

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

THÈSE PRÉSENTÉE À  
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
À L'OBTENTION DU  
DOCTORAT EN GÉNIE  
Ph. D.

PAR  
Thierry ZAGRÉ

GESTION DES RISQUES ET AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DÉCISONNELLE  
POUR UNE MEILLEURE CLÔTURE DES PROJETS MINIERS

MONTRÉAL, LE 7 JUIN 2016



Thierry Zagré, 2016



Cette licence [Creative Commons](#) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié

**PRÉSENTATION DU JURY**

CETTE THÈSE A ÉTÉ ÉVALUÉE

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Mickaël Gardoni, directeur de thèse  
Département de génie de la production automatisée, École de Technologie Supérieure

M. Rémy Houssin, codirecteur thèse  
Laboratoire, Institut national des Sciences Appliquées de Strasbourg, France

M. Robert Hausler, président du jury  
Département de génie de la construction, École de Technologie Supérieure

M. Mathias Glaus, membre du jury  
Département de génie de la construction, École de Technologie Supérieure

M. Samuel Yonkeu, examinateur externe  
Département de géographie, Université de Montréal

ELLE A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 12 AVRIL 2016

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE



## **AVANT-PROPOS**

La qualité de vie de demain dépend des décisions, des choix et des actes des Hommes d'aujourd'hui. Nous sommes héritiers d'un cadre de vie tributaire des choix des générations précédentes.

Nous nous sommes intéressés à la gouvernance dans les entreprises au départ de ce projet de recherche. Ensuite, nos réflexions nous ont amenés vers les enjeux des risques et des décisions qui affectent la vie des hommes et impactent sa qualité. Le cheminement de la réflexion a fait ressortir que les décisions sont prises dans le but de maximiser l'intérêt ou les avantages des décideurs. Mais ce cheminement devrait tenir compte de l'impact de la décision. Il y a donc plusieurs options. Chaque option comprendrait des avantages et des inconvénients, en résumé, des risques.

Les projets d'extraction minière ont retenu notre attention, car nombreux et stimulés par la hausse des prix des matières premières. Malgré les précautions qui se prennent et les études d'impacts réalisées, les enjeux sociaux et environnementaux persistent à la clôture de ces projets d'extraction. L'essor de l'industrie de l'extraction (particulièrement celle de l'or) en 2011 soulevait de façon concrète et inquiétante ces enjeux. C'est à ce moment que l'intérêt pour le concept de gouvernance a évolué vers celui des risques. Qu'il s'agisse de gouvernance ou de gestion des risques, nous sommes restés dans le cadre de la décision.

L'industrie extractive contribue à l'essor économique de nos pays. Les gouvernements jouent leur rôle en assurant des conditions de vie meilleure aux populations. Mais, si la quête du profit (exploitation des ressources naturelles) doit détruire notre habitat, alors quelle sera en réalité, la qualité de vie dans quelques années?

Nous avons abordé cette recherche sur le comment amélioré la performance des projets avec un point de vue utilisant les concepts de risque, de décision, d'information et de cycle de vie.

Nous apportons à travers ce présent, notre modeste contribution à la science et à l'industrie, en proposant un outil qui pourrait aider à atténuer les risques en fin de projet. Contribuer à l'aide de la prise de bonnes décisions est notre façon de participer au maintien et à l'amélioration de la qualité de vie des générations futures.

Il n'a pas été simple d'avoir une vision et une pensée de gestionnaire et d'en être un dans une école pour ingénieurs. Cependant, cette expérience a été gratifiante et riche. Les perceptions sont très différentes. Nous espérons par ce travail avoir aidé à la diminution des problèmes de l'industrie de l'extraction.

## **REMERCIEMENTS**

M. Mickaël Gardoni, directeur de recherche. Merci pour votre patience et votre constant soutien inconditionnel. Merci aujourd’hui d’être un modèle pour moi.

M. Rémy Houssin, codirecteur de recherche, pour votre engagement et vos précieuses recommandations. Merci pour la communication efficace malgré la distance.

M. Samuel Yonkeu, membre du jury externe, pour votre accompagnement et votre soutien permanent au succès de la jeunesse d’Afrique et d’ailleurs.

M. Robert Hausler et M. Mathias Glaus, pour vos enseignements et pour avoir accepté de siéger dans le jury. Votre cours de méthodologie a été salutaire. Merci.

Mes amis et collègues du groupe de recherche au laboratoire LIPPS, Luz Maria Jimenez, Mario Dubois, Ahmed Cherifi, Lorena Escandon, Florent N. Lalo, Pierre Gignac, Idriss Coulibaly, pour m’avoir inspiré et soutenu dans les moments difficiles. Vous êtes ma nouvelle famille.

Eugene Zagré, mon père. Sans toi, il n’y aurait pas eu de rêves, d’ambitions et de succès. Je te dédie cet accomplissement.

Feue Colette Zagré, ma mère. J’ai pu sentir ta présence durant toute cette période, merci d’avoir été présente même depuis là où tu es.

Mon grand frère Gilles Éric, ma grande sœur Irène Y, mes petites sœurs Josèphe Myriam et Pogbi-Marie, qui ont été présents durant tout ce projet et dont l’affection et le soutien ne sont plus à démontrer. Vous faites l’objet de mon admiration et de mon affection inconditionnelle et permanente.

## VIII

À vous chers oncles, tantes et membres de la famille ZAGRÉ et ZONGO, qui avez été présents et qui avez beaucoup prié pour moi.

À mes amis particulièrement à Moubarak Compaoré, Dieudonné Samson Yaogho, Christelle Bouda, Corrine Koho, Nathalie Hangnilé Tiawara; Willfried de Jean Nonguerma, Herman Nazemsé Ouédraogo, Malick Tall, Auguste Bambara, dont pour certains, les thèses s'achèveront bientôt. Merci pour ces gestes, ces mots qui l'air de rien, ont fait une différence sur mon chemin. Recevez mes égards et toute ma reconnaissance continuelle.

# **GESTION DES RISQUES ET AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DÉCISONNELLE POUR UNE MEILLEURE CLÔTURE DES PROJETS MINIERS**

Thierry ZAGRÉ

## **RÉSUMÉ**

Les décisions qui sont prises dans le cadre d'un projet d'extraction portent sur les risques. La gestion des risques est outil de performance pour les projets. C'est dans la limitation des impacts des risques des décisions que l'on arrive aux meilleurs résultats. Dans le cas des projets de l'industrie extractive, les enjeux (sociaux, économique et environnementaux) sont nombreux et leur gestion a un fort impact sur la fin de la vie du projet.

De nos jours, les impacts sociaux, économiques et environnementaux sont toujours considérables pour les parties prenantes à la fin de vie des projets d'extraction. Dans cette thèse, nous proposons une analyse pour comprendre à quels moments du projet sont les plus à risques pour la fin du projet, et quelles sont les types de décisions qui prises en cours de projet affectent sa clôture en générant le plus de dégâts, le plus d'impact. Au passage, nous montrons quels types de décisions (stratégiques; administratives ou opérationnelles) portent le poids des risques. Notre analyse nous a permis de conclure que les décisions administratives portent le plus de poids en matière de risques et que l'évaluation des risques devrait se faire à des moments clés de la vie du projet. Ces moments sont les périodes qui portent le plus de risques sur la fin de la vie du projet.

