise à niveau des systèmes de suivi pour informer la gestion des eaux

La mine d'uranium de Ranger, exploitée par Energy Resources of Australia Ltd (ERA) se trouve à côté du ruisseau de Magela Creek, à l'est de Darwin, dans le Territoire du Nord. Elle est située dans le Parc National de Kakadu, un site inscrit au Patrimoine Mondial, - bien qu'étant distinctement séparé du parc.

Le climat de la région est de type tropical à mousson, avec des précipitations annuelles moyennes d'approximativement 1 600mm, généralement regroupées sur la saison humide d'octobre à avril. La concentration des pluies abondantes sur une période de temps relativement courte est un défi important pour les exploitations minières : elles doivent gérer leurs stocks d'eau pour s'assurer que les rejets d'eau du site ne compromettent pas les valeurs naturelles et culturelles et qu'en aval, l'environnement du parc National de Kakadu restera protégé. Les rendements qui pouvaient être réalisés en utilisant un système de suivi en temps réel pour identifier les opportunités optimales de rejets d'eaux et pour suivre les réponses environnementales de la qualité des eaux réceptrices étaient évidents.

Dans le passé, le rejet des eaux issues des bassins de captage des eaux de ruissellement (et non celui des eaux de traitement ou d'infiltration provenant de matériaux minéralisés) a été autorisé, selon les résultats des tests sur le ramassage hebdomadaire d'échantillons, des tests biologiques dans certains cas spécifiques, et selon un modèle prédictif conçu pour évaluer la viabilité des conditions de rejet en alignement avec les objectifs officiels à remplir sur la qualité de l'eau. Cette approche de la gestion de l'eau, bien qu'elle contribue à protéger l'environnement, a conduit au rejet de volumes d'eau considérables, des eaux qui étaient inutilement stockées sur les sites et qui auraient nécessité par conséquent un traitement supplémentaire.

Le suivi continu de la qualité des eaux de surface, concernant le pH, la conductivité électrique (CE) et la turbidité des eaux réceptrices des ruisseaux de Magela et Gulungul, en amont et en aval de la mine de Ranger, a été effectué indépendamment par la division de suivi scientifique du gouvernement australien (Supervising Scientist Division) depuis 2005. Depuis 2007, des stations de suivi en continu ont été progressivement installées à des endroits clés par Energy Resources of Australia Ltd (ERA) afin de permettre le suivi en temps réel des données sur des points de rejet clés au sein du site minier. ERA a également installé une série de stations de suivi dans les ruisseaux adjacents au site minier afin de fournir une assistance en temps réel lors de la prise de décisions concernant la qualité de l'eau. Ce suivi est effectué en complément du prélèvement légal d'échantillons pour le suivi de la qualité de l'eau dans les bassins versants du site minier principal. Le gouvernement du Territoire du Nord effectue un programme de suivi des prélèvements d'échantillons pour des éléments particuliers, afin de comparer les paramètres de terrain et les résultats de laboratoire avec ceux qui ont été rapportés par l'opérateur.

La conductivité électrique (CE) est un indice de la présence de magnésium (Mg) pour laquelle les objectifs locaux de qualité de l'eau ont dérivé des tests de réponse écotoxicologique pour les espèces locales aquatiques sensibles. Étant donné la nature dynamique des cours d'eau pendant la saison humide, le comportement de conductivité électrique est mieux décrit par un régime d'exposition à impulsions (provoqué par un événement). Il a donc été reconnu que les points finaux écotoxicologiques traditionnels basés sur une exposition sur le long terme (chronique) ne seraient pas en mesure de fournir le cadre de gestion le plus approprié. Par conséquent, les objectifs concernant la qualité de l'eau lors d'impulsions d'exposition, dont la durée couvre des périodes très brèves jusqu'à des périodes chroniques, ont été développés pour un suivi continu de la conductivité électrique (Figure 6). La figure 7 présente un exemple pratique de l'application de la courbe de magnitude et de durée de l'exposition par impulsions à la conductivité électrique, tel que décrit dans la figure 6. Un pic de conductivité électrique a été détecté dans le site de suivi du ruisseau de Magela Creek, en aval de la mine de Ranger en 2009-2010. Dans cet exemple, la limite d'exposition de la conductivité électrique est limitée, comme le suggère la courbe limite d'exposition, à 174 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour une durée de pulsation de 8 heures.

La durée de pulsation est définie par la période de temps pendant laquelle la conductivité électrique se situe au-dessus d'une limite de 42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour 72 heures. La conductivité électrique maximale enregistrée pendant cet événement a été de 89 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui représente seulement 51% de la limite d'exposition par pulsation à la conductivité électrique (issue de la figure 6) pour la durée de cet événement.

Figure 6 : Les objectifs sur la qualité de l'eau pour un suivi continu de la conductivité électrique.

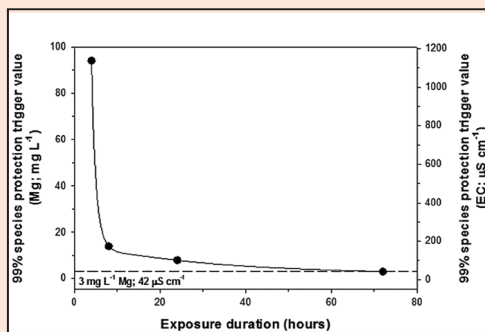
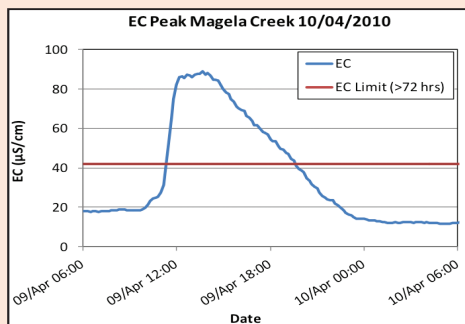


Figure 7 : Cas pratique de l'application de la courbe de magnitude et de durée de l'exposition par impulsions à la conductivité électrique, tel que décrit dans la figure 6.



Ce cadre de travail interprétatif, qui permet d'évaluer les effets possibles des pulsations de courte durée pour les eaux à la conductivité électrique élevée (Mg) a été définitivement incorporé dans le régime l'égal de suivi de la mine de Ranger en décembre 2013. Il s'agit d'une première en Australie, en ce qui concerne l'implantation d'un cadre de travail pour évaluer la qualité de l'eau en se basant sur un événement, et il s'agit également de l'un des premiers exemples internationaux de ce type d'approche. Les objectifs sur la qualité de l'eau sont continuellement développés pour une turbidité constamment suivie.

La télémétrie en ligne permet la notification immédiate de tout événement au personnel responsable (via des SMS envoyés vers des téléphones mobiles), autorisant l'opérateur et les régulateurs à débiter les investigations en temps voulu sur les causes des impulsions de la conductivité électrique, qu'elles proviennent d'une source naturelle ou bien de la mine. Un des attributs importants du système de suivi continu est qu'il fournit la capacité d'établir rapidement les différences entre les sites en amont et ceux en aval, et des sites de suivi intermédiaire sont utilisés pour localiser les sources d'entrées spécifiques provenant de la mine. Une gestion adaptative par l'opérateur minier, grâce à l'utilisation des retours issus du système de suivi continu, selon les taux et la période de décharge sur site des eaux de ruissellement, permet de s'assurer que les niveaux de qualité de l'eau dans les réceptives d'eaux de surface en aval du site minier demeurent acceptables, protégeant ainsi l'environnement réceptif. Les résultats sur la qualité des SSD des eaux de surface et des programmes de suivi biologique sont mis en ligne sur le site Web de SSD afin de fournir un rapport d'assurance continue aux parties prenantes et au public.¹

La totalité du suivi effectué par SSD est complètement indépendante de celui qui est effectué par l'entreprise minière et le régulateur gouvernemental du Territoire du Nord. Les données sont cependant régulièrement partagées entre ces trois entités afin d'aider à leur interprétation, de promouvoir la transparence et de réaliser l'implantation des méthodologies des bonnes pratiques de suivi pour cet environnement sensible.

¹ Supervision Scientifique, Département de l'Environnement, <http://www.environment.gov.au/science/supervising-scientist/monitoring>.

Les données de longue durée sur les macro-invertébrés et les communautés de poissons issues du programme de suivi biologique mené par SSD démontrent que, en dépit de changements dans la qualité de l'eau, la biodiversité dans les plans d'eau de la mine n'a pas été affectée de façon défavorable. En raison de ce manque d'effet démontré, les valeurs actuelles de la qualité de l'eau, y compris celles fournies par le système de suivi continu, pourront être utilisées pour déterminer de critères de qualité de l'eau pour la clôture afin de protéger l'environnement suite à la réhabilitation du site de Ranger.

Étude de cas : Évaluation environnementale du barrage de boues rouges et des eaux réceptrices de la QAL

La raffinerie Queensland Alumina Limited (QAL), l'une des plus grandes raffineries d'alumine au monde, se trouve sur la côte à Gladstone, dans le centre du Queensland. Elle produit 3,95 Millions de tonnes (Mt) par an d'alumine métallurgique grâce au procédé Bayer. Le site de la QAL (Figure 8) comprend la raffinerie (qui se situe sur une superficie de 90 hectares et qui est entourée par une zone tampon, des communautés au sud et à l'ouest et d'eaux côtières à l'est et au nord), des quais, des zones de résidus de cendres de chaudière et un barrage de boues rouges. La QAL exploite la raffinerie au sein de ces zones et dans des secteurs adjacents à la Grande barrière de corail, site inscrit au patrimoine mondial.

Figure 8 : La raffinerie QAL et le barrage de boues rouges



Remarque : La zone de patrimoine mondial de la grande barrière de corail couvre la zone où se situe le barrage de boues rouges de QAL et l'anse de South Trees.

Un coulis de boue de bauxite alcaline est transporté par pipeline de la raffinerie jusqu'au barrage de boues rouges pour être neutralisé avec de l'eau de mer. La boue rouge neutralisée et les précipités qu'elle contient sont séparés dans un clarifieur, et les parties épaisses et solides sont pompées vers un ou deux bassins de stockage (BS1 et BS2). Le surplus issu du clarifieur est envoyé dans un bassin de décantation dans le BS2. La décharge du bassin BS2 est effectuée via un déversoir à gabion, pour l'aération, dans un labyrinthe ouvert qui participe également au retrait des solides en suspension. À partir de cet endroit, la décharge est dirigée vers une canalisation souterraine menant à un canal ouvert, avant de se déverser directement dans l'anse de South Trees via deux déversoirs, au débit continu de 130 000 à 150 000 m³/jour (Figure 9).

Figure 9 : Le barrage de boues rouges de la QAL



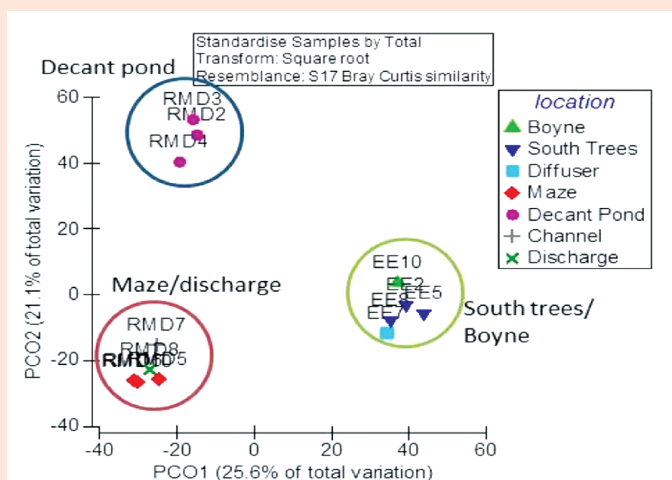
En 2010, suite à une série d'incidents impliquant des taux faibles d'oxygène dans les eaux de décharge, la QAL a installé des pales d'aération dans le canal ouvert de décharge pour remédier au problème. De plus, la QAL a développé, en consultation avec l'Institut australien des sciences marines, une évaluation environnementale compréhensive des impacts sur les milieux récepteurs aquatiques des décharges issues du bassin BS2. L'évaluation du bassin BS2 et de l'anse de South Trees a été réalisée selon les bonnes pratiques pour rassembler des éléments de preuve multiples. Cette approche selon les bonnes pratiques inclut :

- l'évaluation physico-chimique (sur la qualité de l'eau et des sédiments)
- la caractérisation biologique au moyen de techniques génomiques (pyroséquençage de l'ADN)
- l'évaluation de la toxicité directe de la décharge du bassin BS2.
- la modélisation hydrodynamique et la qualité de l'eau du bassin de décharge de dispersion et de dilution BS2 dans l'anse de South Trees
- l'évaluation de l'impact biologique (la bioaccumulation, la biochimie et l'investigation histopathologique des huîtres et des crabes de boue)
- le développement de valeurs environnementales et d'objectifs sur la qualité de l'eau pour l'anse de South Trees.

L'évaluation physico-chimique a permis d'identifier plusieurs éléments (de l'aluminium, du gallium, du molybdène et du vanadium) comme empreintes de la décharge du bassin BS2 dans l'eau et les sédiments.

Les résultats de la caractérisation génomique ont démontré que les populations bactériennes étaient significativement différentes dans le bassin de décantation du BS2, le labyrinthe et le milieu récepteur, ainsi qu'entre l'été et l'hiver (Figure 10). Ces résultats ont prouvé que les populations bactériennes de l'anse de South Trees n'ont pas été affectées par la décharge du bassin BS2. L'étude a également permis d'identifier que les niveaux bas d'oxygène mesurés dans le bassin de décantation étaient dus à un haut niveau d'activité des bactéries qui réduisent les sulfates, ainsi qu'une variété de bactéries hétérotrophiques.

Figure 10 : Séparation spatiale des populations de bactéries, révélée par l'analyse des coordonnées principales des données génomiques.



L'évaluation de la toxicité directe n'a démontré aucune toxicité envers six espèces marines issues de cinq niveaux trophiques avec une concentration de 100 % d'eau de décharge issue du bassin BS2. Alors que ce résultat prouve qu'il n'y a pas besoin d'effectuer une dilution opérationnelle de la décharge, la dilution qui a lieu au niveau du diffuseur au sein de l'anse de South Trees crée un niveau de protection supplémentaire pour l'écosystème marin de l'anse.

L'évaluation de l'impact biologique comprenait une investigation de la bioaccumulation des traces d'éléments, ainsi que des investigations biochimiques et histopathologiques des huîtres et des crabes de boue prélevés dans un rayon de 500 mètres autour des diffuseurs du bassin BS2 dans l'anse de South Trees, ainsi que dans un estuaire de référence à 13 km au sud (l'anse de Colosseum). Les résultats n'ont montré aucune différence significative pour les deux sites ; une altération mineure a été constatée dans l'histopathologie et a été attribuée à la présence d'eau douce issue des crues qui ont eu lieu avant l'évaluation.

Les résultats des évaluations des éléments de preuves multiples décrits ici ont permis à la QAL de démontrer que son impact sur le milieu récepteur de l'anse de South Trees est minimal, et qu'aucun dégât mesurable sur l'environnement n'a pu être constaté.

Globalement, les résultats ont permis d'apporter des améliorations significatives au programme de suivi, parmi lesquelles :

- l'installation de balises de suivi continu de la qualité de l'eau au niveau de l'émissaire du barrage de boues rouges, en amont et en aval.
- l'implantation d'un programme de suivi solide et de proximité
- la réconciliation des programmes de suivi à distance et de proximité, créant ainsi un programme plus compréhensif et plus rentable.

Des travaux sont actuellement menés pour développer de nouvelles méthodes de tests de toxicité des eaux marines à destination des espèces marines tropicales d'Australie, y compris la déviation de lignes directrices pertinentes sur la qualité de l'eau pour certains contaminants clés (comme l'aluminium).

5.0 L'AUDIT

Messages clés

- L'audit est un outil de gestion des risques qui peut être utilisé pour évaluer les performances environnementale et sociale par rapport aux critères d'audit qui ont été convenus.
- Il est utilisé pour contrôler la conformité aux exigences réglementaires et aux politiques de l'entreprise ou externes, aux normes et procédures.
- L'audit est une étape critique dans la boucle d'amélioration continue pour une gestion durable.
- Il y a un certain nombre de types d'audits environnementaux et sociaux qui sont tous différents et dont le choix dépend des objectifs de l'audit.
- L'audit des programmes de suivi permet de suivre les progrès accomplis vers la réalisation des objectifs environnementaux et sociaux.

5.1 L'évaluation des performances en utilisant les audits

La définition internationalement acceptée d'un « audit » est basée sur la norme internationale ISO 19011 : 2011 *Lignes directrices pour l'audit des systèmes de gestion (Guidelines for auditing management systems)* :

Un audit est un processus systématique, indépendant et documenté permettant d'obtenir des preuves de l'audit et de l'évaluer de manière objective pour déterminer la mesure dans laquelle les critères d'audit ont été remplis.

Cette définition peut être utilisée pour une gamme d'audits, y compris des audits environnementaux, des audits des relations sociales ou communautaires, des audits de sécurité environnementale et des audits de santé et de sécurité.

Le terme *audit environnemental (environmental audit)* couvre un large éventail d'activités sur la base de l'évaluation formelle des performances d'un projet par rapport aux objectifs environnementaux. Les éléments essentiels sont que l'audit doit être objectif, systématique et basé sur des critères définis. Ces éléments sont discutés plus largement dans le guide de *l'audit environnemental (Environmental audit guidebook - (Brown (1993-2014))*.

Une étude ou une enquête qui ne compare pas la situation actuelle avec les critères d'audit convenus ne peut pas être appelée un audit.

Les audits internes (Internal audits) qui sont aussi appelés audits de première partie, sont effectués par ou au nom de l'organisation pour la revue de la gestion et d'autres fins internes. Dans de nombreux cas, en particulier dans les petites entreprises, l'indépendance peut être démontrée par l'absence de responsabilité de l'auditeur dans l'activité auditée.

Les audits externes (External audits) incluent ceux généralement appelés audits de seconde ou tierce partie. Les audits de seconde partie sont réalisés par des parties ayant un intérêt dans l'entreprise, tels que les clients (par exemple, un service public d'électricité qui achète du charbon d'une mine de charbon), ou par des consultants. Les audits de tierce partie sont effectués par des organisations d'audit externes et indépendantes, telles que celles qui fournissent la certification de conformité aux exigences d'une norme (telle que AS/NZS ISO 14001:2004, AS/NZS ISO 9001:2008 ou AS/NZS 4801:2001); par des consultants pour le compte d'institutions financières qui envisagent la mise à disposition de prêts à une exploitation minière; ou par des consultants

indépendants qui effectuent un audit volontaire pour le compte d'une entreprise (par exemple, un audit d'une mine mise en service par sa société mère).