Le problème est la difficulté de la prise en compte de la dimension temporelle ou dynamique des impacts dans un processus de décision. Pour proposer un outil pratique d'aide à la décision pratique pour les gestionnaires, nous présentons une hypothèse, la démarche par laquelle nous l'avons construit et comment celui-ci fonctionne.

Nous avons d'abord évalué la criticité dans la structure du projet avec l'outil AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités). Cela nous a permis d'identifier les étapes du cycle de vie du projet les plus à risques pour sa fin de vie. Après, nous avons analysé et identifié des types de décision qu'il est possible de prendre à chaque étape du cycle de vie. Ensuite, un Meta-AMDEC a été réalisé. Ce Meta-AMDEC ou AMDEC décisionnelle permet d'évaluer la criticité des décisions. Ainsi, nous avons identifié les étapes et les décisions critiques de la vie du projet. Avec cette dernière identification, nous avons été en mesure de proposer un outil décisionnel : MERID (Méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels), qui a une échelle de temps et qui aiderait le gestionnaire dans sa prise de décision au quotidien et à limiter les impacts à venir. Cet outil, MERID est conçu à partir de l'outil AMDEC soigneusement choisi pour sa dynamique et sa capacité à pondérer les risques en évaluant leur criticité. L'échelle de temps intègre le comportement des impacts dans le temps et également les défis associés à chaque période que l'on veut considérer. L'outil ouvre la perspective de la collaboration interne en entreprise et à internationale. Elle donne également une vue de projet pouvant aller jusqu'à plusieurs décennies.

**Mots clés :** Gestion; Gestion des risques; Décision; Fermeture de mine; AMDEC; Cycle de vie.



# **RISK MANAGEMENT AND IMPROVEMENT OF DECISION MAKING QUALITY FOR A BEST MINING PROJECTS CLOSING**

Thierry ZAGRÉ

## **ABSTRACT**

The decisions that are taken in the context of a mining project have risks. Risk management is a performance tool for projects. In fact, it is in risk limitation decision impacts that we reach the best results. In the case of projects in the extractive industry, the issues with social, economic and environmental challenges are many and their management has a strong impact at the end of the project life. Nowadays, social, economic and environmental risks have significant impacts on stakeholders at the end of the mining projects life. In this thesis we are proposing an analysis to understand when project risks must be assessed and also what types of decisions will bear the brunt of risks. At the same time we will show which type of decisions (strategic, administrative or operational) will bear the riskiest impacts. Our analysis led us to conclude that administrative decisions carry more weight in risk and risk assessment should be done at crucial moments in the life of the project. Those moments are the periods that have more risks at the end of the project life. The problem is the difficulty of taking into account the temporal or dynamic dimension of impacts in a decision process. To provide a practical tool to help in a concrete decision making for managers, we present a hypothesis, with a method used to build it and its functions. We first evaluated the criticality of the project structure with the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) tool. It allowed us to identify the stages of the life cycle of the riskiest project till the end of the project life. Next, we analyzed and identified types of decision that can be taken at each stage of the life cycle. Then, a meta-model was created FMEA. This decision Meta-FMEA evaluates criticality decisions. Thus, we have identified: the steps and critical decisions in the life of the project. This last identification helped to propose a decision-making process: RAMDI (Rapid Assessment Method of Decision Impacts), which has a time scale and would help the manager in his everyday decision-making, as well as regulating future impacts to come. This new tool, RAMDI is designed from the FMEA, which was carefully chosen for its dynamism and its ability to weight the risk by assessing their criticality. The time scale integrates the behavior of impacts in time and also the challenges associated with each time we want to consider. The tool not only offers prospect in the internal and international enterprise collaboration, but it also gives a forecast for up to several decades.

**Keywords :** Risk Management; décision; Mine clôture; FMEA; Life cycle; Management.



## TABLE DES MATIÈRES

	Page
1.1 Contexte .....	3
1.1.1 Projet d'extraction minière .....	4
1.1.1.1 Définition d'une mine .....	4
1.1.1.2 Question de la responsabilité .....	5
1.1.1.3 Vision globale d'un projet d'extraction .....	6
1.1.1.4 Exploration .....	7
1.1.1.5 Faisabilité .....	8
1.1.1.6 Construction .....	8
1.1.1.7 Production .....	8
1.1.2 Fermeture et post fermeture .....	9
1.1.3 Intérêt pour l'étape de la fermeture .....	9
1.1.4 Intérêt des risques dans le travail .....	9
1.2 Problématique industrielle .....	11
1.3 Objectif de la réflexion : La préoccupation de la prise en compte de l'aspect temporel .....	12
1.3.1 Nuance sur la prise en compte du temps .....	12
1.4 Question de suivi environnemental .....	12
1.5 Définition de concepts clés .....	13
1.6 Synthèse du chapitre 1 .....	14
2.1 Le concept du risque .....	15
2.1.1 Objectifs et enjeux de la gestion des risques .....	18
2.1.2 Évolution du concept de gestion des risques .....	20
2.1.3 La gestion des risques et la gestion de projet .....	22
2.1.4 Gestion des risques et besoin en information .....	22
2.2 Le concept de la décision .....	23
2.2.1 Définitions .....	23
2.2.2 Les types de décisions .....	24
2.2.3 Les étapes de la prise de décision .....	26
2.2.4 L'aide à la décision .....	26
2.2.5 Enjeux et difficultés de la prise de décision .....	27
2.2.6 Le lien entre la gestion des risques et la décision .....	28
2.3 Le concept de cycle de vie .....	28
2.3.1 L'analyse du cycle de vie .....	29
2.3.2 Les fonctions de l'analyse du cycle de vie .....	30
2.4 Notion de fermeture des mines .....	31
2.4.1 Types de fermetures et raisons .....	32
2.5 Le concept de l'information .....	33
2.6 Problématique scientifique .....	35
2.6.1 Objectifs de la recherche .....	35
2.6.2 Les retombées contributions .....	36
2.7 Hypothèse .....	36
2.8 Pertinence de la problématique soulevée .....	38

2.9	Synthèse chapitre 2 .....	38
3.1	Résumé de la méthodologie .....	39
3.2	Étape 1 : Analyse des informations .....	40
	3.2.1    Analyse de l'information externe sur la fermeture du projet minier .....	40
	3.2.2    Analyse l'information interne sur la fermeture du projet minier .....	41
	3.2.3    Observation terrain des décisions en projet d'extraction .....	41
3.3	Étape 2 : Isoler les périodes critiques .....	44
	3.3.1    Choix d'un outil de gestion des risques .....	44
	3.3.2    Établir le cycle de vie du projet .....	45
	3.3.3    AMDEC structure .....	45
3.4	Étape 3 : Isoler les décisions critiques .....	47
3.5	Étape 4 : Proposition d'un modèle qui intègre le temps .....	48
	3.5.1    Tableau croisé périodes critiques et décisions critiques .....	48
	3.5.2    Analyse de quelques outil d'aide à la décision .....	48
	3.5.3    Modèle décisionnel qui prend en compte le temps .....	48
3.6	Étape 5 : Choisir.....	49
3.7	Évaluation de la valeur ajoutée de l'outil MERID.....	50
	3.7.1    Échantillon .....	51
	3.7.2    Stratégie du questionnement .....	52
3.8	Synthèse chapitre 3 .....	52
4.1	Étape 1 : Analyse des informations .....	53
	4.1.1    Résultats : Analyse des informations externes.....	53
	4.1.2    Bilan de l'analyse des informations externes.....	56
	4.1.3    Résultats : Analyse des informations internes .....	57
	4.1.3.1    Les informations de l'étape de l'exploration .....	57
	4.1.3.2    Les informations de l'étape de la faisabilité .....	57
	4.1.3.3    Les informations de l'étape de la construction .....	58
	4.1.3.4    Les informations de l'étape de la production.....	58
	4.1.3.5    Les informations de l'étape de la fermeture et la post-fermeture .....	58
	4.1.4    Bilan sur les informations internes .....	58
	4.1.5    Observation terrain des décisions en projet d'extraction .....	60
	4.1.5.1    Résultats : observations terrain .....	60
4.2	Bilan des analyses et observations .....	61
4.3	Étape 2 : Isoler les périodes critiques .....	62
	4.3.1    Résultats : choix d'un outil de gestion des risques pour notre modèle .....	62
	4.3.1.1    Présentation de l'outil de risque AMDEC .....	63
	4.3.1.2    Fonctionnement d'AMDEC.....	64
	4.3.2    Établir le cycle de vie du projet .....	65
	4.3.3    AMDEC structure .....	65
4.4	Étape 3 : Isoler les décisions critiques .....	67
4.5	Étape 4 : Proposition d'un modèle qui intègre le temps .....	70
	4.5.1    Tableau croisé périodes critiques et décisions critiques .....	70
	4.5.2    Résultats : Méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels (MERID).....	71

4.5.3	Modèle décisionnel qui prend en compte le temps .....	72
4.5.4	Fonctionnement MERID.....	72
4.6	Étape 5 : Choisir.....	76
4.7	Application de MERID à un cas réel .....	77
4.7.1	Mise en contexte : déversement de cyanure .....	77
4.7.2	Récapitulatifs des actions/coûts – choix .....	80
4.7.3	Résultats des entretiens et valeur ajoutée de l'outil MERID .....	82
4.8	Synthèse chapitre 4 .....	84
5.1	Les enjeux et perspectives pour les entreprises .....	85
5.2	Les avantages et les inconvénients de MERID selon les experts .....	86
5.3	Performance de l'outil après application sur un réel .....	87
5.4	Ouverture et analyse par rapport au travail.....	89
5.4.1	Dynamique de réalisation des projets .....	89
5.4.2	Problématique des outils d'aide.....	89
5.4.3	Évolution de la responsabilité sociale des entreprises (RSE) .....	90
5.4.4	L'information et ses problèmes .....	90
5.4.5	Les outils pour qui finalement ?.....	91
5.5	Réponse à problématique et l'hypothèse .....	91
5.6	Synthèse chapitre 5 .....	92



## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 2.1 Les types de risques .....	17
Tableau 2.2 Perception du risque.....	18
Tableau 2.3 Fréquence et criticité des risques .....	20
Tableau 2.4 Intérêt de la gestion des risques .....	20
Tableau 2.5 Comparaisons des types de décision.....	25
Tableau 2.6 Problématiques de l'information .....	34
Tableau 3.1 Étapes de la méthodologie avant l'évaluation.....	40
Tableau 3.2 Structure du projet d'extraction de SMB .....	43
Tableau 3.3 Indicateurs d'analyse multicritères .....	44
Tableau 3.4 Proposition d'une échelle d'appréciation des paramètres d'AMDEC .....	46
Tableau 4.1 Résumé des types d'informations externe dans les mines .....	56
Tableau 4.2 Résumé de l'analyse des informations en interne .....	59
Tableau 4.3 Problématique de l'information à .....	59
Tableau 4.4 Proposition d'un tableau comparatif de quelques outils de risque.....	63
Tableau 4.5 Les différents types d'AMDEC .....	64
Tableau 4.6 Tableau un de base d'AMDEC .....	64
Tableau 4.7 Les composantes du tableau AMDEC .....	65
Tableau 4.8 AMDEC structure du projet minier (cas d'inata).....	66
Tableau 4.9 Type de décision selon l'étape du cycle de vie et les départements en charge....	68
Tableau 4.10 AMDEC décisionnel .....	69
Tableau 4.11 Code couleur du tableau croisé avec intervalles .....	70
Tableau 4.12 Tableau croisé des criticités AMDEC structure et AMDEC décisionnel .....	71

Tableau 4.13 Analyse des impacts potentiels (0 à 5 ans) .....	74
Tableau 4.14 Analyse des impacts potentiels (6 à 15 ans) .....	74
Tableau 4.15 Résumé des choix de décisions et des coûts .....	76
Tableau 4.16 Code couleur des criticités des décisions .....	77
Tableau 4.17 Code couleur des criticités des décisions .....	78
Tableau 4.18 Analyse des impacts potentiels entre 0 et 5ans .....	79
Tableau 4.19 Analyse des impacts potentiels entre 6 et 15 ans .....	80
Tableau 4.20 Récapitulatif des actions et de leurs coûts .....	81
Tableau 4.21 Choix en fonction des potentiels impacts sur la fermeture du projet.....	81
Tableau 5.1 Tableau d'appréciation de performance des outils de gestion de risque.....	86
Tableau 5.2 Forces et faiblesses de l'outil HAZOP .....	95
Tableau 5.3 Forces et faiblesses d'ISO31000.....	96
Tableau 5.4 Forces et faiblesses l'outil PRA .....	96
Tableau 5.5 Forces et faiblesses de l'outil Monte-Carlo .....	97
Tableau 5.6 Forces et faiblesses l'outil AMDEC .....	97
Tableau 5.7 Forces et faiblesses de l'outil FTA .....	98
Tableau 5.8 Forces et faiblesses de l'outil (ETA).....	98
Tableau 5.9 Forces et faiblesses de l'outil PHA .....	99
Tableau 5.10 Identification du style de décision .....	103
Tableau 5.11 Les outils du coffre à outils ICMM et leur fonction .....	108

## **LISTE DES FIGURES**

	Page
Figure 1.1 Le cycle de vie et les activités d'une mine.....	6
Figure 1.2 Proposition du cycle de vie d'un projet minier .....	7
Figure 2.1 Proposition d'un schéma des étapes de la gestion des risques .....	19
Figure 3.1 Structure du projet SMB.....	42
Figure 3.2 Composition de l'échantillon du sondage .....	51
Figure 4.1 Modèle de prise de décision qui intègre de temps (MERID) .....	72
Figure 5.1 Processus d'examen des impacts sur l'environnement au Québec méridional....	100
Figure 5.2 Le modèle d'aide à la décision de Vroom-Yetton-Jago .....	104
Figure 5.3 Outil Kepner-Tregoe .....	105
Figure 5.4 Séquence de l'outil ooda loop .....	106