5.2 Les raisons pour effectuer un audit

Les audits de conformité (Compliance audits) évaluent le niveau de conformité ou de performance par rapport à une norme établie. Les informations recueillies lors de ces audits peuvent aider à la protection de questions d'importance environnementale et sociale et réduire le risque que des problèmes graves se posent ou s'aggraveront sans être détectés. En démontrant qu'il existe des systèmes en place pour mesurer et améliorer la conformité, les audits augmentent également la confiance du public dans le système de réglementation.

Depuis la fin des années 1980, l'*audit environnemental (environmental auditing)* est devenu un outil de gestion commun dans les pays développés, et est de plus en plus appliqué dans les pays en développement à la fois par les industries locales et étrangères et par les gouvernements. Il est appliqué sur toute la gamme des activités industrielles et commerciales, des plus petites entreprises aux plus grands projets de ressources (y compris les mines, les raffineries, les fonderies et les usines chimiques), ainsi que les organismes de services publics (tels que les systèmes de transport et les établissements de défense). L'audit social est plus récent et a évolué depuis le début des années 2000.

L'audit environnemental est en train graduellement de changer dans sa nature et sa portée et il continuera à le faire car des questions environnementales émergent et deviennent plus importantes pour la communauté, l'industrie, le commerce et les gouvernements. Cela conduit à des changements importants dans le processus d'audit environnemental et à une prolifération de types différents d'audit environnemental pour satisfaire les différents besoins, ainsi que la publication de nombreuses normes, directives et Codes de bonnes pratiques pour l'audit environnemental.

La raison pour exécuter un audit environnemental est l'évaluation des risques environnementaux et l'établissement de mesures d'atténuation afin de minimiser ces risques. Un audit environnemental peut être effectué ou exigé par une exploitation minière, une exploitation de traitement des minerais ou de raffinage ; par une société mère d'une de ses filiales minières ; par un établissement de crédit finançant le développement ou l'expansion d'une mine; ou par un organisme gouvernemental exerçant ses pouvoirs réglementaires.

5.3 Les audits volontaires, obligatoires et statutaires

Les audits environnementaux et sociaux peuvent être effectués volontairement ou pour répondre aux exigences de la réglementation ou de la législation.

Les audits volontaires (Voluntary audits) sont des audits qu'une mine mène sans contrainte d'une autorité réglementaire et / ou des audits qui ne sont pas obligatoires de par la loi. Des exemples d'audits volontaires sont des audits des performances environnementales, de conformité, de SME, des audits énergétiques et sociaux volontairement mis en œuvre par l'organisation. La plupart des audits effectués par ou pour le compte de sociétés minières sont des audits environnementaux ou sociaux volontaires. Dans certaines parties de l'Australie (et des États-Unis), le privilège juridique est conféré à un rapport d'audit environnemental volontaire, ou peut être conféré dans des circonstances précises. Cela signifie qu'on n'est pas tenu de fournir les informations à un agent autorisé dans l'administration de la loi pertinente ou à un tribunal.

Les audits obligatoires (Mandatory audits) sont des audits qui sont requis par un document de consentement réglementaire tel qu'une licence, un permis, un consentement, une autorité, une approbation, une ordonnance ou un avis en vertu de pouvoirs juridiques détenus par l'organisme de réglementation exigeant l'audit. Un exemple d'un audit environnemental obligatoire est un audit de conformité requis en vertu d'une licence de lutte contre la pollution qui doit être effectué chaque année par le titulaire de la licence et mené par un auditeur indépendant. Il évalue le respect des conditions de licence avec les règlements environnementaux et les résultats sont présentés à l'autorité de réglementation. Beaucoup de licences environnementales minières, de baux, d'approbations et d'accords de développement contiennent une condition similaire requérant des audits allant de tous les six mois à tous les trois ans ou davantage. La preuve incriminante n'est pas exclue lorsqu'elle est incluse dans un rapport

d'audit obligatoire. Comme il n'y a pas d'exigences réglementaires spécifiques sociales, les audits sociaux obligatoires ne sont généralement pas requis dans les documents de consentement ; toutefois, cette condition ne figure pas dans certains accords signés entre un gouvernement et une société minière.

En Australie, les audits environnementaux obligatoires sont de plus en plus fréquents dans le cadre des politiques de « co-régulation » établies par le gouvernement australien et les gouvernements des états et des territoires. Ce n'est pas seulement les organismes de réglementation minière ou pétrolière qui requièrent ces audits, mais aussi le ministère de l'environnement au niveau fédéral en vertu de la Loi EPBC et les gouvernements des états et des territoires en vertu d'une autre législation ou planification. Par exemple, les approbations des projets émis par le ministère de la planification et de l'infrastructure en Nouvelle-Galles du Sud et par le ministère du coordinateur général du Queensland ont généralement des exigences pour les audits de conformité environnementale obligatoire indépendante. L'audit obligatoire est mené en vertu de clauses pertinentes dans le document de consentement. Il est mis en œuvre et payé par l'exploitant minier ou pétrolier qui choisit l'organisme d'audit, qui doit être en mesure de démontrer un niveau suffisant d'indépendance par rapport à l'opération. Les modalités d'audit incluent normalement une condition d'avoir un certain nombre d'experts indépendants qui seront représentés dans l'équipe réalisant l'audit. Les auditeurs et experts doivent être agréés par le régulateur.

Les audits statutaires (Statutory audits) sont des audits qui sont obligatoires en vertu de la législation. Des exemples d'audits environnementaux statutaires sont les audits de conformité en vertu de la Loi EPBC, les audits des installations industrielles ou les audits de la contamination des sites en vertu de la loi victorienne de protection de l'environnement de 1970 (Environmental Protection Act 1970), et les évaluations environnementales en vertu de la loi sur la protection de l'environnement de 1994 au Queensland (Queensland Environmental Protection Act 1994). Les audits environnementaux statutaires peuvent également être requis en vertu de la loi sur la protection de l'environnement de 1993 en Australie Méridionale (South Australian Environment Protection 1993). En Nouvelle-Galles du Sud, les audits de conformité statutaires sont menés dans le cadre du programme d'audit de conformité de l'autorité sur la protection de l'environnement (Environment Protection Authority - EPA) pour évaluer la conformité d'une entreprise avec la législation environnementale administrée par l'EPA.

Qu'est-ce qu'un audit d'« action contrôlée » ?

En vertu de la loi EPBC, les actions qui sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur des questions environnementales d'importance nationale doivent être soumises au ministre de l'environnement pour évaluation et approbation. Dans le cadre du processus d'approbation, l'action sera désignée comme l'une des types suivants :

- une action contrôlée
- une action non-contrôlée
- une action non-contrôlée — de manière particulière.

Les approbations des projets avec action contrôlée ou de manière particulière contiennent des conditions auxquelles le promoteur du projet doit se conformer. Le ministère de l'Environnement met en œuvre un programme d'audits portant sur la conformité de ces projets. Les principes de l'audit comprennent l'indépendance des auditeurs, l'éthique, l'équité et la diligence raisonnable de la part des auditeurs en démontrant de la compétence, de la discrétion et du jugement.

Ces audits aident le gouvernement australien à s'assurer que les projets touchant à des questions environnementales d'importance nationale soient mis en œuvre tels qu'ils ont été approuvés. Ils aident également à acquérir des connaissances sur la manière dont les conditions d'approbation sont comprises et appliquées, et contribuent à améliorer l'efficacité des activités du ministère.

5.4 Les audits environnementaux

Dans la catégorie générale des audits environnementaux, il existe plusieurs types d'audits qui pourraient s'appliquer à une opération minière.

Un audit de *performance environnementale (environmental performance)* vise à vérifier l'état de l'environnement d'une mine par rapport à des critères prédéterminés spécifiques d'audit. Les objectifs du programme d'audit devraient articuler les attentes des cadres dirigeants ou du conseil d'administration pour le programme d'audit. L'audit devrait aborder :

- l'accent du système métier et / ou géographique de l'audit
- les sujets ou les rubriques à auditer, la rigueur ou la profondeur de l'audit, le calendrier et la fréquence de l'audit
- les critères généraux à l'encontre desquels l'audit sera mené et les résultats escomptés.

Un audit du *système de management environnemental (SME) (environmental management system EMS)* est un type particulier d'audit de performance environnementale où la portée de l'audit est défini comme dans le SME ou certaines parties de celui-ci qui ont été sélectionnées, et les critères de l'audit sont les politiques, procédures, normes, codes de pratique internes de l'environnement et ainsi de suite qui sous-tendent le SME. L'audit SME est conçu pour déterminer si l'exploitation minière fait ce qu'elle dit qu'elle va faire dans sa documentation du SME, et si celui-ci a été effectivement mis en œuvre tout au long de la mine ou de la partie de la mine sélectionnée pour l'audit. Un audit SME peut évaluer la conformité à une norme, par ex. la norme ISO 14001: 2004, ou des critères SME particuliers de la compagnie minière (qui pourraient ou non être basés sur la norme ISO 14001: 2004).

Un *audit de conformité (compliance audit)* évalue la conformité d'une mine par rapport aux critères sélectionnés issus de la législation ; règlements; licence, permis, conditions d'approbation ou des baux; ou d'autres exigences légales. Il peut également inclure des exigences volontaires auxquelles l'organisation a souscrit, telles qu'une *valeur durable (Enduring value)* ou le Code International de Gestion du Cyanure pour la fabrication, le transport et l'utilisation du cyanure dans la production d'or.

Les audits de conformité peuvent être statutaires, obligatoires ou volontaires. La plupart des entreprises minières multinationales exigent des audits de conformité périodique à effectuer suivant les exigences réglementaires et les politiques et procédures internes, par soit des auditeurs internes ou externes (ou les deux) qui rapportent les résultats significatifs en matière de gestion au site de la mine et au siège social. Les résultats de plusieurs sites sont compilés dans un rapport pour la haute direction et le conseil d'administration.

En avril 2008, le ministère de l'environnement et de la conservation de l'Australie Occidentale (Western Australian Department of Environment and Conservation) a introduit une condition exigeant la soumission de rapports annuels d'audit de conformité par les détenteurs de certaines licences en vertu de la loi sur la *protection de l'environnement de 1986 (Environmental Protection Act 1986)*. Les rapports de conformité améliorent l'auto-gestion audité des occupants de locaux prescrits (y compris les mines) et aident les titulaires de permis à s'assurer d'une plus grande conformité avec les conditions de leur licence. Le ministère fait en sorte que tous les rapports de conformité soumis par l'industrie soient accessibles par le public.

De nombreux audits appelés *audits énergétiques (energy audits)* ne sont rien de plus qu'une évaluation généralisée de la consommation d'énergie d'une mine basée sur les tarifs ou une enquête sur un sous-système particulier à l'intérieur d'une mine. Un audit énergétique efficace doit examiner non seulement l'équipement énergétique majeur d'utilisation finale, mais aussi les processus opérationnels, d'entretien et de gestion de l'installation et des sources d'énergie. L'audit énergétique est un examen détaillé de la façon dont l'installation utilise l'énergie, ce qu'elle paie pour l'énergie et d'où l'énergie provient (y compris la sécurité de l'approvisionnement énergétique et les sources d'énergie renouvelables). Il devrait se traduire par une série de recommandations visant à réduire les coûts énergétiques par le biais de changements opérationnels et d'équipements. Une série d'outils pour l'audit énergétique est disponible auprès du ministère de l'environnement.¹²

Un *audit des déchets (waste audit)* est essentiellement une étude de tous les déchets générés par une mine ; toutefois, il peut être limité à une opération particulière sur le site de la mine, telle qu'une usine de préparation et de manutention du charbon ou l'usine de traitement de minerai sur une mine métallifère. L'audit doit aller au-delà de mesurer la quantité de déchets et d'identifier leur composition afin d'identifier les raisons et les facteurs opérationnels sous-jacents de leur production, y compris les politiques et procédures d'achats ; la façon dont les déchets sont stockés, manipulés et transportés; et leurs méthodes de réutilisation, leur recyclage et élimination. Un exploitant minier peut également procéder à un audit des déchets des entrepreneurs sous-traitants qui éliminent les déchets de la mine afin de garantir que seuls ceux qui sont agréés pour les éliminer sont employés, que la destination des déchets se fait vers une installation d'élimination ou de recyclage agréée, que tous les transports et les éliminations des déchets soient correctement documentés, que la tenue des dossiers soit conforme aux exigences réglementaires et que la mine soit en conformité avec toutes les exigences réglementaires concernant les déchets.

Les audits environnementaux des sites (également appelés évaluations environnementales des sites) sont généralement effectués dans le cadre de transactions immobilières commerciales, à des fins de diligence raisonnable ou pour répondre aux exigences réglementaires, y compris obtenir la certification qu'un site est « apte à l'emploi ». Dans de nombreux pays dans le monde, il est obligatoire d'identifier les sites contaminés, de signaler leur présence aux autorités réglementaires, de les enregistrer comme contaminés (ou potentiellement contaminés), les remettre en état si cela est nécessaire pour protéger la santé et la sécurité de la communauté ou en aménagement naturel, et certifier qu'ils sont appropriés à leurs utilisations prévues ou potentielles existantes. Cela peut être un processus long et généralement coûteux, et il y a beaucoup de normes et lignes directrices relatives à l'évaluation des sites (voir « Lectures supplémentaires »). AS / NZS ISO 14015: 2003 *Management environmental - gestion environnementale - Évaluation environnementale de sites et organisations*

¹² Voir les *outils de l'audit énergétique, (Energy audit tools)* <http://pandora.nla.gov.au/pan/65500/20061117-0000/www.greenhouse.gov.au/challenge/members/energyaudittools.html>.

(*Environmental assessment of sites and organizations - EASO*) est la norme internationale acceptée, et des informations d'orientation sur les études de sites contaminés sont disponibles auprès du conseil national de protection de l'environnement (National Environment Protection Council) et de la plupart des gouvernements des États et Territoires. La mesure de la protection nationale de l'environnement (évaluation de la contamination de site) publiée par le conseil a été modifiée en 2013 et est le document de base pour l'évaluation de la contamination de sites en Australie.¹³

La sécurité environnementale est devenue un problème majeur dans le monde entier. Une installation qui stocke, utilise ou transporte des marchandises dangereuses en quantité importante doit être consciente des risques de sécurité et prendre des mesures pour protéger les biens d'événements accidentels ou malveillants qui peuvent nuire à l'environnement ou à la santé et sécurité humaines. Un *audit de sécurité environnementale* est une partie essentielle de cette évaluation des risques, en particulier pour les mines qui transportent et utilisent des quantités en vrac de substances telles que le cyanure, le nitrate d'ammonium, les acides, l'hydroxyde de sodium et certains produits chimiques toxiques utilisés dans le traitement des minéraux. En plus des matières premières, tout matériau qui pourrait causer des dommages importants en cas de déversement dans l'environnement, tels que les produits radioactifs (par exemple, le minerai d'uranium), des concentrés de minéraux et des déchets (tels que l'huile usée) doivent être évalués. L'audit de sécurité environnementale peut inclure des évaluations de la vulnérabilité d'infrastructures critiques, combinées à une analyse des lacunes des informations environnementales, de la santé et de la sécurité et des systèmes de gestion de la sécurité. Le transport de matières dangereuses à travers des environnements sensibles, tels que les zones humides, les traversées de rivières, les parcs nationaux, les zones de conservation, les villes et villages, est une composante essentielle de l'audit de sécurité environnementale.

Le code international de gestion du cyanure (Code International Cyanide Management) pour la fabrication, le transport et l'utilisation du cyanure dans la production de l'or a été développé comme un code volontaire de l'industrie sous la direction d'un comité de pilotage de plusieurs parties prenantes dont les membres ont été choisis par le programme des nations unies pour l'environnement (United Nations Environment Programme) et le conseil international des métaux et de l'environnement (International Council on Metals and the Environment). Le code encourage l'amélioration pour l'ensemble de l'industrie en promouvant activement la participation dans le code et en exigeant que les signataires du code prennent des mesures appropriées pour gérer le cyanure de façon responsable. L'institut international de gestion du cyanure (International Cyanide Management Institute) a été créé pour administrer ce code.

Le code se concentre exclusivement sur la gestion sûre du cyanure et des usines de résidus de cyanuration ainsi que des solutions de lixiviation. Il traite de la production, du transport, du stockage et de l'utilisation du cyanure ainsi que du démantèlement des installations de cyanure. Il comprend des exigences liées à l'assurance financière, la prévention des accidents, les interventions d'urgence, la formation, l'information du public, la participation des parties prenantes et des procédures de vérification. Le code est composé de deux éléments principaux : les principes, qui déclarent globalement les engagements que les signataires prennent pour gérer le cyanure d'une manière responsable; et les normes de pratique, qui identifient les objectifs de performance et les objectifs qui doivent être remplis pour se conformer à chaque principe. Des documents pertinents peuvent être consultés et téléchargés à partir du site web du code.¹⁴

5.5 Les modèles de maturité

Bien que ce ne soit pas des audits en eux-mêmes, les modèles de maturité fournissent une méthode d'évaluation des performances où les organisations ont établi des objectifs de maturité organisationnelle.

Les modèles de maturité cartographient les caractéristiques que les organismes et les programmes présentent quand ils améliorent la conformité de pathologique et réactif à conforme et puis de proactif et résilient (voir, par exemple, l'échelle Hudson 2001, dans le premier manuel des bonnes pratiques de gestion des risques (DIIS 2016A,

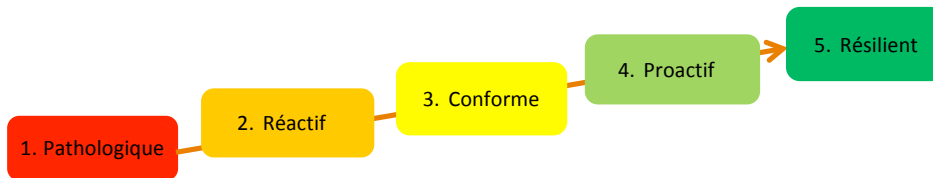
¹³ Les outils de l'audit énergétique, <http://pandora.nla.gov.au/pan/65500/20061117-0000/www.greenhouse.gov.au/challenge/members/energyaudittools.html>.

¹⁴ Code international de gestion du cyanure (Code International Cyanide Management), <http://www.cyanidecode.org/>.

Hancock 2010). Cette approche de modèle permet aux principales caractéristiques des différents éléments de risque d'être définies, classées puis revues. La maturité des éléments clés et des programmes globaux peut être évaluée au cours du temps.