## **LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES**

ACDI	Agence Canadienne de Développement International
ACV	Analyse du Cycle de Vie
AFNOR	Association Française de NORmalisation
AMDE	Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et leurs Criticités
AFD	Agence Française de Développement
AHP	Analytic Hierarchy Process
BAD	Banque africaine de développement
BAPE	Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement
ETA	Event Tree Analysis
FMI	Fond Monétaire International
FTA	Fault Tree Analysis
ICMM	International Council on Mining and Metals
ICV	Inventaire du Cycle de Vie
IRR	Internal Rate of Return
LCC	Life Cycle Cost
MAUT	Multi Attribute Utility Theory
MCM	Mine Closure Model
MERID	Méthode d'Évaluation Rapide des Impacts Décisionnels
MRPP	Mining Risk Prevention Plans
NPV	Net Present Value
ONU	Organisation des Nations Unies

PLM	Product Life cycle Management
PME	Petites et Moyennes Entreprises
QSPM	Quantitative Strategic Planning Matrix
RPD	Recognition Primed Decision
RSE	Responsabilité Sociale des Entreprises
USAID	United States Agency for International Development

## INTRODUCTION

Les projets d'extraction sont de plus en plus nombreux. L'essor des prix des ressources minières comme l'or (2009 - 2011) a encouragé l'exploration et le développement des projets miniers. Du Canada à l'Afrique en passant par les pays de l'Amérique du Sud, jusqu'en Asie, on développe des projets d'extraction d'or, de gaz et d'autres types de minéraux. Ces projets soutiennent et renforcent les économies, en plus des projets de développement, mais à quel prix?

Avant d'être exécutés, les projets d'extraction font l'objet d'analyse de risques. Les gestionnaires font un état des lieux et ils évaluent les impacts que le projet pourrait avoir sur le milieu. Ils préparent également des plans de gestion de ces risques. Malgré toutes ces préparations, les impacts sociaux et environnementaux persistent à la fin des projets. Dans l'article d'enquête de Agnès G et Isabelle Hachey paru dans le journal *La presse (journal presse écrite de la province du Québec au Canada)* le 20 octobre 2012 (1)<sup>1</sup>, on peut lire, par exemple, que des habitants d'une vallée du Honduras soutiennent avoir été empoisonnés à petit feu par les activités d'une mine aurifère. Ces habitants parlent de leurs rivières asséchées, de leurs maladies de peau, de leurs puits contaminés à l'arsenic et au mercure. Ainsi, la question de la responsabilité sociale des entreprises devient automatiquement une préoccupation majeure. Mais les dégâts persistent encore et toujours. Les auteurs rapportent dans leur article que des rivières sont devenues jaunes et des cas d'empoisonnements ont été confirmés par les médecins, et tout cela est lié aux activités de projet minier clôturé. Les auteurs citent des exemples du même genre de partout dans le monde, comme en Papouasie-Nouvelle-Guinée, en République Démocratique du Congo, en Argentine, en Roumanie, au Guatemala, au Mexique, en Bolivie.

Pourtant des outils de gestion de risques existent. Ils aident les gestionnaires à limiter les impacts. Ce qui nous amène au problème industriel qu'est l'efficacité des prises de décision. C'est le sujet que nous tentons de comprendre et d'on on veut repousser les limites en

---

<sup>1</sup> La référence du type (1) renvoie à une page web consultée et citée dans les références web à la fin du document

situation de projet d'extraction. Les décisions sont prises avec un niveau de connaissance parfois faible en plus de la méconnaissance des niveaux de criticité et des impacts dans le temps. Les risques présentent une photo de l'entreprise (du projet) à un moment précis compte tenu d'un ensemble d'information (Luisot J. P, 2005). Les risques sont évalués par expérience et prennent difficilement en compte la dimension temporelle dans leur expression, c'est à dire l'évolution de l'impact dans le temps. Ce projet de recherche tente de répondre à la problématique suivante : comment rendre la gestion des risques dynamique?

Pour répondre à cette question, nous proposons un outil d'aide à la décision appelé méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels (MERID). Dans le chapitre 1, nous introduisons le contexte, la problématique industrielle dans un contexte minier et quelques définitions de concepts. Ensuite, dans le chapitre 2, nous présentons l'état de l'art sur les concepts de risques, information et de la décision. Nous évoquons aussi, le cycle de vie, qui est un concept que nous utilisons également et nous présentons la problématique scientifique. Puis, au chapitre 3, nous présentons la méthodologie pour répondre à la problématique. La méthodologie repose sur l'outil de gestion des risques (analyse des modes de défaillances de leurs effets et criticité) AMDEC, choisi après analyse multicritère avec d'autres outils de gestion des risques. Au chapitre 4 : nous avons appliqué AMDEC sur la structure du projet premièrement et sur les décisions en cours de projet deuxièmement pour y faire ressortir les moments et les décisions critiques. C'est à l'issue de ces deux AMDEC que nous construisons notre outil MERID qui prend en compte le temps et l'évolution des impacts. Nous utilisons le nouvel outil dans un cas réel, pour montrer comment il fonctionne. Enfin, au dernier chapitre, le chapitre 5, nous évaluons la MERID avec un sondage. Nous terminons par une discussion.

## CHAPITRE 1

### CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE INDUSTRIELLE

#### 1.1 Contexte

Dans le contexte des entreprises, les gestionnaires doivent prendre des décisions. Ils travaillent pour l'intérêt et la rentabilité de l'entreprise. Pour le faire, ils utilisent des outils d'aide à la décision. Les décisions doivent maximiser la rentabilité et diminuer les risques. Dans le cadre des projets, des décisions sont aussi prises avec pour objectif l'augmentation de la rentabilité. Dans le cas des projets miniers en particulier, il semble que malgré la formation des gestionnaires, les outils à leur disposition et autres moyens déployés en entreprise, il arrive que des risques se manifestent avec des impacts souvent importants. Les efforts de prendre des décisions bonnes sont manifestes, mais les risques peuvent affecter de façon négative la rentabilité d'un projet. La manifestation des risques semble aussi avoir plus d'impact dans le cas des projets d'extraction. Cette constatation nous ramène aux questions : pourquoi les problèmes sociaux économiques et environnementaux malgré les efforts de gestion persistent? L'importance de la Responsabilité Sociale des Entreprises (RSE) est-elle vraiment considérée?

Le concept de la responsabilité sociale des entreprises remonte aux années 1950 (Quairel-Lanoizellée Françoise et Michel, 2010). Son processus et son importance ont été discutés avec des perspectives d'amélioration (Turcotte et al., 2010). Les Gouvernements comme celui du Canada (2) présentent la responsabilité sociale des entreprises (RSE), comme « *les mesures volontaires prises par une entreprise pour exercer ses activités d'une manière durable sur les plans économique, social et environnemental* ». À ce jour, la RSE est devenue stratégique pour les entreprises (Lépineux F, 2004). Les entreprises pourraient en foy de la RSE, développer et agir en faveur problèmes sociaux et environnementaux. Le développement et l'accroissement de l'importance du concept de la RSE aident à de meilleures performances des projets (Fel, 2011). C'est-à-dire de meilleures pratiques de gestion des enjeux sociaux environnementaux et une diminution des impacts de ceux-ci.

## 1.1.1 Projet d'extraction minière

### 1.1.1.1 Définition d'une mine

Notre intérêt va porter sur les mines. Or une mine est définie comme une : *Zone où l'on exploite des substances utiles (autres que des matériaux rocheux) sous forme de gisement ou de filon, soit à ciel ouvert, soit par puits et galeries (3); ou un terrain d'où l'on peut extraire un minerai; cavité aménagée pour l'extraction d'un minerai; installations utilisées pour exploiter un minerai (4).*

À la différence de la carrière définie comme un endroit où l'on exploite des roches propres à la construction, l'exploitation d'une mine est beaucoup plus complexe et demande des moyens technologiques et chimiques plus importants.