Cinq phases de maturité peuvent être appliquées, progressant de la catégorie la moins mature « pathologique » à « réactif », « conforme », « proactif » et « résilient ».

Figure 11 : L'échelle Hudson



Source : DIIS (2016A); Le graphe de maturité de la gestion des risques de l'industrie des minéraux (MIRM-Minerals Industry Risk Management), est basé sur l'échelle Hudson, <http://www.innovation.gov.au/resource/Documents/LPSDP/LPSDP-RiskHandbook.pdf>.

Plus une organisation ou un programme est mature, plus les systèmes sont robustes afin de traiter de façon proactive les impacts avec l'évaluation et l'audit combinés avec une communication ouverte pour améliorer continuellement ces systèmes. L'industrie et le gouvernement peuvent utiliser cette approche.

Par exemple, les évaluations des risques et des politiques de l'entreprise et du gouvernement ainsi que les programmes gouvernementaux peuvent être exécutés en utilisant des modèles de maturité. Cette approche permet de mesurer comment un programme est développé quand les systèmes et la culture organisationnelle sont ensemble à maturité. Un modèle de maturité a été développé par Unger et al. pour soutenir la mise en œuvre du cadre stratégique pour la gestion des mines abandonnées dans l'industrie minière. (MCMPR-MCA 2010) (Strategic Framework for Managing Abandoned Mines in the Minerals Industry) Une revue des bonnes pratiques a résulté en 14 éléments de maturité, lesquels furent alignés sur les cinq chapitres du cadre. Ce modèle fournit également un outil d'évaluation quand les programmes se développent au cours du temps.

Table 3 : Les éléments d'un programme de mine abandonnée mature intégrés avec le cadre stratégique pour la gestion des mines abandonnées dans l'industrie minière

ÉLÉMENT	MODÈLE CONCEPTUEL DU PROGRAMME DE MATURITÉ	CADRE STRATÉGIQUE
1	Gestion des données / informations	CHAPITRE 2 : RECUEIL ET GESTION DES DONNÉES
2	La connaissance à l'échelle globale de la santé, la sécurité, l'environnement et les impacts socio-économiques	
3	Les plans de réhabilitation et de gestion spécifiques au site pour les sites à haut risque	
4	Le leadership, la législation, la politique et les conseils pour résoudre le problème des mines abandonnées	CHAPITRE 3 : ÉVALUATION ET GESTION DES RISQUES
5	La législation, la politique et les conseils afin de prévenir de nouvelles mines abandonnées	
6	L'évaluation des risques et la hiérarchisation des programmes	
7	Le leadership du programme de la mine abandonnée et les capacités / compétences	
8	Financement : sources, mécanismes et ressources	CHAPITRE 1 : VALORISER LES MINES ABANDONNÉES
9	L'accent sur les utilisations terre / eau bénéficiaires après la clôture des mines	
10	Conservation du patrimoine indigène, culturel et industriel	
11	Opportunités minières secondaires	CHAPITRE 4 : RESSOURCES ET OPPORTUNITES DE PARTENARIAT
12	Ressources en partenariat	
13	La participation des parties prenantes au niveau de la juridiction	
14	Communication et réseaux	CHAPITRE 5 : PARTAGE DES INFORMATIONS ET « BONNES PRATIQUES »

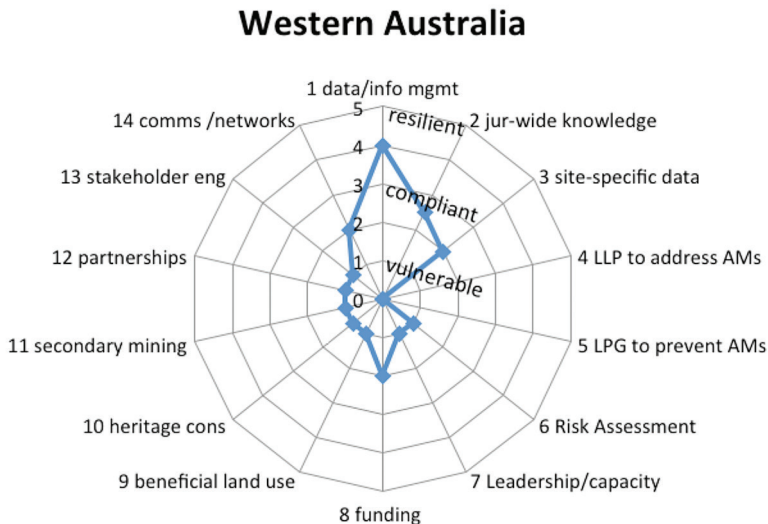
Table 4 : Contenu graphique de la maturité pour l'élément 1 : L'information et la gestion des données, Cadre stratégique pour la gestion des mines abandonnées dans l'industrie des minéraux

	1. PATHOLOGIQUE	2. RÉACTIF	3. CONFORME	4. PROACTIF	5. RÉSILIENT
Management spatial des bases de données / informations	Management spatial des bases de données / informations	Les inventaires et les données n'existent que pour les sites d'intérêt soulevés par les communautés, les propriétaires fonciers ou d'autres parties prenantes	Une base de données existe au niveau de la juridiction. Une estimation de la responsabilité peut être déterminée. Les données ne peuvent être comparées au-delà des frontières des juridictions. Les définitions et la taille utilisées pour la classification peuvent être différentes selon les juridictions. Pas de gestionnaire des données spécifiques.	Une base de données existe au niveau de la juridiction pour toutes les caractéristiques des mines abandonnées ou les sites d'héritage minier. Cela permet de délimiter les risques au cas par cas ainsi que pour chaque site. L'estimation de la pleine responsabilité peut être sous-estimée. La base de données sur l'espace est accessible publiquement. Analyse régulière et mise à jour des données. Des membres du personnel sont affectés à la gestion des données et des informations. Les données pour les sites prioritaires actuels, de qualité suffisamment élevée et pris en charge par des métadonnées.	En plus des descripteurs proactifs : les bases de données comprennent des métadonnées appropriées afin de répondre aux standards ISO, une fiabilité régulièrement recalculée et mise à jour, des bases de données compatibles dans les différentes zones juridictionnelles – l'évaluation des risques et des opportunités peut être sous-estimée au profit de valeurs nationales comme le patrimoine, l'eau, la biodiversité et le développement régional – ainsi qu'une collaboration régulière de la gestion de l'information et des bases de données au niveau national.

Source : Unger et al. (2012); ISO 19115-1:2014 *Information Géographique-Métadonnées- Partie 1 : Fondamentaux (Geographic information—Metadata—Part 1 Fundamentals)*, http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=53798.

Dans la Figure 12, en utilisant l'Australie Occidentale à titre d'exemple, l'approche du modèle de maturité souligne la maturité basée sur l'information accessible sur le Web au début de l'année 2013. La maturité de l'inventaire à l'échelle de l'état du gouvernement est évidente sur la figure 12, avec des scores basés sur l'échelle Hudson (1 = pathologique, 2 = réactif, 3 = conforme, 4 = proactif, 5 = résilient) (Unger et al. 2014).

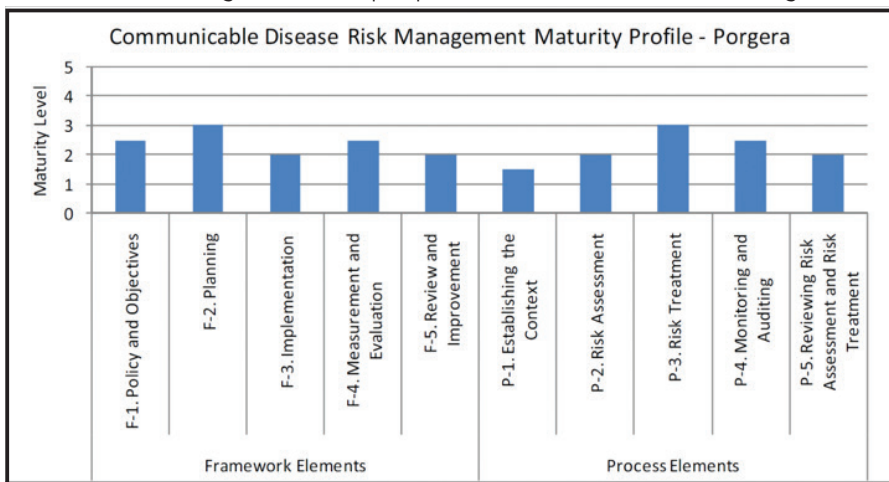
Figure 12 : Approche du modèle de maturité par exemple pour l'Australie Occidentale



Remarque : Les numéros et les descriptions abrégées se réfèrent aux éléments de la table 3, p. 115.

Hancock (2010) a appliqué l'approche des modèles de maturité pour l'évaluation des systèmes de management des risques (ISO 31000 : 2009) pour les maladies transmissibles dans l'industrie minière en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Ce modèle a évalué la maturité de chaque élément de risque de la santé du travail et des systèmes de gestion de la sécurité et de la gestion médicale dans les exploitations minières de 'Ok Tedi', Porgera et Lihir. La figure 13 montre un exemple de ce classement de maturité de Porgera.

Figure 13 : Profil de maturité de la gestion des risques pour les maladies transmissibles à Porgera



5.6 Les audits sociaux

Les audits de relations sociales ou communautaires sont effectués par les gouvernements et les institutions de prêt pour les grands projets de ressources et d'infrastructure (par exemple, l'exploitation minière, la foresterie, les barrages, les lignes de transport d'électricité, les routes et les chemins de fer ou les ports), en particulier dans les pays en développement et, dans une moindre mesure dans les pays développés.

Les audits sociaux sont souvent combinés avec des audits environnementaux car les facteurs qui affectent l'environnement affectent également souvent les communautés environnantes. Dans certains cas, des villages entiers et même des groupes tribaux sont déplacés en raison de l'ampleur de l'inondation des vallées par un grand barrage, ou par des besoins en terrain pour une mine à ciel ouvert énorme et ses installations. Dans d'autres cas, les modes de vie des communautés autochtones sont perturbés, les pratiques agricoles traditionnelles sont limitées, les sites patrimoniaux sont détruits et les migrations internes dans le pays amènent de nouvelles personnes et cultures dans une région. Le transport de substances dangereuses telles que le cyanure et le nitrate d'ammonium à destination d'une mine, ou de produits radioactifs provenant d'une mine, peut poser des risques importants aux collectivités et milieux sensibles le long des voies de transport.

Des protocoles d'audit social spécifiques doivent être élaborés en fonction de critères provenant d'une variété de documents, en particulier des Principes de l'Équateur (EPFI 2006), *Valeur durable (Enduring value - MCA 2004)*, et des lignes directrices de la Société Financière Internationale (International Finance Corporation) qui fait partie du Groupe de la Banque mondiale (World Bank), et les normes de performance (IFC 2006, 2007a, 2007b), qui peuvent s'appliquer à un projet minier particulier.

Les normes de performance de la SFI (Performance Standards - PSs) d'avril 2006 (modifiées en 2012) couvrent la durabilité environnementale et sociale. Elles comprennent :

- PS 1 : L'évaluation et la gestion des risques et des impacts environnementaux et sociaux
- PS 2 : Le travail et les conditions de travail
- PS 3 : L'efficacité des ressources et la prévention de la pollution
- PS 4 : La santé, la sûreté et la sécurité de la communauté
- PS 5 : L'acquisition des terres et la réinstallation involontaire
- PS 6 : La conservation de la biodiversité et la gestion durable des ressources naturelles vivantes
- PS 7 : Les peuples indigènes
- PS 8 : L'héritage culturel.

5.7 Les audits portant sur un sujet spécifique

Une organisation peut décider d'entreprendre un audit social ou environnemental sur une opération ou une partie spécifique d'une mine ou d'une communauté touchée, pour une variété de raisons, comme le respect, l'amélioration de l'efficacité, la réalisation d'économies de coûts ou la réduction de risques. Ces audits peuvent porter sur un aspect de l'exploitation minière propre à l'entreprise, les opérations sur site ou hors site des sous-traitants pour lesquels l'entreprise est légalement responsable des performances environnementales de sécurité et de relations communautaires ou les opérations des entreprises de traitement des déchets et des installations externes d'élimination et de recyclage des déchets. Cela est souvent important lors de la phase d'exploration d'un projet, lorsque le terrassement et les entreprises de forage peuvent opérer sur une vaste zone avec peu de supervision de l'entité minière.

De nombreuses opérations minières et pétrolières développent des systèmes de gestion intégrés qui peuvent inclure l'environnement, la santé, la sûreté, la sécurité, les relations communautaires et d'autres aspects, tels que la planification et la construction ou la comptabilité financière. Certains exemples sont les suivants :

- La sécurité, santé, l'environnement et le système de gestion communautaire d'Anglo American
- La sécurité, la santé, l'environnement au cœur de métier de BP
- Le système d'excellence d'exploitation de la compagnie pétrolière américaine ARCO (Atlantic Richfield Oil Company)
- La santé, la sécurité, l'environnement et le système de gestion communautaire de BHP Billiton.

Ces systèmes peuvent être audités régulièrement par des auditeurs internes ou externes mandatés par l'entreprise. Dans certains cas, ils sont audités par les institutions de prêt finançant les opérations minières.

5.8 Les audits énergétiques et à effet de serre

De nombreuses sociétés minières et pétrolières utilisent un déclencheur ou seuil, qui peut être un seuil des émissions de gaz à effet de serre, un seuil de production d'énergie ou un seuil de consommation d'énergie, pour déclencher des audits énergétiques et de gaz à effet de serre.

La loi NGER (National Greenhouse and Energy Reporting Regulations) de 2008 et la National Greenhouse and Energy Reporting (Audit) Determination 2009 ont fixé des exigences détaillées pour mener des audits énergétiques et à effet de serre, y compris les exigences des membres de l'équipe d'audit, la documentation, le processus et les conclusions de l'audit.

La plupart des audits énergétiques et à effet de serre devraient être effectués pour le compte du régulateur de l'énergie propre (Clean Energy Regulator) afin d'évaluer la conformité à la législation. Les audits volontaires sont généralement effectués pour les entités déclarantes pour les aider à se conformer à la législation. La loi prévoit également un certain nombre de circonstances dans lesquelles le régulateur de l'énergie propre pourrait initier un audit énergétique et à effet de serre.

Il faut nommer un auditeur énergétique et à effet de serre agréé (enregistré auprès du régulateur de l'énergie propre) en tant que leader de l'équipe d'audit. Ce leader de l'audit doit être un auditeur énergétique et à effet de serre agréé de catégorie 2 ou 3 et il est responsable de veiller à ce que les exigences de la National Greenhouse and Energy Reporting (Audit) Determination 2009 sont satisfaites. La façon dont l'objectif est atteint reste à la discrétion du leader de l'équipe d'audit.

Il existe trois types différents d'audit énergétique et à effet de serre au sens de la loi NGER : les missions d'assurance fournissant soit une assurance raisonnable ou limitée, et les missions d'audit ne fournissant aucune assurance.

Les missions d'audit et d'assurance peuvent examiner un ou tous les aspects de la conformité de l'organisme audité à la loi NGER et aux autres mesures législatives subordonnées, y compris :

- les émissions, la production d'énergie et la consommation d'énergie rapportées conformément à l'article 19 de la loi NGER
- les définitions de groupe d'entreprises et des installations grâce à l'application de contrôle global et opérationnel
- les exigences relatives à l'identification et à l'évaluation des sources d'émissions, de la consommation d'énergie et des points de production
- les exigences en matière de précision, d'exhaustivité et de validité des informations énergétiques et à effet de serre rapportées, y compris les exigences de tenue de registres.

5.9 Le personnel de l'audit

Les audits environnementaux et sociaux peuvent être effectués par des auditeurs internes ou externes. La définition d'un auditeur selon la norme ISO 19011: 2011 est une personne qui effectue l'audit. Le niveau de compétence requis pour un audit est une décision pour la direction de l'organisation commanditant l'audit, et est défini en détail dans la section 7 de la norme ISO 19011 : 2011.

Tous les membres d'une équipe d'audit, ou l'auditeur principal seul ne peuvent être requis d'être certifiés comme auditeur environnemental par un organisme de certification du personnel accrédité, comme Exemplar Global (anciennement RABQSA International) .¹⁵ La plupart des organisations exigent de leurs auditeurs externes d'être certifiés par un organisme reconnu, mais ce n'est pas obligatoire en Australie. Par exemple, les certifications disponibles peuvent être obtenues à travers l'Institut de la gestion et évaluation environnementale (Institute of Environmental Management and Assessment) au Royaume-Uni et la commission des certifications d'auditeurs de la santé et sécurité environnementale aux États-Unis (Board of Environmental Health and Safety Auditor Certifications), entre autres. Il n'y a actuellement aucune certification dédiée spécifiquement pour un auditeur social.

Les membres de l'équipe d'audit peuvent également être tenus d'avoir entrepris un cours de formation d'auditeur interne approuvé par la direction et conformément aux procédures propres à l'organisation.

Les audits énergétiques et à effet de serre dans le cadre de la législation sur les rapports énergétiques et à effet de serre de 2008 (National Greenhouse and Energy Reporting Regulations 2008) ne peuvent qu'être effectués par un auditeur agréé énergie et à effet de serre par le régulateur de l'énergie propre (Energy Regulator Clean).

5.10 Le plan d'audit

Il faut effectuer un audit environnemental ou social par des auditeurs compétents suivant un plan d'audit qui incorpore un protocole d'audit environnemental convenu.

Le plan d'audit devrait comprendre, le cas échéant, le ou les :

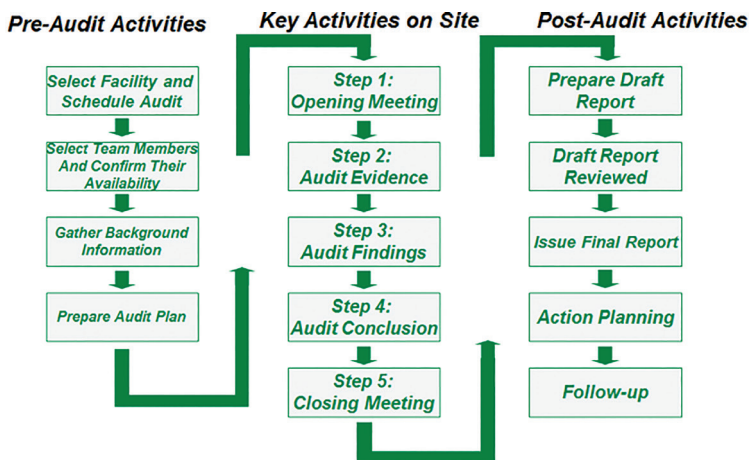
- nom et la position du représentant de l'entité auditée
- objectifs et critères de portée de l'audit
- unités organisationnelles et fonctionnelles à auditer
- fonctions et / ou les individus au sein de l'organisation de l'entité auditée qui ont des responsabilités directes importantes en ce qui concerne l'audit
- éléments des programmes de gestion de l'environnement et / ou du social de l'audit qui sont la haute priorité de l'audit (basé sur le risque)
- procédures d'audit des éléments du programme de gestion de l'audit telles qu'appropriées pour l'organisation de l'entité auditée
- travail et langues de rapports des détails de l'audit des documents de référence
- temps et durée prévus pour les principales activités d'audit
- dates et lieux où l'audit doit être effectué
- noms des membres de l'équipe d'audit
- calendrier des réunions qui se tiendront avec la direction de l'entité auditée
- exigences de confidentialité du rapport
- contenu, format et structure du rapport
- la date prévue d'émission et la distribution du rapport
- les exigences de rétention.

¹⁵ Exemplar Global www.exemplarglobal.org/.

Un plan détaillé d'audit fournit un format pour l'attribution de tâches spécifiques à chacun des membres de l'équipe d'audit, pour comparer ce qui a été accompli au cours de l'audit avec le plan d'audit original, et pour résumer et enregistrer les travaux en cours et les travaux terminés.

Un audit environnemental ou social est généralement réalisée en trois phases : les activités d'avant audit, les activités du site et les activités post-audit (Figure 14).

Figure 14 : Phases de l'audit



5.11 Le protocole de l'audit

Le protocole d'audit environnemental ou social présente un processus que l'auditeur doit suivre pour atteindre les objectifs de l'audit. Le processus peut être une procédure standard ou une ligne directrice spécifique à l'organisation ou l'installation en cours d'audit.

L'utilisation d'un protocole d'audit complet assure la cohérence du processus d'audit et des procédures de rapport. Ceci est particulièrement important lorsque des équipes d'audit sont utilisées et où les membres de ces équipes peuvent être sélectionnés sur une base rotative. Un protocole d'audit peut également être utilisé pour aider à former les auditeurs inexpérimentés et réduire le montant de la supervision requise par le leader de l'équipe d'audit environnemental.

Les protocoles d'audit peuvent être généraux ou spécifiques à un type d'audit particulier ou au site de la mine audité. Les critères convenus pour l'audit devraient être pris en compte dans le protocole d'audit. Cela permet à l'auditeur d'évaluer le niveau de conformité du site de la mine avec les critères en utilisant le protocole d'audit. En général, les protocoles d'audit obligatoires sont dérivés des conditions des documents qui sont mandatés pour être revus dans la clause pertinente du document exigeant l'audit, et peuvent inclure des approbations de planification, des baux miniers, des permis d'eau et d'autres permis ainsi que des plans de gestion de l'environnement requis par les documents de consentement. Le protocole peut comprendre plusieurs centaines de conditions à auditer.

Les protocoles d'audit peuvent incorporer un système de notation ou un autre processus numérique pour évaluer les résultats de l'audit. Cela peut être utile quand on compare les performances environnementale ou sociale d'une mine avec les performances d'autres mines, et pour le suivi de l'amélioration (ou de la baisse) au cours du temps. Le modèle de maturité est une approche basée sur les risques pour évaluer le niveau d'organisation au sein d'une entreprise afin de résoudre un problème particulier.

Commencer par la sécurité des mines, cette approche est de plus en plus appliquée à d'autres disciplines (DIIS 2016A).

5.12 La preuve de l'audit

Seule une preuve vérifiable est acceptée quant à la preuve de l'audit qui est vérifiée par une combinaison de :

- l'examen de la documentation - le plus haut niveau de la vérification
- l'observation des activités ou des situations - un plus bas niveau de vérification
- l'entretien du personnel approprié-le plus bas niveau de vérification.

En général, la preuve de l'audit est convaincante plutôt que concluante. Il est obligatoire que l'auditeur utilise son jugement professionnel pour évaluer la preuve de l'audit et déterminer si une enquête suffisante a été faite. Si des conclusions définitives ne peuvent pas être tirées à partir des données disponibles, il faut alors qualifier le rapport d'audit en conséquence.

5.13 Le rapport sur l'audit

Le contenu du rapport d'audit environnemental ou social dépend du type d'audit effectué et de ce qui est convenu entre l'auditeur et la direction (management) commanditant l'audit. Certains rapports d'audit de sites miniers sont très détaillés ; d'autres ne rapportent que les exceptions (à savoir : seuls les cas où les résultats de l'audit ne répondent pas aux critères d'audit convenus).

Les rapports d'audit peuvent inclure des recommandations (ce qui est commun pour les rapports d'audit externe) ou, dans le cas d'audits des systèmes internes et de gestion, ils ne peuvent rapporter que les non-conformités avec les politiques internes, les procédures et les normes, ou les non-conformités aux exigences réglementaires. Les recommandations peuvent être classées (par exemple, d'urgence, urgente, d'amélioration ou normale) et les non-conformités peuvent être classés (par exemple, majeure, mineure, amélioration ou observation). L'auditeur peut être tenu d'auditer à une date ultérieure pour s'assurer que les recommandations ont bien été prises en compte, ou que les non-conformités ont été soumises à des mesures correctives et / ou préventives.

Les rapports d'audit obligatoire peuvent être limités par l'autorité de réglementation en ce qui concerne la terminologie à utiliser. Par exemple, certaines autorités de réglementation exigeant des audits obligatoires ne peuvent permettre que la conformité et la non-conformité soit utilisée ; d'autres peuvent permettre que la conformité, la conformité partielle, la non-conformité, l'observation et l'amélioration soit utilisée. Il est important que l'auditeur entreprenant un audit de conformité environnemental obligatoire d'une mine obtienne des conseils du régulateur sur la terminologie à utiliser.

Les rapports d'audit énergétique et à effet de serre doivent suivre les exigences obligatoires qui se trouvent dans le manuel de détermination d'audit publié par le régulateur de l'énergie propre (Clean Energy Regulator) en octobre 2015 (CER 2015).

Contenu d'un rapport d'audit environnemental typique en vertu de la Loi EPBC

- 1 Objectif de l'audit
- 2 Dispositions de contrôle de la loi EPBC
- 3 Résultats de l'audit
 - 3.1 Conformité
 - 3.2 Non-conformité
 - 3.3 Indéterminé
 - 3.4 Observations
- 4 Recommandations
- 5 Processus d'audit
- 6 Terminologie
- 7 Annexe A—notification d'approbation—EPBC 2001/x
- 8 Distribution du rapport final

5.14 L'assurance

Le niveau d'enquête ou d'assurance applicable à un audit environnemental ou social dépend du type d'audit mené, l'autorité de l'audit (interne, externe, volontaire, obligatoire et / ou statutaire) et les normes de contrôle interne d'une organisation ou les exigences obligatoire ou statutaire.

La norme ISO 19011 : 2011 fournit des indications à ce sujet ; cependant, un certain nombre d'autres documents d'orientation ou de normes requises peuvent être utiles pour les audits dans l'industrie minière. Ils comprennent les *engagements d'assurance ASAE 3000 autres que les audits ou examens de l'information financière historique* (*Assurance engagements other than audits or reviews of historical financial information 2007*) et les *engagements de conformité 3100 ASAE* (*Compliance engagements 2008*), publiés par le Conseil des normes d'audit et d'assurance du gouvernement australien (Australian Government's Auditing and Assurance Standards Board); informations d'orientation sur les enquêtes des sites contaminés du conseil national de protection de l'environnement (National Environment Protection Council) et de la plupart des gouvernements des états et territoires; et la loi 'toute enquête appropriée' publiée par l'Environmental Protection Agency des États-Unis dans le sous-titre B du titre II de la *loi sur la revitalisation des friches industrielles et sur l'exonération de responsabilité des petites entreprises* de 2002 (*Small Business Liability Relief and Brownfields Revitalization Act of 2002*).

Pour les audits environnementaux et sociaux, le mot « matérialité » se rapporte à la mesure dans laquelle l'auditeur estime que le rapport pourrait être erroné et n'affecterait pas encore les décisions des utilisateurs raisonnables.

La considération de la matérialité aide à la planification d'un audit efficace et efficient, car des éléments insignifiants peuvent être ignorés et les procédures d'audit peuvent être menées dans des zones considérées comme ayant une importance ou un risque plus élevé, en fournissant un plus grand niveau d'assurance.

6. CONCLUSIONS

Ce manuel fournit des orientations sur la façon dont les entreprises peuvent utiliser le suivi, l'audit et les rapports pour atteindre leurs objectifs de développement durable, avec des études de cas illustrant les approches des bonnes pratiques du suivi.

L'évaluation des performances est un élément essentiel des bonnes pratiques du développement durable dans le secteur minier. Le suivi et l'audit, ainsi que des rapports précis et transparents, sont les outils que les entreprises utilisent pour évaluer et améliorer les performances par rapport à leurs objectifs pour la protection et le rétablissement des valeurs environnementales, sociales et économiques. Les entreprises reconnues pour leurs performances de premier plan non seulement satisfont aux exigences réglementaires de manière cohérente et dans le temps, mais aussi vont souvent au-delà des exigences minimales en matière de suivi, d'audit et de rapports.

La conception du suivi des bonnes pratiques repose sur des procédures de gestion des risques reconnues et de principes scientifiques sains, avec la clôture des mines et l'utilisation finale convenue des terres présentent à l'esprit. Elle se concentre sur tous les aspects du développement durable : environnemental, social, socio-économique, culturel et spirituel. Les programmes de suivi sont conçus en consultation avec toutes les parties prenantes intéressées, avec la participation des groupes communautaires, des ONG et d'autres tiers, en aidant à s'assurer que tous les éléments et les questions clés ont été couverts. Les techniques utilisées comprennent les meilleures méthodes disponibles, et la sécurité du personnel en est une considération primordiale.

Le suivi s'associe avec la recherche en identifiant les domaines pour une enquête approfondie et en évaluant l'efficacité de nouvelles procédures.

Les programmes de suivi doivent être transparents et fournir des données aux parties prenantes par le biais des procédures de rapports appropriées, qui dans certains cas pourraient inclure l'accès en ligne aux données de suivi de la qualité d'air ou d'eau en temps réel. L'assurance externe indépendante est de plus en plus utilisée pour vérifier la qualité et l'exactitude des rapports. Les programmes de suivi sont régulièrement révisés pour garantir leur pertinence actuelle en tenant compte des changements dans les plans des mines, de la législation, des circonstances de la communauté, des technologies de suivi ou d'autres aspects pertinents.

L'audit fournit un contrôle sur la performance en comparant la situation actuelle avec les critères d'audit convenus. Les audits internes sont effectués par des sociétés pour l'examen de la gestion et à des fins connexes. Les audits externes sont effectués par des parties externes à l'organisation (par exemple, quand un audit indépendant des performances est obligatoire). Il y a une variété de types différents d'audits, qui peuvent être obligatoires ou volontaires. Tous les audits sont basés sur des protocoles convenus et des critères d'audits. Ils peuvent être conçus pour évaluer la conformité aux exigences réglementaires, ou la performance par rapport à la mise en œuvre de procédures environnementales et sociales et de systèmes de gestion ou des normes définies à satisfaire. Généralement, la raison de la réalisation d'un audit environnemental ou social est l'évaluation des risques et l'établissement de mesures d'atténuation pour minimiser ces risques.

Le type de rapport varie selon le type d'audit et son objectif ; toutefois, les audits indépendants volontaires sont de plus en plus utilisés pour communiquer les performances aux parties prenantes externes. L'audit peut se produire au niveau du site, ou à une échelle cumulative sur plusieurs sites au sein d'une entreprise, et il peut également être utilisé pour évaluer les performances des programmes. Les modèles de maturité sont de plus en plus appliqués en tant que processus d'évaluation des risques et d'outil d'évaluation quand les programmes deviennent plus développés.

Ensemble, le suivi et l'audit peuvent être utilisés pour élaborer des critères d'achèvement et pour confirmer que les objectifs et les étapes associées ont été respectés.

Les systèmes d'analyse de suivi et d'audit doivent être précis et opportuns, et aborder les besoins d'informations pour toutes les parties prenantes. Les commentaires sur les programmes de suivi devraient être communiqués au niveau de la planification opérationnelle et de la prise de décision.

Les rapports publics lorsqu'ils sont effectués de façon stratégique peuvent aider à gérer les ressources de développement durable au sein de l'organisation, d'identifier les lacunes dans l'information ou les processus de recueil des données de développement durable, et créent une dynamique d'amélioration de l'environnement et des pratiques socialement responsables dans les opérations et les processus de l'entreprise.

Au total, la principale approche des bonnes pratiques de suivi peut se résumer comme suit :

- Quelle que soit la taille de l'exploitation minière, une approche basée sur les risques est utilisée pour veiller à ce que les programmes de suivi spécifiques au site incorporent des éléments appropriés de suivi, les paramètres, les fréquences et les critères de performance applicables permettant d'évaluer les données de suivi.
- La pertinence et la qualité des données produites, et l'efficacité des programmes de suivi, sont auditées régulièrement.

ANNEXE 1 : DIX PRINCIPES D'ÉCHANTILLONNAGE

Les 10 principes de l'échantillonnage ont été définis à l'origine par RG Green en 1979 (*conception d'échantillonnage et méthodes statistiques pour les biologistes de l'environnement, Sampling design and statistical methods for environmental biologists* - John Wiley & Sons, New York). Bien que ce soit une vieille référence, les principes de la conception expérimentale solide n'ont pas changé, et il est utile de les reformuler parce que les entreprises et leurs conseillers parfois conçoivent et exécutent des programmes de suivi qui ne sont pas adaptés à une analyse rigoureuse et à une interprétation sans équivoque des résultats. Les bonnes pratiques exigent que les 10 principes soient pris en compte lors de la conception des programmes de suivi quantitatif (des notes supplémentaires se trouvent ci-dessous en italique). Pour en savoir plus sur la conception expérimentale consultez la section 3.2.

1. Soyez en mesure d'indiquer de manière concise à quelqu'un d'autre la question que vous posez.
2. Prenez des échantillons qui se répliquent dans chaque combinaison de temps, de lieu et d'autres variables contrôlées. Les différences entre les sites ne peuvent être mises en évidence que par comparaison avec les différences à l'intérieur des sites (*Prenez soin d'éviter la pseudo-réplication*).
3. Prenez un nombre égal d'échantillons répétés alloués au hasard pour chaque combinaison de variables contrôlées. L'échantillonnage dans des lieux « représentatifs » ou « typiques » n'est **pas** un échantillonnage aléatoire.
4. Pour tester si une condition a un effet, recueillir des échantillons à la fois où l'état est présent et où il est absent, mais où tout le reste est le même. Un effet ne peut qu'être démontré par comparaison avec un témoin. (*Remarque : La définition des sites de contrôle et de référence varie, mais dans ce cas l'utilisation de « contrôle » fait référence à la comparaison des sites potentiellement affectés avec des sites non affectés utilisant des méthodes statistiques classiques.*)
5. Effectuez un échantillonnage préliminaire pour fournir une base pour l'évaluation du plan d'échantillonnage et des options d'analyse statistique.
6. Vérifiez que votre dispositif d'échantillonnage échantillonne la population que vous pensez que vous échantillonnez, et avec une efficacité égale et adéquate sur toute la gamme des conditions d'échantillonnage qui sont rencontrées (par exemple les invertébrés aquatiques).
7. Si la zone à échantillonner a une grande échelle, divisez-la en sous-zones relativement homogènes et allouez des échantillons à chacune en proportion de la taille de la sous-zone (« stratification »).
8. Vérifiez que la taille de votre unité d'échantillonnage est adaptée à la taille, aux densités et distributions spatiales des organismes que vous échantillonnez. Ensuite, estimez le nombre d'échantillons répétés requis pour obtenir la précision que vous voulez.
9. Tester les données afin de déterminer si la variation de l'erreur est homogène, une distribution normale et indépendante de la moyenne. Dans le cas contraire, comme ce sera le cas pour la plupart des données sur le terrain, alors (a) transformez de manière appropriée les données, (b) utilisez une procédure de distribution non paramétrique, (c) utilisez un plan d'échantillonnage séquentiel approprié, ou (d) testez contre des données d'hypothèse (H) nulle simulée.
10. Après avoir choisi la meilleure méthode statistique pour tester votre hypothèse, retenez les résultats. Un résultat inattendu ou indésirable n'est **pas** une raison valable pour rejeter la méthode et essayez d'en trouver une meilleure.

ANNEXE 2 : ÉLÉMENTS TYPIQUES D'UN PROGRAMME D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES ET DE SUIVI

Table A2.1 : Éléments environnementaux typiques d'un programme d'évaluation des performances et de suivi d'un projet d'exploitation minière

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
GÉNÉRAL					
Inspections sur site / audits des installations	L'eau, les sols / l'érosion, le défrichement, la flore / faune, le bruit, la qualité de l'air, les matières dangereuses et la gestion générale des déchets	Hebdomadaire	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Engagements spécifiés dans le plan de gestion environnementale du site.
Météorologie	Les précipitations, l'évaporation ^c , la température, le rayonnement solaire, la vitesse du vent, la direction du vent, l'humidité relative, etc.	Quotidien / continu	Quotidien / continu	Quotidien / continu (distant) / tel que requis	s.o.
Hydrologie — en amont et en aval du site	Débit (décharge) ^d , niveau d'eau	Quotidien / continu	Quotidien / continu	Quotidien (distant) / tel que requis	Altération minimale de l'hydrologie en aval.
Transport des sédiments / géomorphologie — en amont et en aval du site	Les taux d'érosion et de transport des sédiments (processus fluviaux et / ou éoliens), composition, géomorphologie (visuelle ; sections transversales / profils arpentés ; télédétection ; modélisation numérique des terrains)	Référence	Trimestriel / semestriel (saisonnier) / Annuel / basé sur les événements	Trimestriel / Annuel	s.o.
Qualité de l'eau de surface — en amont et en aval du site	Les paramètres généraux de qualité de l'eau (champ) ^e	Trimestriel	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité de l'eau au niveau fédéral et étatique pour l'eau potable / l'eau de surface ambiante (Par ex. ANZECC-ARMCANZ 2000b ; NHMRC 2004). Référence en amont. La collaboration avec d'autres parties prenantes est recommandée pour la collecte de données de référence si requis.