Pour s'engager dans l'extraction, il faut prendre des décisions compte tenu du contexte, comme le terrain et sa structure, la législation ou encore la position géographique. Le cas des mines a été choisi pour la complexité des risques à y gérer. Notre réflexion commence sur les enjeux qui entourent les projets miniers en général, jusqu'à leurs fermetures en particulier. Il y a beaucoup de décisions qui entourent l'industrie extractive. Pour les entreprises, par exemple, elles sont relatives aux types d'exploitations. Pour les gouvernements, elles concernent les autorisations de prospection, par exemple. Pour l'ensemble, il est question des défis et des enjeux sociaux, économiques et environnementaux tout le long du projet. Les choix sont faits avec un niveau d'incertitude que nous voudrions aider à réduire.

L'exploitation des ressources minières peuvent souvent faire l'objet de projet international. En effet, il arrive quelquefois qu'une entreprise s'internationalise pour un projet du genre. Dans cette situation, devenue assez courante de nos jours, on entre dans cadre de projet international.

Les ressources minières se transigent à l'échelle internationale. Aussi, le cours des matières premières est soumis aux lois de l'offre et de la demande ainsi qu'aux aléas économiques internationaux. L'industrie extractive de manière générale, sauf le récent ralentissement économique (2008-2009) qui pèse encore sur elle, connaît une croissance très importante.

Les projets d'extraction ont plusieurs parties prenantes. Les gouvernements, les communautés locales; les investisseurs, la société qui s'implante, en sont des exemples. L'interaction entre les parties prenantes soulève les questions de droits, mais aussi celles des devoirs. La suite de notre réflexion va porter sur la responsabilité.

#### **1.1.1.2 Question de la responsabilité**

Lorsqu'un projet se passe bien et que tout le monde y trouve son compte, il n'y a point de problème. Cependant, quand des problèmes surviennent, il faut qu'une partie prenante assume la situation. Ce qui n'est pas toujours évident.

La responsabilité, une notion souvent floue, car elle soulève des questions :

- Où commence-t-elle et à quel moment finit-elle?
- Qui sont ceux qui en partagent le tissu?
- Comment et à quel moment durant le projet?

La responsabilité sociale, environnementale des entreprises est un enjeu majeur dans les projets d'envergures tels que ceux de l'extraction. Les parties prenantes : gouvernements, entreprises mandataires, prestataires, groupes sociaux, engagent leurs responsabilités dans le projet. Si les engagements des parties ne sont pas respectés, des conséquences graves peuvent subvenir et cela n'avantage aucune des parties.

Les débats autour des responsabilités sociales et environnementales des entreprises de l'industrie des mines sont nombreux. Certaines sociétés minières n'ont pas toujours été correctes envers les populations, ni respectueuses de l'environnement. Cette situation est plus vraie et importante à la fin de vie de la mine (à sa fermeture). Les entreprises qui exploitent doivent faire face aux enjeux et aux défis du développement durable, de la zone ou région où ils ont mené leurs activités. L'amplitude des impacts à ce moment est clairement connue et l'envergure des défis est concrète.

### 1.1.1.3 Vision globale d'un projet d'extraction

Pour voir l'ensemble du projet d'extraction, il faut le décomposer en ses étapes d'existence et d'évolution. Grâce au cycle de vie, il est possible d'avoir cette vision globale. Le code de pratiques écologiques pour les mines de métaux d'environnement Canada propose le cycle de vie d'une mine comme suit dans la figure ci-dessous (Figure 1.1) :

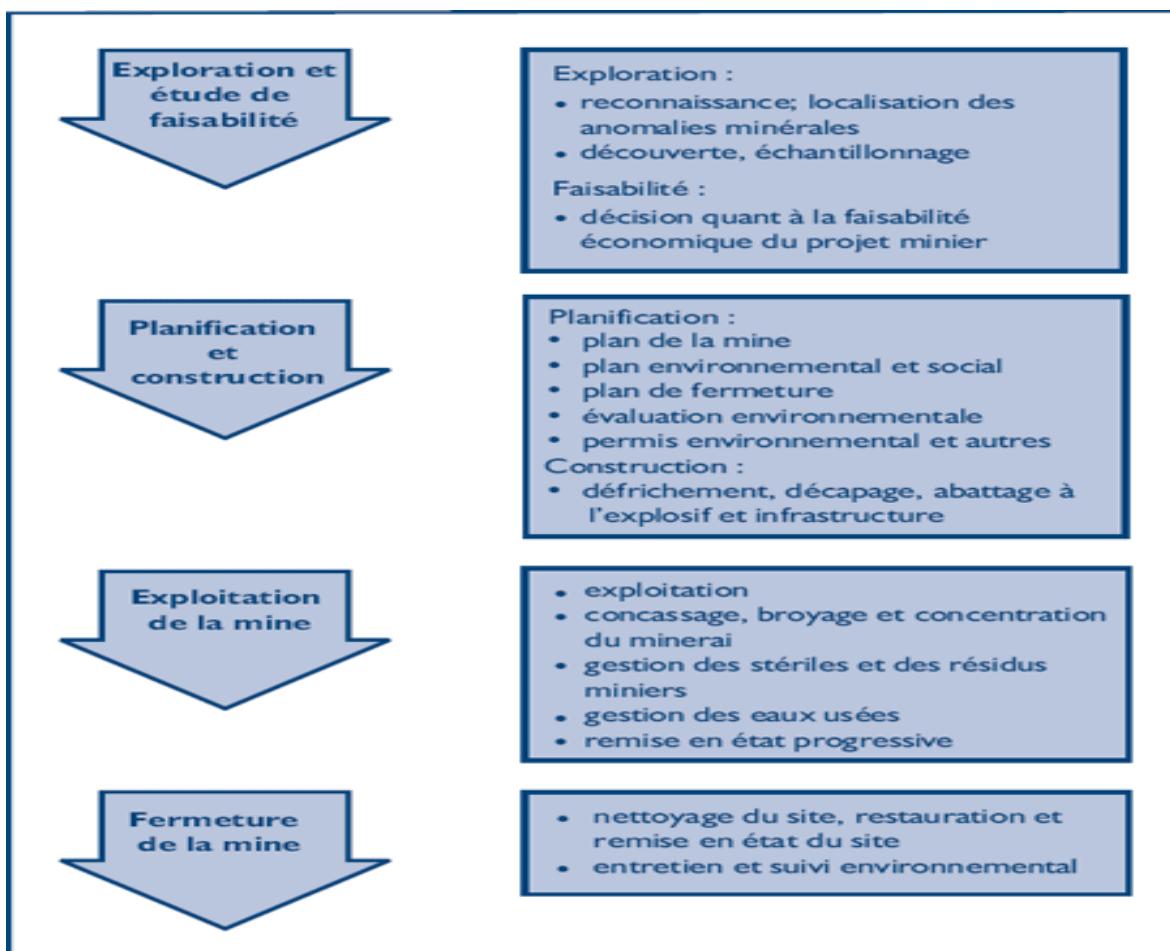


Figure 1.1 Le cycle de vie et les activités d'une mine  
Tirée du code de pratiques écologique pour les mines de métaux  
(Environnement Canada, 2009) (5)