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Qualité de l'eau de surface — en amont et en aval du site	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Trimestriel	Hebdomadaire / Mensuel / basé sur les événements	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité de l'eau au niveau fédéral et étatique pour l'eau potable à partir de l'eau de surface ambiante (Par ex. ANZECC-ARMCANZ 2000 ; NHMRC 2004). Référence et d'amont. La collaboration avec d'autres parties prenantes est recommandée pour la collecte de données de référence si requis.
Hydrogéologie — en amont et en aval du site (y compris les puits d'approvisionnement en eau privés / publics)	Niveaux des eaux souterraines	Mensuel / Trimestriel	Hebdomadaire / Mensuel	Trimestriel / Annuel	Altération minimale des niveaux des eaux souterraines au-delà du périmètre du projet.
	Les paramètres généraux de qualité de l'eau (champ) ^f	Mensuel / Trimestriel	Hebdomadaire / Mensuel	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité de l'eau au niveau fédéral et étatique pour les eaux potables et souterraines. Données de référence et d'amont.
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Trimestriel / Annuel	Mensuel / Trimestriel	Trimestriel / Annuel	
Bilan hydrique du site	Débits des flux / Débits des pompes	Référence	Quotidien	s.o.	Suffisant mais pas de volume excessif d'eau sur le site.
	Les niveaux et les volumes d'eau dans les installations de stockage	s.o.	Quotidien	Quotidien (distant) / tel que requis	
Bilan de la charge polluante du site / acidité / salinité	Bilan hydrique du site (Voir ci-dessus)	Voir ci-dessus	Voir ci-dessus	Voir ci-dessus	Aucune preuve d'augmentation significative des quantités d'acidité, de salinité ou de contaminants au fil du temps associées au projet.
	Concentrations des contaminants / acidité / salinité	Référence	Trimestriel / Mensuel / Trimestriel	Quotidien (distant) / tel que requis	
Eau de décharge	Débits, niveaux d'eau	s.o.	Continu / Quotidien / basé sur les événements	s.o.	Lignes directrices sur la qualité de l'eau au niveau fédéral et étatique pour l'eau de décharge (Par ex. IFC 2007a). Mixer les zones importantes.
	Les paramètres généraux de qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Continu / Quotidien / basé sur les événements	s.o.	
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Continu / Quotidien / basé sur les événements	s.o.	
Alimentation en eau potable (site du projet et les communautés potentiellement affectées)	Les paramètres généraux de qualité de l'eau (champ) ^f	Référence ; Hebdomadaire	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité de l'eau au niveau fédéral et étatique pour l'eau potable à partir de l'eau de surface ambiante (Par ex. NHMRC 2004 ; WHO 2004).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Référence ; Mensuel / Trimestriel	Mensuel / Trimestriel	Trimestriel / Annuel	

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE*			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Les écosystèmes terrestres (par exemple couvertures des amas rocheux revégétalisés, autres zones réhabilitées, sites de référence); écosystèmes des eaux souterraines	Les indicateurs de santé des écosystèmes, la diversité et la durabilité, l'étendue de la couverture végétale / défrichement des terres, dépérissement / dépérissement des arbres ou parcelles nues (le cas échéant), diversité de la flore, espèces indicatrices de la faune (par exemple, mammifères, avifaune, invertébrés, stygofauna), animaux sauvages, moustiques / vecteurs de risques pour la santé, agents pathogènes du sol / plantes, abondance des mauvaises herbes, mesures de contrôle / risque de feux de brousse; indicateurs de la chaîne alimentaire humaine (par exemple nourriture du bush, poissons, crustacés, mammifères). Voir les manuels <i>Gestion de la biodiversité et Réhabilitation des mines (Biodiversity management et Mine rehabilitation)</i> .	Référence	Semestriel / Annuel	Semestriel / Annuel	Données de référence et de sites de référence sur les écosystèmes naturels et les zones réhabilitées.
Les écosystèmes riverains — sites de référence et d'impact (ambiants)	Les espèces indicatrices de la flore / faune riveraines — déterminer si les écosystèmes dépendants des eaux souterraines / de débit de base (GDE) (suivi des eaux souterraines et de ruissellement ainsi que l'utilisation de l'eau par les plantes pour déterminer si elles sont dépendantes du débit de base ou d'autres sources d'eau)	Référence / saisonnier (à la fin de la saison sèche déterminer les sources d'eau utilisées par les GDE potentiels)	Saisonnier	Saisonnier	Données de référence et de site de référence. Objectif établi par les taux d'extraction de l'eau souterraine pour prélèvement ou autre impact potentiel et les signes suivis de stress / déclin des arbres.
Les écosystèmes aquatiques — sites de référence et d'impact (ambiants)	Les espèces indicatrices (par ex. algues, micro- / macro-invertébrés, poissons, plus grands vertébrés) se référer au manuel <i>Gestion de la biodiversité (Biodiversity management)</i>	Référence ; mensuel / annuel (taxa et écosystème spécifique)	Mensuel / Annuel (taxa et écosystème spécifique) / basé sur les événements	Semestriel (saisonnier) / Annuel	Site aquatique faune / flore de référence.
Écosystèmes aquatiques — évaluation directe de la toxicité	Les espèces indicatrices (par ex. macro-invertébrés, poissons, plus grands vertébrés) se référer au manuel <i>Gestion de la biodiversité (Biodiversity management)</i>	Comme approprié pour l'usine pilote / banc d'essai d'effluents	Tel que requis	Tel que requis	Valeur de déclenchement telle que déterminée par les procédures ANZECC-ARMCANZ (2000)

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Les écosystèmes aquatiques – débits environnementaux	Altération du régime d'écoulement (voir ci-dessus – Hydrologie)	Référence sur plusieurs saisons / années (hydrologie, dépendance du débit du biote aquatique et riverain)	Voir ci-dessus (hydrologie, les écosystèmes aquatiques et riverains) Aura besoin d'indicateurs spécifiques inclus dans le suivi.	Voir ci-dessus (hydrologie, les écosystèmes aquatiques et riverains)	Altération minimale du régime d'écoulement, en particulier les flux de base et le calendrier et la fréquence des événements des débits de pointe. Statut des écosystèmes dépendants des débits. Altération minimale des distributions d'organismes.
Les écosystèmes aquatiques – flux environnementaux	Altération du régime d'écoulement (voir ci-dessus – Hydrologie)	Référence (hydrologie, dépendance du flux du biote aquatique et riverain)	Voir ci-dessus (hydrologie, les écosystèmes aquatiques et riverains)	Voir ci-dessus (hydrologie, les écosystèmes aquatiques et riverains)	Altération minimale du régime d'écoulement, en particulier les flux de base et le calendrier et la fréquence des événements des débits de pointe. Statut des écosystèmes dépendants des débits. Altération minimale des distributions d'organismes.
Écosystèmes aquatiques – passage d'organismes	Conception et fonctionnement du passage; passage d'organisme et la persistance ; en amont et en aval	Référence (exigences de passage du biote aquatique et riverain)	Annuel / basé sur les événements	Annuel / basé sur les événements	Altération minimale des distributions d'organismes. Les taux de passage d'organismes inchangés.
Les sols (y compris les matériaux de couverture des sols)	Paramètres chimiques généraux (par exemple pH, conductivité électrique), composition, classification géochimique, la teneur en humidité, la porosité, la perméabilité, la structure, la texture, la teneur en matière organique, l'érosion des sols, le biote du sol, des quantités de stocks, la qualité et la longévité, l'étendue / la nature de la contamination	Référence	Tel que requis pour la planification de la réhabilitation / contrôle de la qualité de l'eau	Trimestriel / Annuel	s.o.
Animaux de pâturage – référence et référence des sites	Capacité des enclos, essais de pâturage, production des pâturages, mauvaises herbes et ravageurs	Référence	Annuel (saisonnier)	Annuel (saisonnier)	Les objectifs fixés dans le cadre de l'utilisation des terres après l'exploitation minière pour le pâturage (exigence de la communauté / condition du bail minier).
L'agriculture / horticulture intensive – référence et sites de référence	Production végétale / biomasse, la qualité des sols, l'érosion (par exemple les zones alluviales); la chimie et les propriétés physiques des sols (voir ci-dessus – Sols)	Référence	Saisonnier (cycles de culture)	Saisonnier (cycles de culture)	Objectifs de production pour l'utilisation des terres après l'exploitation minière (convenu avant l'exploitation minière).

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Bruit ambiant – sites de contrôle, récepteurs sensibles et sur site	Bruit (par exemple décibels pondérés A)	Référence	Tel que requis / durant des explosions sélectionnées	s.o.	Directives internationales / Nationales / Étatiques (par exemple IFC 2007b).
Qualité de l'air ambiant – sites de contrôle, récepteurs sensibles et sur site	La poussière sédimentaire (par exemple taux de dépôt, composition), les poussières en suspension (par exemple PM10)	Référence	Tel que requis / durant des explosions sélectionnées	s.o.	Données de référence et d'amont.
	Polluants atmosphériques (par ex. dioxyde de soufre, oxyde d'azote, PM10, monoxyde de carbone)	Référence	Mensuel / Trimestriel	s.o.	Directives internationales / Nationales / Étatiques (par exemple IFC 2007b).
Consommation d'énergie	Consommation d'énergie directe (carburants); consommation d'énergie indirecte (électricité)	Référence	Annuel	s.o.	Données de référence L'efficacité de la production / le taux de consommation d'énergie est maintenu ou amélioré.
Les émissions de gaz à effet de serre	Les émissions directes provenant de centrales électriques / fonderies (voir ci-dessous) et les véhicules / machines / usines utilisés sur place (équivalent dioxyde de carbone)	Référence	Annuel	s.o.	Données de référence L'efficacité de la production / le taux d'émissions est maintenu ou amélioré.
	Les émissions indirectes associées à la consommation d'électricité (équivalent dioxyde de carbone)	Référence	Annuel	s.o.	
La consommation de matières dangereuses	Taux de consommation de matières dangereuses (produits chimiques de traitement, explosifs, etc.); se reporter au manuel de <i>gestion des matières dangereuses (Hazardous materials management)</i>	Mensuel / Trimestriel	Mensuel / Trimestriel	s.o.	s.o.
Consommation d'hydrocarbures	Taux de consommation d'hydrocarbures (carburants, huiles, lubrifiants, etc.)	Mensuel / Trimestriel	Mensuel / Trimestriel	s.o.	s.o.

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPÉRATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Radiation	L'émanation de radon et le rayonnement gamma à partir des stocks de minerai, de la masse de résidus et des résidus miniers réhabilités; sites d'élimination des déchets radiologiquement contaminés en tant que ferraille etc.; la mobilité des radionucléides dans le drainage (eaux de surface et eaux souterraines); radionucléides dans la poussière en suspension (s'applique à toutes les industries qui travaillent avec des matières radioactives naturelles (NORM), pas seulement l'uranium, le thorium et les sables minéraux); mesures SST	Référence de l'environnement à partir des données de l'enquête avant l'exploitation minière. Référence opérationnelle de l'usine pilote, parcelles d'essai, échantillons de laboratoire et modélisation	La mesure fréquente précoce (pour vérifier les données du modèle), puis l'ajustement selon les variations dans la qualité / composition du minerai et les changements dans les opérations / technologies utilisées (par exemple comprennent des sorties de ventilation si des opérations souterraines commencent)	La fréquence dépend du paramètre (par exemple immédiatement après le confinement des opérations / résidus, la fréquence peut être continue pour le radon) et l'autorisation souvent semestrielle ou saisonnière	Normes radiologiques. La sécurité et la SST radiologique et le suivi environnemental seront tous intégrés.
L'intervention d'urgence (par exemple en cas de déversement) — lieu de l'urgence; milieu récepteur (par exemple les eaux de surface, les eaux souterraines, le sol)	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g Étendue / nature de la contamination du sol Impacts sur les écosystèmes (par exemple terrestre / eau souterraine / riverain / écosystèmes aquatiques)	Basé sur les événements	Basé sur les événements	Basé sur les événements	Risque minime pour l'environnement récepteur.
Sûreté environnementale / sociale ^e	Risques géotechniques (par exemple glissement de terrain, effondrement); risques naturels (par exemple les feux de brousse, tempête, inondation, tremblement de terre, chaleur / froid extrême); risques radiologiques, biologiques (par exemple champignons) ou chimiques; l'exposition personnelle / ambiante (par exemple oxygène, dioxyde de carbone, méthane, sulfure d'hydrogène, température, fumée, poussière, l'illumination)	Tel que requis	Tel que requis	s.o.	Risques pour la sûreté sociale / environnementale minimisés.

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
HALDES DE STÉRILES ET AIRES DE STOCKAGE DE MINÉRAI					
Les stériles et le minéral	Taux de production de minéral et de stérile, masse / volume des stériles (y compris les emplacements / les quantités de stériles différentes) et des aires de stockage du minéral	Prévisions modélisées	Quotidien	s.o.	Données modélisées.
	Caractérisation géochimique des lithologies. ^h	Référence / Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	Conditions géochimiques non menaçantes pour la réhabilitation du paysage ou de l'écosystème situé en aval
Hydrologie (ruissellement et infiltration de surface)	Les débits (eaux de ruissellement, infiltrations), niveaux d'eau	s.o.	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	s.o.
Qualité de l'eau (eaux de ruissellement et d'infiltration)	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Données de référence et d'amont. Qualité de l'eau prévue.
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Mensuel	Trimestriel / Annuel	
Hydrogéologie (eau dans les haldes de stériles, les eaux souterraines en amont, sous et à l'aval des haldes)	Taux d'infiltration et contenu d'humidité dans les haldes de stériles (données pression interstitielle / hydrauliques / lysimétriques)	s.o.	Trimestriel	Tel que requis	Taux d'infiltration de la conception / cible
	Niveaux d'eau ; volume d'eau des pores dans les haldes de stériles ; masse / volume des déchets rocheux exposé à l'oxygène	s.o.	Mensuel	Trimestriel / Annuel	s.o.
	Levé géophysique (par exemple levé électromagnétique en domaine temporel ; résistivité) pour cartographier la conductivité du sous-sol et les voies d'écoulement des infiltrations	Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	s.o.
	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Mensuel	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité des eaux souterraines au niveau national et étatique. Référence et inclinaison.
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Trimestriel	Trimestriel / Annuel	
	Stabilité géotechnique	Érosion, affaissement, glissements de terrain, niveaux des eaux (voir ci-dessus)	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire	Annuel / Tel que requis

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
AIRES DE STOCKAGE DES RESIDUS, BASSINS DE RETENUE DES RESIDUS					
Matériau des résidus	Taux de broyage et de production des résidus, masse/volume transféré vers une aire de stockage	Prévisions modélisées	Hebdomadaire	s.o.	Données modélisées.
	Caractérisation géochimique ^h	Référence / Tel que requis	Tel que requis	s.o.	Conditions géochimiques non menaçantes pour la réhabilitation du paysage ou de l'écosystème situé en aval
Hydrologie (eau stagnante)	Volume, niveau d'eau, débit des résidus dans l'installation, débit des pompes à décarter, débit des déversoirs.	s.o.	Quotidien	Quotidien (distant) / tel que requis	s.o.
Hydrologie (infiltration de surface)	Débit, niveau d'eau	s.o.	Hebdomadaire / Mensuel	Quotidien (distant) / tel que requis	s.o.
Qualité de l'eau (eau surnageante et d'infiltrations et de ruissellement)	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	s.o. ou modélisé	Hebdomadaire / basé sur les événements	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau spécifique au site (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Mensuel	Trimestriel / Annuel	
Hydrologie (eau porale dans les résidus, inclinaisons des eaux souterraines sous et en dessous des aires de stockage des résidus)	Niveaux d'eau : masse / volume des résidus exposés à l'air	Référence	Mensuel	Trimestriel / Annuel	s.o.
	Levé géophysique (par exemple levé électromagnétique en domaine temporel ; résistivité) pour cartographier la conductivité du sous-sol et les voies d'écoulement des infiltrations	Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	s.o.
	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	Référence	Mensuel	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité des eaux souterraines au niveau national et étatique. Données de référence et d'amont.
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Référence	Trimestriel	Trimestriel / Annuel	
Faune	Avifaune, mammifères, bétail	Référence	Hebdomadaire / basé sur les événements	Annuel	Aucune preuve de décès de la faune liés au projet.
Stabilité géotechnique (mur du barrage / remblai ; résidus)	Érosion, affaissement, glissements de terrains, liquide surnageant et niveau des eaux souterraines (voir plus haut), densité des résidus, force, (pénétromètre), teneur en eau (eau libérée par consolidation et capacité à supporter une couverture si besoin), se référer au manuel la <i>gestion des résidus (Tailings management)</i>	Prévisions modélisées	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Annuel / Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie; objectifs de réhabilitation.

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
PUITS / A CIEL OUVERT					
Matériau des parois des puits (cône de dépression de la nappe souterraine)	Masse / volume des matériaux exposés à l'air	Prévisions modélisées	Tel que requis	Tel que requis	Données modélisées.
	Caractérisation géochimique des lithologies. ^h	Référence / Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	Conditions géochimiques non menaçantes pour la réhabilitation du paysage ou de l'écosystème situé en aval.
Hydrologie des puits / des eaux de pluie	Débits des pompes d'assèchement	Prévisions modélisées	Quotidien	Tel que requis	s.o.
Qualité de l'eau de puits	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ⁱ	Prévisions modélisées	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Prévisions modélisées	Mensuel	Trimestriel / Annuel	
Hydrogéologie des puits (cône de dépression de la nappe souterraine)	Niveaux des eaux souterraines, débits (par exemple évacuation de l'eau des puits)	Prévisions modélisées	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Données modélisées.
	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ⁱ	Référence	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Référence	Mensuel	Trimestriel / Annuel	
Dynamitage	Vibration du sol et jet d'air haute pression	s.o.	Toutes les explosions surveillées	s.o.	Directives internationales / Nationales / Étatiques (par exemple Standards Australia 1998).
	Bruit, projections de roches (à quelle distance)	s.o.	Explosions sélectionnées	s.o.	directives (par ex. IFC 2007b). Pas de projection de roches au-delà de la zone d'exclusion de sécurité.
Stabilité géotechnique (matériau des parois de la mine)	Érosion, affaissement, glissements de terrain, niveaux des eaux souterraines (voir ci-dessus)	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Annuel / Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie; objectifs de réhabilitation.

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
MINES SOUTERRAINES					
Matériel d'assèchement (cône de dépression)	Masse/volume des matériaux exposés à l'air	Prévisions modélisées	Mensuel	Tel que requis	Données modélisées.
	Caractérisation géochimique des lithologies ^b	Référence; Tel que requis	Tel que requis	s.o.	Conditions géochimiques non menaçantes pour la réhabilitation du paysage ou de l'écosystème situé en aval.
Hydrogéologie (cône de dépression de la nappe souterraine)	Les niveaux des eaux souterraines et des débits (assèchement des puits); les flux de galeries	Référence ; Mensuel	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	s.o.
	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	Référence ; Mensuel	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Référence ; Mensuel	Mensuel	Trimestriel / Annuel	
Dynamitage	Vibrations du sol et jet d'air haute pression (en surface)	s.o.	Toutes les explosions surveillées	s.o.	Directives internationales / nationales / étatiques (par exemple Standards Australia 1998).
	Bruit en surface	s.o.	Explosions sélectionnées	s.o.	Directives internationales / nationales / étatiques (par exemple IFC 2007b).
Stabilité géotechnique	Stabilité des parois rocheuses, affaissement (en surface), glissements de terrains	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie ; objectifs de réhabilitation.
Qualité de l'air en sous-sol, champignon	Voir ci-dessous - Voir ci-dessous Santé et Sécurité au Travail (SST)	(SST) ⁱ	(SST) ⁱ	(SST) ⁱ	(SST) ⁱ
TAS DE DECHARGE ET LIXIVIAT					
Minerai	Taux de production de minerai, volume et masse de minerai	Prévisions modélisées	Quotidien	s.o.	Données modélisées.
	Caractérisation géochimique des lithologies ^b	Référence; que requis	Tel que requis	s.o.	Conditions géochimiques non menaçantes pour la réhabilitation du paysage ou de l'écosystème situé en aval.
Hydrologie (eaux de ruissellement et d'infiltration)	Débits, niveaux d'eau	s.o.	Quotidien	Trimestriel / Annuel	s.o.
Qualité de l'eau (eaux d'infiltration et de ruissellement)	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	Référence	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	Référence	Mensuel	Trimestriel / Annuel	

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE*			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ⁹	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Hydrogéologie (inclinaison des eaux souterraines, sous et en-dessous du gradient des tas de décharge / lixivitation)	Niveaux des eaux souterraines	Référence	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	s.o.
	Levé géophysique (par exemple levé électromagnétique en domaine temporel) pour cartographier l'écoulement souterrain	Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	s.o.
	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	Référence	Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Lignes directrices sur la qualité des eaux souterraines au niveau national et étatique. Référence et inclinaison.
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ⁹	Référence	Mensuel	Trimestriel / Annuel	
Stabilité géotechnique	Érosion, tassement, glissements de terrain	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie; objectifs de réhabilitation.
ROUTES DE TRANSPORT, ROUTES D'ACCES, ROUTES D'EXPLORATION, FORAGE					
Qualité de l'eau d'infiltration de ruissellement routier / de surface	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Basé sur les événements ; tel que requis	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ⁹	s.o.			
Bruit ambiant	Bruit (par exemple décibels pondérés A)	Référence	Tel que requis	s.o.	Directives internationales / nationales / étatiques (par exemple IFC 2007b).
Stabilité géotechnique	Érosion, tassement, glissements de terrain	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie; objectifs de réhabilitation.
Écosystèmes aquatiques – passage d'organismes	Conception et fonctionnement du passage ; passage d'organisme et la persistance en amont et en aval	Référence (exigences de passage du biote aquatique et riverain)	Annuel / basé sur les événements	Annuel / basé sur les événements	Altération minimale des distributions d'organismes. Les taux de passage d'organismes inchangés.
CARRIERES					
Qualité de l'eau de la mine	Les paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Hebdomadaire	Trimestriel/ Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	General and detailed water quality parameters (laboratory) ⁹	s.o.	Monthly	Quarterly/ yearly	
Dynamitage	Vibrations du sol, jet d'air haute pression, jet de pierre (distance parcourue)	s.o.	Toutes les explosions surveillées	s.o.	Directives internationales / nationales / Étatiques (par exemple Standards Australia 1998).
	Bruit (par exemple décibels pondérés A)	s.o.	Explosions sélectionnées	s.o.	Directives internationales / nationales / Étatiques (par exemple IFC 2007b).
Stabilité géotechnique	Stabilité géotechnique (Érosion, tassement, glissements de terrain)	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie; objectifs de réhabilitation.

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
CENTRALES ELECTRIQUES					
Émissions des fumées de cheminées	Polluants atmosphériques (par ex. dioxyde de soufre, oxyde d'azote, PM10, monoxyde de carbone)	s.o.	Tel que requis	s.o.	Directives internationales / nationales / étatiques (par exemple IFC 2007b).
INSTALLATIONS DE TRAITEMENT ET DE CONCASSAGE DES MINERAIS					
Eau usée; eau de ruissellement / récupération du site	Les paramètres généraux de qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	s.o.	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Hebdomadaire / basé sur les événements	s.o.	
FONDERIES					
Émissions des fumées de cheminées	Polluants atmosphériques (par ex. dioxyde de soufre, oxyde d'azote, PM10, monoxyde de carbone)	s.o.	Tel que requis	s.o.	Directives internationales / nationales / étatiques (par exemple IFC 2007b).
STOCKAGES D'EAU, BASSINS SÉDIMENTAIRES, ETC.					
Hydrologie	Débits, niveaux d'eau	s.o.	Basé sur les événements / Tel que requis	Trimestriel / Annuel	s.o.
Qualité de l'eau	Les paramètres généraux de qualité de l'eau (champ) ^f	s.o.	Basé sur les événements / Tel que requis	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Basé sur les événements / Tel que requis	Trimestriel / Annuel	
Sédimentation	Bathymétrie (visuel ; sections transversales / profils arpentés, télédétection, modélisation numérique de terrain) ; durée / séjour de la capacité de stockage de l'eau ; la composition des sédiments	s.o.	Basé sur les événements / Tel que requis	Trimestriel / Annuel	Spécifications de la conception d'ingénierie.
Stabilité géotechnique	Érosion, tassement, glissements de terrain	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Trimestriel / Annuel	Spécifications de la conception d'ingénierie ; objectifs de réhabilitation.
Écosystèmes aquatiques – passage d'organisme	Conception et fonctionnement du passage ; passage d'organisme et la persistance en amont et en aval	Référence (exigences de passage du biote aquatique et riverain)	Annuel / basé sur les événements	Annuel / basé sur les événements	Altération minimale des distributions d'organismes. Les taux de passage d'organismes inchangés.
MILIEUX HUMIDES BÂTIS					
Hydrologie	Débits, niveaux d'eau	s.o.	Basé sur les événements / Tel que requis	Trimestriel / Annuel	s.o.
Qualité / odeur de l'eau (Affluente, effluents)	Paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f , odeur	s.o.	Continu / Hebdomadaire	Trimestriel / Annuel	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de décharge (par exemple IFC 2007a ; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Continu / mensuel / saisonnier	Trimestriel / Annuel	

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Sédimentation	Bathymétrie (visuel; sections transversales / profils arpentés, télédétection, modélisation numérique de terrain); durée / séjour de la capacité de stockage de l'eau ; la composition des sédiments	s.o.	Basé sur les événements / Tel que requis	Trimestriel / Annuel	Spécifications de la conception d'ingénierie.
Stabilité géotechnique	Stabilité géotechnique (Érosion, tassement, glissements de terrain)	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire / basé sur les événements	Annuel / Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie ; objectifs de réhabilitation.
Végétation des zones humides	Diversité et santé de la végétation	s.o.	Mensuel / Saisonnier	Trimestriel / Annuel	s.o.
AUTRES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX (PAR EXEMPLE EAU POTABLE, EAUX GRISES, EAUX USEES)					
Consommation d'eau / génération d'eaux usées	Débits, niveaux d'eau	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire	s.o.	s.o.
Qualité / odeur de l'eau (influent, effluent)	Paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f , odeur	s.o.	Quotidien / Hebdomadaire	s.o.	Directives des critères de qualité de l'eau (utilisation sur site) ou de qualité pour l'eau de boisson (par exemple NHMRC 2004 ; WHO (OMS) 2004).
	Les paramètres détaillés et généraux de la qualité de l'eau (laboratoire) ^g	s.o.	Hebdomadaire / Mensuel	s.o.	
INSTALLATIONS D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS SOLIDES					
Génération de déchets	Taux de génération de déchets solides, réutilisation, recyclage et élimination, selon le type	Hebdomadaire / Mensuel	Hebdomadaire	s.o.	s.o.
Hydrologie (lixiviat / ruissellement)	Débits	Hebdomadaire / Mensuel	Hebdomadaire / Mensuel	Trimestriel / Annuel	s.o.
Qualité de l'eau /odeur (lixiviat / ruissellement)	Paramètres généraux de la qualité de l'eau (champ) ^f , odeur	Hebdomadaire / Mensuel	Hebdomadaire / Mensuel	Trimestriel / Annuel	Water quality criteria (onsite use) or discharge water quality guidelines (e.g. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	General and detailed water quality parameters (laboratory) ^g	Mensuel / Trimestriel	Mensuel / Trimestriel	Trimestriel / Annuel	
	Évaluation directe de la toxicité (macro-invertébrés, poissons, plus grands vertébrés) se référer au manuel <i>Gestion de la biodiversité (Biodiversity management)</i>	Mensuel / Trimestriel	Mensuel / Trimestriel	Tel que requis	Valeur de déclenchement telle que déterminée par les procédures ANZECC-ARMCANZ (2000)
Stabilité géotechnique	Stabilité géotechnique (Érosion, tassement, glissements de terrain)	s.o.	Quotidien/ Hebdomadaire / basé sur les événements	Annuel / Tel que requis	Spécifications de la conception d'ingénierie; objectifs de réhabilitation.
Visuel	Parasites / charognards / ordures	Quotidien	Quotidien	Trimestriel / Annuel	s.o.

a La fréquence des suivis de certains endroits qui pourraient avoir besoin d'être plus élevés pendant la saison humide (période de haut débit) et moins élevés pendant la saison sèche (périodes de bas débit ou sans débit). Une plus haute fréquence des suivis sera aussi requise avant et pendant les décharges hors site (par exemple en cas de suivi en aval des eaux de surface). Une tendance vers le suivi continu des paramètres environnementaux

apparaît, étant donné que les nouvelles technologies sont développées pour permettre une plus grande rentabilité et un suivi à distance ; les suivis continus facilitent l'identification des impacts importants (par exemple augmentations des eaux contaminées) aussi bien que des tendances à long terme. Certains projets peuvent demander une fréquence de suivi plus importante pendant la clôture plutôt qu'après celle-ci; la fréquence des suivis de clôture / post-clôture sont combinés ici par souci de simplification.

- b La fréquence du suivi pendant la phase d'exploitation / faisabilité peut varier avec la date prévue avant le commencement des opérations.
- c Le calibrage des bacs d'évacuation est requis pour assurer un bilan hydrique précis des données / hypothèses d'évaporation.
- d Courbe de calibrage/tarage pour chaque station de jaugeage des cours d'eau afin de permettre une conversion des données du niveau de l'eau en débit d'eau.
- e L'estimation des taux de sédiments fluviaux transportés est facilitée par les données du suivi continu de l'hydrologie (voir Hydrologie)
- f Les paramètres généraux sur le terrain peuvent inclure le pH, la température, la conductivité électrique/la salinité, la turbidité, l'oxygène dissolu, le potentiel d'oxydoréduction. Dans certains cas, des paramètres plus détaillés (par exemple certains métaux ou autres polluants préoccupants) ont besoin d'être évalués à la même fréquence que les paramètres généraux. Ce qui peut impliquer des analyses en laboratoire sur site ou l'utilisation de kits d'analyse sur le terrain.
- g Des paramètres pertinents peuvent inclure les totaux des solides en suspension, l'acidité / l'alcalinité, les ions importants et les ligands, les métaux, les nutriments, le carbone organique, les hydrocarbures, les E.coli, les coliformes totaux et autres contaminants potentiels spécifiques au site (par ex. les espèces cyanides, les radionucléides).
- h La caractérisation géochimique comporte généralement une combinaison d'essais statiques (par ex. le bilan acide-base, la composition géochimique, la minéralogie) et des essais cinétiques (essais de la colonne de lixiviation, essais du niveau d'oxydation des sulfures, mesures in situ de la concentration en oxygène des espaces poreux). *Voir le manuel : Éviter les drainages acides et métallifères (Preventing acid and metalliferous drainage).*
- i Les aspects plus généraux en matière de santé et de sécurité (OMS) sortent du cadre de ce manuel ; voir IFC (2007b) pour en savoir plus.

Sources : ANZECC-ARMCANZ (2000) ; IFC (2007a, 2007b) ; NHMRC (2004) ; Normes Australiennes (Standards Australia 1998) ; WHO (2004).

Table A2.2 : Éléments sociaux caractéristiques d'un projet de suivi d'une mine et d'un programme d'évaluation des performances

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Archéologie et patrimoine culturel indigène/ ressources culturelles physiques (RCP)	Patrimoine culturel: sites, lieux de sépulture, sites archéologiques / objets de croyances et de pratiques spirituelles	Référence	Tel que requis	Comme négocié dans le plan de clôture	Les principaux sites culturels et les objets préservés.
Construction	Infrastructure physique/ investissements; bâtiments, transport, circulation dans et en dehors du site, équipements collectifs, communications	Référence / Annuel	Annuel; circulation continue	Comme négocié dans le plan de clôture	Utilisation d'équipements collectifs, logements disponibles, utilisation des transports en commun, impacts sur la circulation quantifiés et gérés, nombre de propriétés privées (maison)
Plaintes et comportements de la communauté	Troubles sociaux (par ex. bruit, circulation) et plaintes; réaction de la communauté au sujet du projet minier	Référence	Hebdomadaire / Mensuel	Trimestriel / Annuel	Soutien continu de la communauté pour le projet; plaintes et suggestions de la communauté abordées.
Compensation	Nombre de personnes touchées, nature et ampleur des perturbations sols / ressources / subsistance; mesures prises pour compenser les pertes et perturbations	Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	Les personnes touchées sont justement indemnisées
Gouvernance	Structures de direction formelles et informelles, systèmes politiques et des protocoles, capacités qui peuvent répondre au développement	Référence / Annuel	Tel que requis	Annuel	Délais pris pour les autorisations de construction, participation électorale, soutien local pour un gouvernement local/municipal
Santé et alimentation	Enquêtes de santé et de nutrition (Santé générale, alimentation, exposition aux produits dangereux, qualité de l'eau potable, consommation de drogues, qualité de l'air, accès aux sanitaires et services de santé, incidence sur les maladies fréquentes et maladies sexuellement transmissibles	Référence / Annuel	Trimestriel / Annuel	Comme négocié dans le plan de clôture	L'état de santé et de nutrition est maintenu ou amélioré, augmentation des comportements dysfonctionnels, augmentation des sous-populations vulnérables (les personnes âgées, les femmes, les jeunes)

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^a	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Humain	Compétences, connaissances, éducation, expertise, migration interne-externe	Référence / Annuel	Trimestriel / Annuel	Comme convenu dans le plan de clôture	Proportion de la population qui reste dans la communauté après le lycée, taux de diplômés après le lycée, proportion de main d'œuvre opérationnelle qui est restée dans la communauté pendant [durée], taux de rétention, taux d'inscription à la formation professionnelle.
Accidents	Accidents de circulation ; blessures liées au projet; les répercussions en aval associées aux rejets	Tel que requis	Tel que requis	Tel que requis	Recul du taux d'accidents.
Réhabilitation des éléments culturels autochtones	« Bush tucker » nourriture typique du bush, l'habitat des principales espèces sauvages, la biodiversité liée à l'alimentation traditionnelle	Référence	Fréquent au cours des premières étapes; semestriel après la première réhabilitation, ensuite annuel	Annuel	Conservation et replantation des éléments clés, protection de zones spécifiques des perturbations, suivi d'un contrôle du retour des principales espèces, consultant pour évaluer la satisfaction de la communauté.
Utilisation des sols	Études des ressources et des sols, exigences en matière d'utilisation des sols et impacts, valeur économique des sols, actifs et ressources naturelles, animaux de pâturage et agriculture intensive/ horticulture (voir Table A2.1)	Référence	Tel que requis	Annuel	Les ressources naturelles sont maintenues ou améliorées
Les moyens de subsistance / socio-économique	Enquêtes socio-économiques / moyens de subsistance (emplois, revenus, ressources financières, coût de la vie, conditions de vie) opportunités de diversité économique (dépendance), activités de création d'emplois	Référence / Annuel	Trimestriel / Annuel	Comme négocié dans le plan de clôture	Emploi (taux de participation de la main d'œuvre dans la communauté locale, taux de chômage) revenus, les terres et les biens sont conservés ou améliorés par rapport aux coûts de la vie, le bien être est maintenu ou amélioré
Pratique et héritage des cultures non-indigènes	Importance du patrimoine, taux de dégradation, stabilité, sécurité	Tel que requis	Annuel	Annuel	Liste des besoins de conservation des biens nationaux ou patrimoniaux ou directives de conservation du patrimoine

ÉLÉMENT	PARAMÈTRES	FRÉQUENCE INDICATIVE ^a			CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES
		EXPLORATION / PHASE DE FAISABILITÉ ^b	CONSTRUCTION / PHASE DES OPERATIONS	CLÔTURE / PHASE POST-CLÔTURE (PAR EX. 3+ ANS)	
Historique du sous-sol préexistant du chantier et des puits	Contrôles de sécurité, populations de chauves-souris, utilisation et impacts du tourisme, interprétation des plans, progrès relatifs à la mise en œuvre, mesures économiques des valeurs de la communauté	Référence	Tel que requis	Tel que requis	Plans de conservations, évaluation des mesures de contrôle des risques de sécurité
Social	Réseaux communautaires, coopération et relation, participation sociale et civique, les dirigeants communautaires locaux et régionaux, normes sociales, vitesse du changement des communautés vulnérables	Référence / Annuel	Trimestriel / Annuel	Comme négocié dans le plan de clôture.	Participation des nouvelles familles arrivées dans la région aux services de la communauté, croissance / baisse des programmes sociaux
Visuel / esthétique	Photographie, photo aérienne / télédétection	Référence	Annuel	Annuel	s.o.
Qualité de l'eau, hydrologie, hydrogéologie, qualité de l'air (y compris la poussière), le bruit, les vibrations, les jets de pierres, la faune et la flore	Voir table A2.1	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Utilisation de l'eau	Enquêtes préliminaires sur l'utilisation de l'eau (par ex. eau potable, pêche / aquaculture, irrigation / agriculture, élevage, lavage, baignade, mines à petite échelle, hydro-électricité, loisirs, importance culturelle etc.)	Référence / Annuel	Trimestriel / Annuel	Annuel	Les ressources naturelles sont conservées ou améliorées

a La fréquence du suivi pendant l'exploitation / la période de faisabilité peut varier avec les temps prévus avant le commencement des opérations

b La fréquence du suivi pendant l'exploitation / la période de faisabilité peut varier avec les temps prévus avant le commencement des opérations

ANNEXE 3 : MÉCANISMES DE GESTION DES RÉCLAMATIONS

Ces dernières années, la gestion des plaintes est devenue une part importante du suivi et de l'évaluation

Kemp & Bond (2009) se sont inspiré de l'expérience de l'industrie minière au sujet du conflit des cadres opérationnels pour cerner ce qui fonctionne. Avec quelques éléments supplémentaires, ce qui fonctionne c'est :

- Une culture organisationnelle qui met un accent particulier sur les perspectives de la communauté
- Des ressources dédiées aux plaintes et aux revendications
- an effective procedure to record, track and close out resolved grievances
- Une procédure efficace pour enregistrer, suivre et clore les plaintes résolues
- Un système de réclamations établi dans le cadre d'un engagement général qui a pour but d'établir des relations de confiance
- Collaborer avec les populations locales et autres pour savoir comment traiter les plaintes avant que cela ne dégénère
- Avoir une approche de principes, y compris, au moins, la transparence, l'accessibilité, la rapidité, l'impartialité et un mécanisme de recours simple et fiable
- Considérer les questions dans un contexte pas comme un cas isolé
- Comprendre le problème, pas seulement le résoudre
- Construire des compétences sociales entre les professionnels de la communauté et les cadres dirigeants
- Avoir des relations avec la communauté qui fonctionne avec un pouvoir structuré et une autorité officiellement reconnue
- S'assurer que le traitement des plaintes des relations publiques vient de la communauté locale.