Inspiré de la figure précédente, nous proposons le cycle de vie d'une mine comme suit :

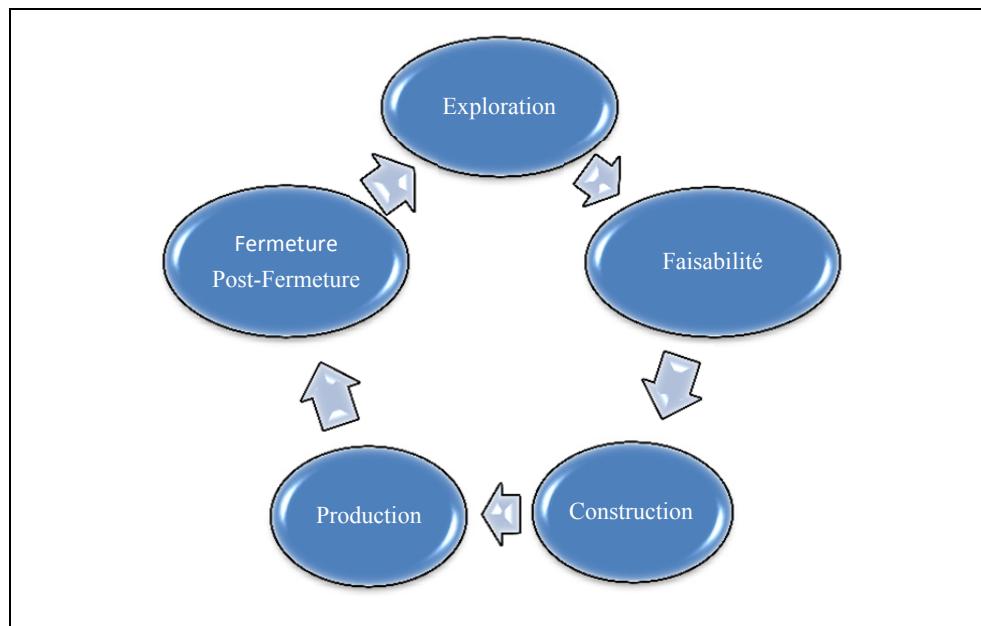


Figure 1.2 Proposition du cycle de vie d'un projet minier  
Inspiré des activités du cycle de vie d'une mine d'Environnement Canada

À chaque étape de la vie de la mine, des activités doivent être effectuées. Chaque étape a un sous-objectif pour la réalisation du projet. La description des étapes est proposée dans les paragraphes qui suivent.

#### **1.1.1.4 Exploration**

C'est la première étape du cycle de vie de la mine. L'objectif de cette étape est de localiser le minerai. Les études géologiques constituent les activités principales. Elles consistent en des séries de mesures avec des technologies appropriées. Parfois, des prélèvements terrain sont nécessaires. Pour effectuer ces études, une société minière aurait besoin de géologues, de moyens financiers importants (pour sous-traiter certaines activités) et de la technologie.

La phase d'exploration constitue un projet en elle toute seule. En effet, des résultats des travaux de cette étape, se décidera la poursuite du projet, c'est à dire la réalisation des autres étapes. Si l'exploration n'est pas concluante, il n'y aura pas de suite. Par contre, si les résultats sont positifs, alors le cycle du projet peut continuer. Dans une telle situation,

l'exploration devient clairement une étape du cycle et les décisions de cette étape, auront des répercussions sur la suite du projet. Source : (Environnement Canada, 2009)

#### **1.1.1.5 Faisabilité**

C'est la deuxième étape du cycle de vie de la mine. L'objectif de cette étape est de modéliser le projet, d'avoir un estimatif de son envergure, de ses coûts et de sa rentabilité. Les responsables de cette activité sont des spécialistes dans la modélisation et de la simulation. C'est au cours de cette période que les études géotechniques, sociales, environnementales et l'évaluation des besoins sont réalisées. Source : (Environnement Canada, 2009)

#### **1.1.1.6 Construction**

Troisième étape du cycle. L'objectif de cette étape est d'aménager le site de la mine. L'activité principale est l'aménagement physique du site. Les machines défrichent les terrains. Des bâtiments sont construits ainsi que des routes. Les équipements d'extraction sont achetés, importés et assemblés. Pour cette étape, on a besoin de ressources humaines pour opérer les machines. On a aussi besoin de personnel pour s'occuper de faire venir certains équipements, des spécialistes pour leurs assemblages. Source : (Environnement Canada, 2009)

#### **1.1.1.7 Production**

C'est la quatrième étape dans le cycle de vie de la mine. Cette étape à deux objectifs principaux : l'extraction du minerai et la gestion des déchets. La production, c'est l'ensemble des activités d'extraction, de traitement et de gestion des déchets (rejets). Le minerai extrait doit être purifié. Pour cette activité, on utilise des produits chimiques qui créent des déchets qu'il faut traiter ou stocker. Les activités de production ont un impact direct sur l'environnement, sur les travailleurs et leur santé. Source : (Environnement Canada, 2009)

### **1.1.2 Fermeture et post fermeture**

Cinquième étape du cycle de vie d'une mine. L'objectif est de clore le projet d'extraction dans le respect du contrat et de l'environnement. On planifie la fermeture de la mine sous forme de mini-projets à mener. Ensuite, on exécute le plan de restauration du site. Il contient généralement l'arrêt de production, le désassemblage des équipements, le traitement final des déchets et la procédure de réhabilitation du site. On a essentiellement besoin d'experts pour désassembler les équipements et surtout pour le plan de réhabilitation du site. L'environnement est la cible principale des activités, comme la décontamination des sols, celle des nappes souterraines. Il y a la redéfinition de la topographie locale et de la réorganisation de la vie autour du site (végétale, animale et humaine). Source : (Environnement Canada, 2009)

### **1.1.3 Intérêt pour l'étape de la fermeture**

L'ensemble des étapes de la vie de la mine est très long. Les décisions que prennent les gestionnaires durant la vie de la mine devraient aussi faire en sorte de mener la mine vers une fin qui respecte les enjeux sociaux économiques et environnementaux. Nous nous intéressons à la gestion des risques sur tout le projet, d'où la notion de cycle de vie qui est évoquée. La fermeture et la post-fermeture de la mine représentent la période ou l'ensemble des décisions prises au cours de la vie de la mine matérialisent leur efficacité et leur pertinence. Cette étape est devenue importante au fil du temps et présente un enjeu majeur pour toutes les parties prenantes du projet (Ralph, 2003). Il est devenu primordial de proposer des solutions pour limiter les impacts sociaux et environnementaux pour, ou en vue de la fermeture des mines (Browne Alison Leigh, 2011).