Ce qui ne fonctionne pas :

- Ne pas réussir à prévenir des conflits sur le principe qu'ils peuvent être évités ou traités à la volée
- Ne donner aux communautés aucun moyen de poser leurs questions, et qu'elles soient obligées d'avoir recours à des comportements destructeurs pour obtenir une réponse de la compagnie
- Recourir à la négociation et à une position pour négocier à armes égales plutôt que d'établir un dialogue pour construire une entente réciproque
- Ignorer ou refuser d'engager des groupes peu fiables
- Avoir des relations publiques déconnectées et isolées de la communauté
- Un manque de procédures de plaintes documentées et de registres de plaintes
- Refuser d'accepter les questions d'héritage comme partie intégrante des responsabilités de gestion des compagnies
- Faire de petites analyses et des contrôles requis
- Parler sans agir
- Introduire une tierce partie qui impose des processus inadaptés au contexte local
- Suivre des procédures institutionnelles sans les modifier pour s'adapter aux cultures et aux conditions locales

Les conseils supplémentaires sur les mécanismes de plaintes et le rôle des mécanismes de plaintes non judiciaires dans la pratique des entreprises actuelles se trouvent dans ICMM (2009) et IFC (2009).

RÉFÉRENCES

ACSI-FSC (Australian Council of Superannuation Investors & Financial Service Council) (2011). ESG reporting guide for Australian companies: building the foundation for meaningful reporting, http://www.asx.com.au/documents/asx-compliance/esg_reporting_guide_mar14.pdf.

ANCOLD (Australian National Committee on Large Dams) (2012). *Guidelines on tailings dams: planning, design, construction, operation and closure*, ANCOLD, Hobart, May 2012.

ANZECC-ARMCANZ (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand) (2000a). *Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*, National Water Quality Management Strategy, ANZECC & ARMCANZ, Canberra.

— (2000b). *Australian guidelines for water quality monitoring and reporting*, National Water Quality Management Strategy, ANZECC & ARMCANZ, Canberra.

ANZMEC-MCA (Australian and New Zealand Minerals and Energy Council & Minerals Council of Australia) (2000). *Strategic framework for mine closure*, ANZMEC & MCA.

ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency) (2005). *Code of practice and safety guide for radiation protection and radioactive waste management in mining and mineral processing*, Radiation Protection Series, no. 9, August 2005, ARPANSA, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps9.cfm>

— (2008). *Safety guide for the management of naturally occurring radioactive material (NORM) (2008)*, Radiation Protection Series, no. 15, August 2008, ARPANSA, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps15.cfm>

— (2014). *Fundamentals for protection against ionising radiation*, Radiation Protection Series, F-1, ARPANSA.

Austral Archaeology Pty Ltd (2001) *Conservation and heritage scoping study for Mount Morgan mine (MM801)*, Allom Lovell Pty Ltd and 3D Exhibitions, Adelaide, DME 95.

— (2002). *Conservation Management Plan, volume 1: Incorporating conservation policies and management strategies for the Mount Morgan mine site*, Adelaide, South Australia, NRM 141a.

Australia ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) (2013). *The Burra Charter: the Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance*, http://australia.icomos.org/wp-content/uploads/BURRA_CHARTER.pdf.

Australian Government (2013). *Significant impact guidelines 1.3: Coal seam gas and large coal mining developments—impacts on water resources*, <http://www.environment.gov.au/resource/significant-impact-guidelines-13-coal-seam-gas-and-large-coal-mining-developments-impacts>.

Australian Solomons Gold Limited (2009). *Gold Ridge Gold Mine Resettlement Action Plan*, <http://www.solomonsgold.com.au/assets/File/Resettlement%20Action%20Plan%2021st%20April%202009.pdf>.

Baker, AL, Ernst, WHO, Van Der Ent, A, Malaisse, OIS, Ginocchio, R (2010). 'Metallophytes: the unique biological resource, its ecology and conservational status in Europe, central Africa and Latin America', in Batty, LC, Hallberg KB (eds), *Ecology of industrial pollution*, Cambridge University Press.

Barnett, B, Townley, LR, Post, V, Evans, RE, Hunt, RJ, Peeters, L, Richardson, S, Werner, AD, Knapton, A, Boronkay, A (2012). *Australian groundwater modelling guidelines*, Waterlines report series no. 82, National Water Commission, Canberra.

Bennett, C (1975). 'Up the hierarchy', *Journal of Extension*, 13(2):7-12.

Bennett, K, Thom, V (2013). 'Tailoring corporate reporting to promote and enhance sustainable social development outcomes', 2nd International Conference on Social Responsibility in Mining.

Black, A, Hughes, P (2001). *The identification and analysis of indicators of community strength and outcomes*, Department of Family and Community Services, Western Australian Government.

Brown, GA (1993-2014). *Environmental audit guidebook*, loose-leaf publication updated three times per year, Thomson Reuters, Australia.

Bruce, SL, Noller, BN, Ng, JC, Grigg, AH, Mullen, BF, Mulligan, D (2002). *A study of metal and metalloid uptake by cattle grazing on rehabilitated tailings at Kidston Gold Mine, North Qld*, National Research Centre for Environmental Toxicology, Brisbane.

Bruce, SL, Noller, BN, Grigg, AH, Mullen, BF, Mulligan, DR, Ritchie, PJ, Currey, N, Ng, JC (2003). 'A field study conducted at Kidston Gold Mine, to evaluate the impact of arsenic and zinc from mine tailing to grazing cattle', *Toxicology Letters*, 137(1-2):23-34. Bureau Veritas Group (2009). *Sustainability report assurance*, service sheet pamphlet, <http://www.bureauveritas.com/wps/wcm/DownloadServiceSheetFile?p=UINBX2ZpbGVOYWwIIPVwyODY2XEFTUi5wZGY=>.

CER (Clean Energy Regulator) (2015). *Audit determination handbook*, CER, Canberra, <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/DocumentAssets/Documents/Audit%20determination%20handbook.pdf>.

DEAT (Department of Environmental Affairs and Tourism) (2004). *Cumulative effects assessment, integrated environmental management*, Information series 7, DEAT, Pretoria, http://www.environment.gov.za/sites/default/files/docs/series7_cumulative_effects_assessment.pdf.

DEHP (Department of Environment and Heritage Protection) (2013). *Guideline: mining: model mining conditions*, DEHP, Brisbane, <http://www.ehp.qld.gov.au/assets/documents/regulation/rs-gl-water-conditions-mines-fitzroy.pdf>.

— (2014). *EM1122 Rehabilitation requirements for mining resource activities*, guideline, DEHP, Brisbane.

DERM (Department of Environment and Resource Management) (2009). *A study of the cumulative impacts on water quality of mining activities in the Fitzroy River Basin*, DERM, Brisbane.

DEWHA (Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts) (1992). *Intergovernmental Agreement on the Environment*, DEWHA, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2006). *Stewardship*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.

— (2016a). *Risk management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.

— (2016b). *Community engagement and development*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.

- (2016c). *Working with Indigenous communities*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016d). *Preventing acid and metalliferous drainage*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016e). *Mine closure*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016f). *Biodiversity management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016g). *Mine rehabilitation*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016h). *Tailings management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- DMP-EPA (Western Australian Department of Minerals and Petroleum & Environmental Protection Authority) (2011). *Guidelines for the preparation of mine closure plans*, DMP & EPA, Perth.
- DRET (Department of Resources, Energy and Tourism) (2008a). *Water management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DRET, Canberra
- (2008b). *Cyanide management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DRET, Canberra.
- Dunlop et al. (2011). *Development of ecosystem protection trigger values for sodium sulfate in seasonally flowing streams of the Fitzroy River Basin*, ACARP, Australia.
- Elzinga, CL, Salzer, DW, Willoughby, JW (1998). *Measuring and monitoring plant populations*, Bureau of Land Management, Denver, Colorado, <http://www.blm.gov/nstc/library/pdf/MeasAndMon.pdf>.
- EPFI (Equator Principles Financial Institutions) (2006). *Equator principles*, <http://www.equator-principles.com>.
- ESMAP, World Bank & ICMM (2005). *Community development toolkit*, <http://www.icmm.com/document/4080>.
- Faith, DP, Dostine, PL, Humphrey, CL (1995). 'Detection of mining impacts on aquatic macroinvertebrate communities: results of a disturbance experiment and the design of a multivariate BACIP monitoring programme at Coronation Hill, Northern Territory', *Australian Journal of Ecology*, 20(1):167-180, doi:10.1111/j.1442-9993.1995.tb00530.
- FFSNI (Forest Fauna Surveys and Newcastle Innovation) (2013). *Mt Owen Complex fauna monitoring 2012 annual report*, report to Mt Owen Complex prepared by Forest Fauna Surveys Pty Ltd and Newcastle Innovation.
- Franks, D (2012). *Social impact assessment of resource projects*, International Mining for Development Centre, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, http://im4dc.org/wp-content/uploads/2012/01/UWA_1698_Paper-02_Social-impact-assessment-of-resource-projects1.pdf.
- Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ, Sarker, T, Cohen, T (2010a). *Cumulative impacts: a good practice guide for the Australian coal mining industry*, Australian Coal Association Research Program, Centre for Social Responsibility in Mining and Centre for Water in the Minerals Industry, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, Brisbane, www.csr.uq.edu.au/docs/CSRM%20SMI%20Good%20Practice%20Guide%20document%20LR.PDF.

Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ (2010b). 'Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia', *Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(4):299–312.

— (2013). 'The cumulative dimensions of impact in resource regions', *Resources Policy*, 38:640–647.

Geoscience Australia (2010). *Australia's in situ recovery uranium mining best practice guide: groundwaters, residues and radiation protection*, Geoscience Australia, Canberra, <http://www.ga.gov.au/webtemp/1549218/70503.pdf>.

Glencore (no date). *Restoration research*, Glencore Mt Owen Complex website, <http://www.mtowencomplex.com.au/EN/biodiversityandlandmanagement/Pages/RestorationResearch.aspx>.

Grant, CD, Ward, SC, Morley, SC (2007). 'Return of ecosystem function to restored bauxite mines in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement): S94–S103.

Green, RG (1979). *Sampling design and statistical methods for environmental biologists*, John Wiley & Sons, New York.

GRI (Global Reporting Initiative) (2006). *Sustainability reporting guidelines*, version 3.0, http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/ED9E9B36-AB54-4DE1-BFF2-5F735235CA44/0/G3_GuidelinesENU.pdf.

Hall G, Buchar A, Bonham-Carter G (2012). *Quality control assessment of portable XRF analysers: development of standard operating procedures, performance on variable media and recommended uses*, Canadian Mining and Industry Research Organization Exploration Division, Project 10E01, Phase I, <http://www.appliedgeochemists.org/index.php/publications/other-publications/2-uncategorised/106-portable-xrf-for-the-exploration-and-mining-industry>.

Hancock, MG (2010). 'Risk management systems for communicable diseases in the Papua New Guinean mining industry: maturity models—paths for development', PhD thesis, University of Queensland.

Hirth, G (2014). *A review of existing Australian radionuclide activity concentration data in non-human biota inhabiting uranium mining environments*, technical report no. 167, ARPANSA, Yallambie.

Howard, EJ, Roddy, BP (2012). 'Evaluation of the Water Erosion Prediction Project (WEPP) model: validation data from sites in Western Australia', in Fourie, A, Tibbet, M (eds), *Mine closure 2012* (pp. 81–92), proceedings of the Seventh International Conference on Mine Closure, 25–27 September, Brisbane, Australian Centre for Geomechanics, Perth.

Howse R (2004). 'Biological impacts of acid mine drainage in the Dee River, downstream of the Mt Morgan Mine, Central Queensland, Australia', MAppSc thesis, Central Queensland University, Rockhampton, Queensland.

— (2007). 'Chironomids abound in the acid mine drainage of the Dee River, Mt Morgan', *Australasian Journal of Ecotoxicology*, 12:3–8.

Humphrey, C, Pidgeon, R (2001). *Instigating an environmental monitoring program to assess potential impacts upon streams associated with the Ranger and Jabiluka mine sites: a report to the Alligator Rivers Region Technical Committee*.

Humphrey, CL, Faith, DP, Dostine, PL (1995). 'Baseline requirements for assessment of mining impact using biological monitoring', *Australian Journal of Ecology*, 20(1):150–166, doi:10.1111/j.1442-9993.1995.tb00529.

IAEA (International Atomic Energy Agency) (2002). *Management of radioactive waste from the mining and milling of ores: safety guide*, Safety Standards series no. WS-G-1.2, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1134_scr.pdf.

- (2003a). *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.
- (2003b). *Radiation protection and the management of radioactive waste in the oil and gas industry*, Safety Reports series no. 34, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1171_web.pdf.
- (2003c). *Extent of environmental contamination by naturally occurring radioactive material (NORM) and technological options for mitigation*, Technical Reports series no. 419, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS419_web.pdf.
- (2011). *Radiation protection NORM residues management in the production of rare earths from thorium containing materials*, Safety Reports series no. 68, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1512_web.pdf.
- (2013). *Radiation protection and management of NORM residues in the phosphate industry*, Safety Reports series no. 78, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1582_web.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>.
- (2006). *Sustainable development framework*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/page/1182/good-practice-guidance-for-mining-and-biodiversity>.
- (2008). *Planning for integrated mine closure*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/page/9568/planning-for-integrated-mine-closure-toolkit>.
- (2009). *Human rights in the mining and metals industry: handling and resolving local level concerns and grievances*, ICMM, London.
- (no date). *Community development toolkit*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/document/4080>.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection) (2007). *The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, ICRP publication 103, *Annals of the ICRP*, 37(2-4).
- IFC (International Finance Corporation) (2002). *Handbook for preparing a resettlement action plan*, IFC, Washington DC.
- (2006). *Performance standards on social and environmental sustainability*, IFC, Washington DC.
- (2007a). *Environmental health and safety guidelines for mining*, IFC, Washington DC, December 2007.
- (2007b). *Environmental, health, and safety general guidelines (general EHS guidelines)*, IFC, Washington DC.
- (2009). *Good practice note addressing grievances from project-affected communities: guidance for projects and companies on designing grievance mechanisms*, IFC, Washington DC.
- (2013). *Good practice handbook: cumulative impact assessment and management*, IFC Washington DC, April 2007.
- IIED (International Institute for Environment and Development) (2002). *Breaking new ground*, final report of the Mining, Minerals and Sustainable Development Project, IIED, London, <http://pubs.iied.org/pdfs/9084IIED.pdf>.

IUCN & ICMM (World Conservation Union and International Council on Mining and Metals) (2008). *IUCN-ICMM roundtable on restoration of legacy sites*, Toronto, Canada, 2–3 March 2008, Post-Mining Alliance, IUCN & ICMM.

Jeffree, RA, Twining, JR, Thompson, J (2001). 'Recovery of fish communities in the Finnis River, Northern Australia, following remediation of the Rum Jungle uranium/copper mine site', *Environmental Science & Technology*, 35:2932–2941.

Kemp, D, Bond, C (2009). *Mining industry perspectives on handling community grievances*, Centre for Social Responsibility in Mining, in collaboration with Harvard Kennedy School's Corporate Social Responsibility Initiative.

Koch, JK (2007a). 'Alcoa's mining and restoration process in south western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S11–S16.

— (2007b). 'Restoring a jarrah forest understorey vegetation after bauxite mining in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S26–S39.

Kuipers, JR, Maest, AS, MacHardy, KA, Lawson, G (2006). *Comparison of predicted and actual water quality at Hardrock Mines—the reliability of predictions in environmental impact statements*, Kuipers & Associates and Buka Environmental.

Majer, JD, Brennan, KE, Moir, ML (2007). 'Invertebrates and the restoration of a forest ecosystem: 30 years of research following bauxite restoration in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S104–S115.

MCA (Minerals Council of Australia) (2004). *Enduring Value: the Australian minerals industry framework for sustainable development*, MCA, http://www.minerals.org.au/data/assets/pdf_file/0006/19833/EV_SummaryBooklet_June2005.pdf.

MCMPR–MCA (Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources and Minerals Council of Australia) (2010). *Strategic Framework for Managing Abandoned Mines in the Minerals Industry*, Canberra, <http://www.industry.gov.au/resource/Mining/Documents/StrategicFrameworkforManagingAbandonedMines.pdf>.

Meadows, D (1998). *Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group*, Sustainability Institute, Hartland Four Corners, Vermont.

MME (Ministry of Mines and Energy) (2010). *Strategic environmental assessment for the central Namib uranium rush*, MME, Windhoek, Namibia.

Mudd, GM (2009). 'Sustainability reporting and mining: an assessment of the state of play for environmental indicators', *Proceedings of the SDIMI 2009 (Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry) Conference*, 6–8 July 2009, Gold Coast, Queensland, Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Newmont (2008). *Beyond the mine: the journey towards sustainability*, <http://www.beyondthemine.com/2008/>.

NHMRC (National Health and Medical Research Council) (2004). *National Water Quality Management Strategy: Australian drinking water guidelines*, NHMRC, Canberra, <http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/eh19syn.htm>.

Nichols, OG (2006). 'Developing completion criteria for native ecosystem reconstruction—a challenge for the mining industry', in Fourie, A, Tibbett, M (eds) 2006, *Mine Closure 2006: Proceedings of the First International Seminar on Mine Closure, 13–15 September 2006, Perth, Australia* (pp. 61–74), Australian Centre for Geomechanics, University of Western Australia.

- Nichols, OG, Grant, CD (2007). 'Vertebrate fauna restored of rehabilitated bauxite mines— key findings from almost 30 years of monitoring and research', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S116– S126.
- NSWEPA (NSW Environment Protection Agency (2015). Hunter River Salinity Trading Scheme, NSWEP, <http://www.epa.nsw.gov.au/licensing/hrsts/>.
- OOW (NSW Office of Water) (2014) *Groundwater monitoring and modelling plans: information for prospective mining and petroleum exploration activities*, OOW, Sydney, <http://www.water.nsw.gov.au/Water-management/Law-and-policy/Key-policies/Aquifer-interference/Aquifer-interference>.
- Paul, E, Nieland, K (2013). *Integrated reporting: going beyond the financial results*, PricewaterhouseCoopers, LLP.
- Porritt, J (2005). *Capitalism: as if the world matters*, London, Earthscan.
- QFCI (Queensland Floods Commission of Inquiry) (2012). Queensland Floods Commission of Inquiry: final report, QFCI, http://www.floodcommission.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/11698/QFCI-Final-Report-March-2012.pdf.
- Quinn, GP & Keough, MJ (2006). *Experimental design and data analysis for biologists*, Cambridge University Press, Port Melbourne, Australia.
- Read, J, Stacey, P (2009). *Guidelines for open pit slope design*, CSIRO, <http://www.publish.csiro.au/pid/6108.htm>.
- Richardson, S, Irvine, E, Froend, R, Boon, P, Barber, S, Bonneville, B (2011). *Australian groundwater-dependent ecosystems toolbox part 2: assessment tools*, Waterlines report series No. 70, National Water Commission, Canberra.
- Rio Tinto (2004). *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem rehabilitation on coal mines in the Bowen Basin*, Australian Coal Association Research Program project C12045.
- (2005). *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem rehabilitation on coal mines in the Hunter Valley*, Australian Coal Association Research Program project C13048.
- (2008). *Rio Tinto and biodiversity: achieving results on the ground*, <http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/RTBiodiversitystrategyfinal.pdf>
- SCER (Standing Council on Energy and Resources) (2013). *Multiple Land Use Framework*, SCER, Canberra, <https://scer.govspace.gov.au/workstreams/land-access/mluf/>.
- SCEW (Standing Council on Environment and Water) (2013). *National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Measure*, SCEW, Canberra, <http://www.scew.gov.au/nepms/assessment-site-contamination>.
- (no date). *National Environment Protection Measure (NEPMs)*, SCEW, Canberra, <http://www.scew.gov.au/nepms>.
- Smith, R, Jeffree, R, John, J, Clayton, P (2004). *Review of methods for water quality assessment of temporary stream and lake systems*, Australian Centre for Minerals Extension and Research.
- Standards Australia (1998). AS 2187.2-1998 *Explosives—storage, transport and use—part 2: use of explosives*, Standards Australia.
- Stokes, C, Meers, T, Unger, C, Davis-Hall, S, Montgomery, E (2008). 'Integration of ethno-botany with mine rehabilitation at RTA Gove bauxite mine', poster presented by Matrixplus Pty Ltd at MCA SD08, Darwin, 15–19 September 2008.

Sundaram, B, Feitz, A, Caritat, P de, Plazinska, A, Brodie, R, Coram, J, Ransley, T (2009). *Groundwater sampling and analysis: a field guide*, Geoscience Australia, record 2009/27 95 pp.
http://www.ga.gov.au/image_cache/GA15501.pdf

Taylor, GJ (2004). 'Chemical impacts of acid mine drainage in the Dee River, downstream of the Mount Morgan mine, Central Queensland, Australia', MAppSc thesis, Central Queensland University, Rockhampton.

Temple, HJ, Anstee, S, Ekstrom, J, Pilgrim, JD, Rabenantoandro, J, Ramanamanjato, J-B, Randriatafika, F, Vincelette, M (2012). *Forecasting the path towards a net positive impact on biodiversity for Rio Tinto QMM*, IUCN, Gland, Switzerland.

Underwood, AJ (1991). 'Beyond BACI: experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations', *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* (Melbourne), 42:569-587.

Unger, C, Lechner, AM, Glenn V, Edraki, M, Mulligan, DR (2012). 'Mapping and prioritising rehabilitation of abandoned mines in Australia', AusIMM/CMLR Life-of-Mine Conference 2012.

Unger C J, Lechner A M, Walton A, Glenn V, Edraki M, Mulligan DR (2014). 'Maturity of jurisdictional abandoned mine programs in Australia based on web-accessible information', AusIMM/CMLR Life-of-Mine Conference 2014.

Vink, S, Hoey, D, Robbins, S, Roux, E (2013). *Regulating mine water releases using water quality trading*, International Mine Water Association, Reliable Mine Water Technology, Golden, Colorado.

WAEPA (Western Australian Environmental Protection Agency) (2013). *Environmental assessment guideline for consideration of subterranean fauna in environmental impact assessment in WA*, Environmental Assessment Guideline no. 12,
<http://edit.epa.wa.gov.au/EPADocLib/EAG12%20Subterranean%20fauna.pdf>.

WHO (World Health Organization) (2004). *Guidelines for drinking water quality*, 3rd edition, WHO, Geneva.

Williams, DJ (2008). 'The influence of climate on seepage from mine waste storages during deposition and post-closure', in Fourie, A, Tibbett, M, Weiersbye, I, Dye, P (eds) 2008, *Mine Closure 2008: Proceedings of the Third International Seminar on Mine Closure* (pp. 461-473), 14-17 October 2008, Johannesburg, South Africa, Australian Centre for Geomechanics, University of Western Australia.

Williams, DJ, Williams, DA (2007). 'Possible impacts on mine water balance arising from lining of a tailings storage facility in Western Australia', in Fourie, A (ed.) 2007, *Proceedings of Total Tailings Management Seminar, Perth, Australia* (pp. 5-15), Australian Centre for Geomechanics, University of Western Australia.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Général

Allom Lovell Architects (2002). *Conservation Management Plan, Volume 2: Incorporating condition reports and recommendations for conservation works on 14 selected buildings*, Allom Lovell Architects, Brisbane, Queensland, DME 243.

Environment Australia (2002). *Energy efficiency and greenhouse gas reduction*, Australian Government, Canberra.

Graham A Brown & Associates & Westwood, A (2001). *Waste management and minimisation guidebook*, Thomson Reuters, Sydney.

ICOMOS (1964). *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites*, http://www.international.icomos.org/charters/venice_e.htm.

Koch, JM, Ward, SC (1994). 'Establishment of understorey vegetation for rehabilitation of bauxite-mined areas in the jarrah forest of Western Australia', *Journal of Environmental Management*, 41:1-15.

Koch, JM, Ward, SC, Grant, CD, Ainsworth, GL (1996). 'Effects of bauxite mine restoration operations on topsoil seed reserves in the jarrah forest of Western Australia', *Restoration Ecology*, 4(4):368-376.

McKenzie, NJ, Grundy, MJ, Webster, R, Ringrose-Voase, AJ (2008). *Guidelines for surveying soil and land resources*, 2nd edition, CSIRO Publishing, Melbourne.

Meers, T, Stokes, C, Unger, C, Dunbar, C (2008). 'The discovery of a critically endangered plant; lessons learnt at Rio Tinto Alcan Gove mine', paper presented at MCA SD08, Darwin, 15-19 September 2008.

National Committee for Soil and Terrain (2009). *Australian soil and land survey field handbook*, 3rd edition, CSIRO Publishing, Melbourne.

Norman, MA, Koch, JM, Grant, CD, Morald, TK, Ward, SC (2006). 'Vegetation succession after bauxite mining in Western Australia', *Restoration Ecology*, 14:278-288.

Thomas, I, Elliott, M (2009). *Environmental impact assessment in Australia: theory and practice*, 5th edition, Federation Press, Leichhardt, New South Wales.

Thomas, I (2005). *Environmental management: processes and practices for Australia*, Federation Press, Leichhardt, New South Wales.

Ward, SC, Koch, JM, Grant, CD (1997). 'Ecological aspects of soil seed-banks in relation to bauxite mining. I. Unmined jarrah forest', *Australian Journal of Ecology*, 22:169-176.

Sites internet sur la législation environnementale australienne

Australian Legal Information Institute (AustLII) (access to Australian, New Zealand and international legislation), <http://www.austlii.edu.au>.

Énergie, suivi des émissions et gestion

The ICMM has released the following publication on energy and emissions reporting:

Measurement, reporting and verification and the mining and metals industry, <http://www.icmm.com/document/2660>.

Other ICMM documents relating to energy and emissions management include:

The cost of carbon pricing: competitiveness implications for the mining and metals industry, <http://www.icmm.com/document/5286>.

Adapting to a changing climate: implications for the mining and metals industry, <http://www.icmm.com/document/5173>.

The role of mining and metals in land use and adaptation, www.icmm.com/document/2662.

Fugitive methane emissions in coal mining, <http://www.icmm.com/document/2040>.

Références par juridiction

Environnement

Commonwealth

Department of the Environment, <http://www.environment.gov.au/about/legislation.html>.

NSW

Department of Environment and Heritage, <http://www.environment.nsw.gov.au/legislation/>.

Vic.

Environment Protection Authority, <http://www.epa.vic.gov.au/about-us/legislation>.

Qld

Department of Environment and Heritage Protection, <http://www.ehp.qld.gov.au/about/legislation/index.html>.

WA

Environmental Protection Authority, <http://www.epa.wa.gov.au/AbouttheEPA/legislation/Pages/default.aspx>.

SA

Department of Environment, Water and Natural Resources, <http://www.environment.sa.gov.au/about-us/Legislation>.

Tas.

Environment Protection Authority, <http://epa.tas.gov.au/policy/>.

ACT

Environment and Planning Directorate, http://www.environment.act.gov.au/environment/environment_protection_authority/legislation_and_policies.

NT

Northern Territory Environment Protection Authority, <http://www.ntepa.nt.gov.au/about-nt-epa/legislation>.

Législation

Commonwealth

ComLaw, <http://www.comlaw.gov.au>.

NSW

NSW Parliamentary Counsel's Office,
<http://www.legislation.nsw.gov.au/maintop/scanact/inforce/NONE/0>.

Vic.

Victorian Law today, <http://www.legislation.vic.gov.au>.

Qld

Office of the Queensland Parliamentary Counsel, <https://www.legislation.qld.gov.au/OQPChome.htm>.

WA

State Law Publisher, <http://www.slp.wa.gov.au/legislation/statutes.nsf/default.html>.

SA

Attorney-General's Department, <http://www.legislation.sa.gov.au>.

Tas.

Tasmanian legislation, <http://www.thelaw.tas.gov.au>.

ACT

ACT Legislation Register, <http://www.legislation.act.gov.au>.

NT

Parliamentary Counsel,
http://www.dcm.nt.gov.au/strong_service_delivery/supporting_government/parliamentary_counsel.

Références concernant le suivi et la gestion de l'uranium

Department of the Environment

Supervising Scientist. *Annual report 2012-13*,
<http://www.environment.gov.au/resource/supervising-scientist-annual-report-2012-2013>.

Geoscience Australia

Australia's in situ recovery uranium mining best practice guide: groundwaters, residues and radiation protection, Canberra, 2010, <http://www.ga.gov.au/webtemp/1549218/70503.pdf>.

World Nuclear Association

Sustaining global best practices in uranium mining and processing: principles for managing radiation, health and safety, waste and the environment, 2007, <http://www.world-nuclear.org/WorkArea/linkit.aspx?LinkIdentifier=id&ItemID=16982>.

International Atomic Energy Agency

Monitoring and surveillance of residues from the mining and milling of uranium and thorium, Safety Reports series no. 27, Vienna, 2003, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1146_scr.pdf.

Radiation protection and the management of radioactive waste in the oil and gas industry, Safety Reports series no. 34, Vienna, 2003, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1171_web.pdf.

Surveillance and monitoring of near surface disposal facilities for radioactive waste, Safety Reports series no. 35, Vienna, 2004, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1182_web.pdf.

Assessing the need for radiation protection measures in work involving minerals and raw materials, Safety Reports series no. 49, Vienna, 2007.

Radiation protection and NORM residue management in the zircon and zirconia industries, Safety Reports series no. 51, Vienna, 2007.

Radiation protection and NORM residue management in the production of rare earths from thorium containing minerals, Safety Reports series no. 68, Vienna, 2011, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1512_web.pdf.

Radiation protection and NORM residue management in the titanium dioxide and related industries, Safety Reports series no. 76, Vienna, (2012), http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1568_web.pdf.

Radiation protection and management of NORM residues in the phosphate industry, Safety Reports series no. 78, Vienna, 2013.

Management of radioactive waste from the mining and milling of ores safety guide, Safety Standards series No. WS-G-1.2, Vienna, 2002, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1134_scr.pdf.

Occupational radiation protection in the mining and processing of raw materials safety guide, Safety Standards series No. RS-G-1.6, Vienna, 2004, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1183_web.pdf.

Agence australienne de protection des radiations et de sécurité nucléaire (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency)

Séries : protection des radiations

No. 1: *Recommendations for limiting exposure to ionizing radiation (1995) and National standard for limiting occupational exposure to ionizing radiation (republished 2002)*, March 2002, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps1.cfm>.

No. 2: *Code of practice for the safe transport of radioactive material*, January 2008, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps2.cfm>.

No. 2.1: *Safety guide for the safe transport of radioactive material*, August 2008, http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps2_1.cfm.

No. 9: *Code of practice and safety guide for radiation protection and radioactive waste management in mining and mineral processing*, August 2005, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps9.cfm>.

No. 15: *Safety guide for the management of naturally occurring radioactive material (NORM)*, August 2008, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps15.cfm>.

No. 16: *Safety guide for the predisposal management of radioactive waste*, September 2008, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps16.cfm>.

Références concernant les impacts cumulatifs

Biophysique

Australian Government (2013). *Significant impact guidelines 1.3: Coal seam gas and large coal mining developments—impacts on water resources*, <http://www.environment.gov.au/resource/significant-impact-guidelines-13-coal-seam-gas-and-large-coal-mining-developments-impacts>.

Department of Environment and Resource Management (2009). *A study of the cumulative impacts on water quality of mining activities in the Fitzroy River Basin*, Queensland Government, 49 pp.

Department of Environmental Affairs and Tourism (2004). *Cumulative effects assessment, integrated environmental management*, Information Series 7, Pretoria, 20 pp. , www.environment.gov.za/sites/default/files/docs/series7_cumulative_effects_assessment.pdf.

Hunter River Salinity Trading Scheme: working together to protect river quality and sustain economic development, www.epa.nsw.gov.au/resources/licensing/hrsts/hrsts.pdf.

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, 76 pp, www.nccarf.edu.au/publications/climate-risks-extreme-weather-guide-mining.

Vink, S, Hoey, D, Robbins, S, Roux, E (2013). *Regulating mine water releases using water quality trading*, International Mine Water Association, Reliable Mine Water Technology, Golden, Colorado.

Développement durable-triple rendement

Ministry of Mines and Energy (2010). *Strategic environmental assessment for the central Namib uranium rush*, Windhoek, Namibia.

International Finance Corporation (2013). *Good practice handbook: cumulative impact assessment and management guidance for the private sector in emerging markets*.

Global Reporting Initiative (2011). *Sustainability reporting guidelines and mining and metals sector supplement version 3.0*, www.globalreporting.org/resource/library/MMSS-Complete.pdf.

Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ, Sarker, T, Cohen, T (2010a). *Cumulative impacts: a good practice guide for the Australian coal mining industry*, Australian Coal Association Research Program, Centre for Social Responsibility in Mining and Centre for Water in the Minerals Industry, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, Brisbane, www.csr.uq.edu.au/docs/CSRM%20SMI%20Good%20Practice%20Guide%20document%20LR.PDF.

Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ (2013). 'The cumulative dimensions of impact in resource regions', *Resources Policy*, 38:640–647.

Franks DM, Brereton, D, Moran, CJ (2010). 'Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia', *Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(4):299–312.

Normes et directives relatives aux audits et aux performances

Normes Australiennes et Néo-Zélandaises

AS/NZS ISO 14004:2004 *Environmental management systems—General guidelines on principles, systems and support*, Standards Australia.

AS/NZS ISO 14015:2003 *Environmental management—Environmental assessment of sites and organizations (EASO)*, Standards Australia.

Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (2000). *Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*, ARMCANZ, Canberra.

— (2000). *Australian guidelines for water quality monitoring and reporting*, National Water Quality Management Strategy, Canberra.

Organisation Internationale pour les normes de standardisation

For standards in the ISO 1400 series, see <http://www.iso14000-iso14001-environmental-management.com/iso14000.htm>.

Other 'standards' in the series are guidelines, many of which are designed to help companies achieve certification to ISO 14001:2004. They include the following:

- ISO 14004:2004 provides guidance on the development and implementation of environmental management systems.
- ISO 14020:2000 covers labelling issues.
- ISO 14030+ provides guidance on performance.
- ISO 14040:2006 covers life-cycle issues.
- ISO 19011:2002 provides guidance on the principles of auditing quality and environmental management systems, and is applicable to all other types of management system auditing.

Autres normes et directives

ASTM International, Standard E1528-06 *Standard practice for environmental site assessments: transaction screen process*, ASTM.

— E1527-05 *Standard practice for environmental site assessments: Phase I environmental site assessment process*, ASTM.

— E1903-97 (2002) *Standard practice for environmental site assessments: Phase II environmental site assessment process*, ASTM.

Auditing and Assurance Standards Board (2008). *ASAE 3100 Compliance engagements*, AUASB, September 2008.

— 2007, *ASAE 3000 Assurance engagements other than audits or reviews of historical financial information 2007*, AUASB, July 2007.

Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2005). *Greenhouse challenge plus energy audit tool*, consisting of 11 energy audit protocols, <http://www.environment.gov.au/settlements/challenge/members/energyaudittools.html>.

NSW Department of Environment and Conservation (2006). *Compliance audit handbook*, DEC, 2006/13, <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/licensing/cahandbook0613.pdf>.

South Australian Environment Protection Authority (2003). *Protection for voluntary environmental audits*, 013/03, September.

Victorian Environment Protection Authority (2007). *Environmental auditor guidelines for conducting environmental audits*, publication 953.2, August 2007.

World Bank (1995). 'Environmental Auditing', *Environmental Assessment Sourcebook Update 11*, Environment Department, Washington DC.

World Bank Group (1998). 'Environmental audits in industrial projects', *Pollution prevention and abatement handbook*, July.



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