### **1.1.4 Intérêt des risques dans le travail**

Notre préoccupation repose sur une observation. Dans le cas des mines, à la fin de la vie du projet, gérer les risques est couteux surtout à la fermeture de la mine. Certaines sociétés minières n'ont pas toujours été correctes envers les populations, ni respectueuses de

l'environnement comme le présente le site du gouvernement Canadien (énergie et ressources naturelles) (6). Des groupes de pression se forment pour protester contre les mauvaises exploitations ou pour réclamer justice afin que l'industrie de l'extraction prenne ses responsabilités. Le gouvernement doit également faire en sorte que justice soit rendue quand il le faut. Au Québec par exemple il y a eu la demande de moratoire dans le cas du gaz de schiste avec le BAPE (Bureau d'Audiences Publiques pour l'Environnement). Les protestations des populations dénoncent les décisions du gouvernement qui donnent les droits d'exploration et d'exploitation. Sur les dernières années, les entreprises de l'industrie extractive ont plusieurs fois été mises en cause dans la détérioration de la nature et aussi pour des raisons sociales au Canada et partout ailleurs dans le monde. Exemples :

- Le 28 avril 2008 le groupe : la coalition (7) «Pour que le Québec ait meilleure mine» (regroupement de groupes de pression) dénonce le manque de prise en compte des risques sociaux environnementaux des entreprises de l'industrie extractive.
- 2010, la catastrophe causée par la fuite de pétrole en Louisiane (8)

La plate-forme Deepwater Horizon de la compagnie pétrolière Britannique BP, qui opérait dans le golfe du Mexique. Cette plate-forme pétrolière a connu une explosion le 20 Avril 2010. Cette explosion a fait un incendie et une marée noire de grande échelle (780 millions de litres cube) qui a créé une catastrophe écologique.

- 2015, contamination de la rivière Animas, Colorado USA (9)

La contamination de la rivière animas a eu lieu le 5 Août 2015. La cause de cette contamination serait due à un déversement accidentel de plus de 11 millions de litres de déchets liquide d'une ancienne mine d'or dans la rivière.

Toutes ces situations problématiques sont des cas qui montrent la nécessité de porter un regard nouveau sur les outils et moyens de prévention des risques. Les problèmes liés à la gestion des mines sont nombreux et leurs impacts nous interpellent sur l'urgence de mettre en place des outils d'analyse et d'intervention pertinents de plus en plus efficaces. La question

de la responsabilité est au cœur de tout projet et cela, peu importe l'endroit où se déroule le projet. Les outils qui sont développés sont-ils toujours pertinents pour les situations que l'on rencontre? Dans un autre contexte comme en Afrique où les enjeux sociaux, économiques et environnementaux sont très importants également et dans la mesure où l'industrie minière y prend de l'essor, quelles seraient les décisions qui pourraient soutenir et aider à assurer une situation gagnante pour toutes les parties prenantes?

## 1.2 Problématique industrielle

Dans l'industrie extractive, on veut fermer le projet en toute sécurité pour toutes les parties prenantes. Cela reviendrait à le faire dans le respect des lois et en tenant compte des besoins économiques, sociaux et environnementaux de la région. Il existe des outils de gestion ou de prévention des risques. Certains, comme l'évaluation des impacts sociaux et environnementaux, sont utilisés par les compagnies d'extraction pour prévenir les risques.

Pour gérer les risques et prendre des décisions, il faut de l'information. L'information permet la prise en compte des facteurs jugés suffisamment importants par le décideur pour orienter sa décision (Erdem et Swait, 1998). Vu la complexité du projet minier et sa grande envergure, il y a une grande quantité d'information qui y circule. La gestion de l'information est importante pour la gestion des risques. Les projets avant d'être exécutés ont fait l'objet d'analyses en tout genre pour prévenir les risques à la fin de leur vie. Dans l'objectif de limiter les impacts en fin de projet, serait-il possible d'augmenter la performance décisionnelle en cours de projet pour une meilleure clôture des projets d'extraction?

L'efficacité des prises de décision est le sujet que nous tentons de comprendre et dont nous tentons de repousser les limites en situation de projet. Les décisions sont prises parfois avec une méconnaissance des niveaux de conséquences et des impacts des risques sur la fin de vie des mines.

### **1.3 Objectif de la réflexion : La préoccupation de la prise en compte de l'aspect temporel**

Dans la réalisation d'un projet, le promoteur a des responsabilités: qui sont de respecter les règles de RSE de la conception du projet jusqu'à sa fin. Ces responsabilités sont théorisées dans des rapports d'évaluation en tout genre, en avant la réalisation du projet. Ces rapports couvrent généralement l'ensemble du projet. Cependant, sur le terrain, même quand les parties prenantes se sont accordées sur le mode de réalisation, la prise de décision, n'intègre plus la dimension temporelle d'où les problèmes à la fin du projet. Par aspect temporel ici, nous comprenons le moyen et le long terme, ou encore la dynamique des impacts dans le temps. C'est pour répondre et apporter une solution à la difficulté de non prise en compte du long terme dans les décisions, que nous proposons à travers ce travail, un outil d'aide à décision pratique. Dans notre réflexion, nous allons mettre l'emphase sur la fermeture de la mine, qui selon nous est l'une des étapes les plus cruciales du projet et dont la clé de réussite est la même que pour tout l'ensemble du projet.

#### **1.3.1 Nuance sur la prise en compte du temps**

La prise en compte du temps se fait dans certain outil de gestion des risques. L'étude d'impact en est un exemple. Cependant, il est important de garder à l'esprit que la prise en compte du temps peut se faire sous forme des référentiels des activités à mener. Ainsi on peut comprendre la dynamique de l'impact des activités sur l'environnement. Il ya aussi ce que nous présentons, il s'agit de la dynamique des impacts des risques, c'est-à-dire une fois qu'un évènement est survenu et à un impact. La prise en compte du temps pour nous se situe dans le risque et non dans les activités.

### **1.4 Question de suivi environnemental**

Le suivi environnemental est un processus par lequel on contrôle et mesure les écarts entre l'étude d'impact et la réalité terrain. Il existe des incertitudes liées à certains éléments de gestion de l'environnement dans un projet. La difficulté d'évaluer les impacts du projet ou

l'efficacité de certaines mesures peuvent justifier également le suivi environnemental (10). Les études d'impacts prennent leur sens avec le suivi environnemental. Ce dernier permet de corriger et d'ajuster les écarts, afin de limiter les impacts sur la nature (LAFONT, 1999). Les dégâts constatés en fin de vie de projet sont des indices d'un manque de suivi adéquat environnemental. Les entreprises ont des départements qui s'occupent de l'environnement en plus des contrôles des agents gouvernementaux (externes à l'entreprise). Parfois, dans les projets, les décisions liées aux activités de gestion environnementale sont dissociées des contrôles et des suivis des impacts. En plus de ce déphasage, il y a les corrections à prendre quand des écarts sont constatés. Dans de telles situations, la qualité des décisions d'action est cruciale pour limiter les impacts. Selon nous, le suivi environnemental ne doit pas être perçu comme une solution aux problèmes environnementaux, mais comme une aide complémentaire en réponse aux préoccupations. Entre l'évaluation des impacts et le suivi, devrait se tenir une ou des actions en faveur de la limitation des impacts. Ainsi, le suivi environnemental serait un plus dans la démarche de la protection de l'environnement. Le concept de l'évaluation des impacts environnementaux qui est la base pour le suivi renferme trois concepts que sont : l'évaluation, l'impact et l'environnement (Leduc et Raymond, 2000), devraient faire l'objet de contrôles selon nous, avant de passer au suivi.

## 1.5 Définition de concepts clés

**Risque :** Le risque est un événement, un aléa qui peut survenir et créant des dommages plus ou moins considérables. Le risque est l'événement qui entraîne les conséquences.

**Conséquence :** Les conséquences dans notre étude, sont les détériorations occasionnées sur le milieu suite à la manifestation de l'événement.

**Impact :** Ce sont les effets qu'entraînent les conséquences, sur les aspects sociaux, économiques et environnementaux. Il s'agit de l'ampleur des détériorations et des problèmes occasionnés.

## **1.6        Synthèse du chapitre 1**

Dans ce chapitre, nous avons parlé des projets miniers et des défis sociaux et environnementaux en fin de projet. Nous avons proposé un cycle de vie de projet minier. Nous avons fait ressortir le fait que les risques sont importants, et que leur gestion en cours de projet impacte sur la dernière étape de la vie de la mine, c'est-à-dire la fermeture et la post fermeture. Dans le chapitre suivant, nous présenterons l'état de l'art et la problématique scientifique.

## CHAPITRE 2

### ÉTAT DE L'ART ET PROBLÉMATIQUE SCIENTIFIQUE

#### 2.1 Le concept du risque

Dans un contexte comme celui du financement des PME, le risque a été défini comme : « *La possibilité que les résultats attendus d'un projet ou d'un investissement ne se réalisent pas comme prévu et génèrent des conséquences indésirables à son promoteur* » (St-Pierre Josée, 2004) (Turcotte et al., 2010). Les méthodes de gestion des risques quantitatives sont nombreuses (Aven T, 2010), de même que celles qualitatives (Emblemsvåg Jan et Lars, 2006).

Le concept du risque est vaste. Il est utilisé dans pratiquement tous les domaines possibles. Dépendamment du contexte dans lequel il est employé, sa signification peut varier. On parle de risques financiers, de risques économiques, de risques de projet, risques de pays, etc. Quelques types de risques (Jean-David, 2010):

- **Les risques géopolitiques** très souvent associés aux risques du pays où on regarde les indicateurs de fiabilité des relations d'affaires : fournisseurs; clients; installation de filiales ou de succursales.
- **Les risques économiques** en rapport avec les tendances, les indicateurs financiers, de performances économiques, du développement et du niveau de vie. Gestion de la disponibilité de toute forme de ressource, comme celle humaine (compétences) ou matérielle, pour le travail et enfin prise en compte de l'évolution réglementaire du pays.
- **Les risques stratégiques** en rapport de cohérence entre les activités de production et l'évolution des besoins clients dans le temps.

- **Les risques financiers** : Gestion de l'équilibre entre la trésorerie et la rentabilité. Prise en compte de la complexité du système financier dans son ensemble, comme le taux de change; les taux d'intérêt des prêts bancaires.
- **Les risques opérationnels** : Gestion des événements humains ou non qui peuvent causer le ralentissement, voire l'arrêt des activités de l'entreprise. Exemple : la sécurité des actifs.
- **Les risques industriels** : En rapport avec la mise en œuvre de production.
- **Risques juridiques** : Ensemble des problèmes de contrefaçons et des relations d'affaires établies en partenaires.
- **Les risques informatiques** : Gestion de la sécurité des données, intrusions des serveurs, en somme l'ensemble des situations de vulnérabilité ou des cas d'indisponibilité.
- **Les risques sociaux et psychosociaux** : Qualité du climat social; gestion des formations; développement des connaissances; gestion des compétences; des profils et des talents. Gestion de relations humaines : discrimination harcellement.

Dans notre travail, nous sommes proches des risques industriels. Selon le groupe AFNOR (Louisot J. P, 2005), on peut présenter le risque comme : « *Un événement aléatoire dont la survenance entraîne une perte pour l'entreprise* ». Le tableau 2.1 présente un résumé de quelques types de risques et leur description.

Tableau 2.1 Les types de risques  
Tirée de (Louisot J. P, 2005)

Risques	
Types	Description
Pur	Entraîne une perte certaine pour l'entreprise
Spéculatif	Entraîne un gain ou une perte
Mixte	Ne sont ni purs ni spéculatifs
Systématique (non diversifiable)	Événement non aléatoire affectant automatiquement tout monde
Non systématique (diversifiable)	Événement aléatoire dont la criticité ponctuelle peut être estimée et assumée.
Assurable	Risque pour lequel il existe un marché

Les risques se présentent dans un contexte donné, un événement. Quand on prend soin de décortiquer le risque, on peut voir la décomposition qui suit :

- Acte/événement/situation avec un objectif
  - Plus
- Présentant un/des aléas (un/des éléments qui échappent ou qui peuvent échapper au contrôle)
  - Plus
- Un impact/conséquences/un coût (très souvent une perte (temps, argent; matériel) qui nous mettrait dans une situation inconfortable. (Avec un degré d'inconfort lié à la fréquence de l'événement et à l'envergure de la perte)

Le calcul de la criticité d'un risque se fait comme suit : Fréquence x Gravité = Criticité (Nimanbeg Fadil, 2011). Rappelons que le mot risque est polysémique. Il convient de bien définir l'application du concept qui peut prendre plusieurs sens, comme une cause; un aléa; une cible; un effet; une conséquence (Charbonnier, 2007). Dans le tableau 2.2, on peut trouver un exemple de différentes perceptions de risque sur un événement donné : le naufrage du Titanic.

Tableau 2.2 Perception du risque  
 Tirée de (Charbonnier, 2007)  
 Exemple sur le naufrage du Titanic page 20

Risque-cause	Risque aléa	Risque cible	Risque effet	Risque-conséquence
Facteurs humains, techniques et d'organisation	Collision avec un iceberg	Le navire et ses passagers	Déchirure de la coque et naufrage	Perte de navire; décès de 1500 personnes

Le risque est associé à un événement, à un aléa qui peut survenir et créant des dommages plus ou moins considérables. Cependant, il faut mettre en perspective le temps dans la notion du risque. Un événement peut survenir maintenant et avoir des répercussions beaucoup plus loin dans le temps et dans l'espace. C'est le cas notamment des produits pharmaceutiques, dont les risques-conséquences peuvent survenir plusieurs années après avoir été sur le marché. Le sujet des risques ouvre la question de la perception.

### 2.1.1 Objectifs et enjeux de la gestion des risques

La gestion des risques en plus d'être compliquée à effectuer de façon pratique, présente la difficulté majeure de l'usage de l'information. En effet, il est difficile d'obtenir de bonnes informations. À ce jour, il existe plusieurs outils pour gérer les risques (ils seront présentés plus loin dans ce chapitre). Si la démarche semble toujours être la même, la démarche, elle, varie d'un outil et d'un contexte à l'autre. Certains de ces outils sont plus appropriés que d'autres. Le fait qu'il existe plusieurs outils de gestion de risques constitue une contrainte dans cette discipline.

La gestion des risques est une discipline. Plusieurs situations ou contextes ont contribué à son développement. Les étapes de la gestion des risques se présentent comme suit (Andy, 2013):

- 1. Identification :** Il s'agit de reconnaître les situations à risque pour l'entreprise ou le projet.

2. **Analyse** : Évaluer et prioriser les risques identifiés en fonction de leurs niveaux d'impact.
3. **Traitemet** : Trouver une stratégie pour agir sur les risques.
4. **Contrôle** : Faire le suivi des choix de traitement.

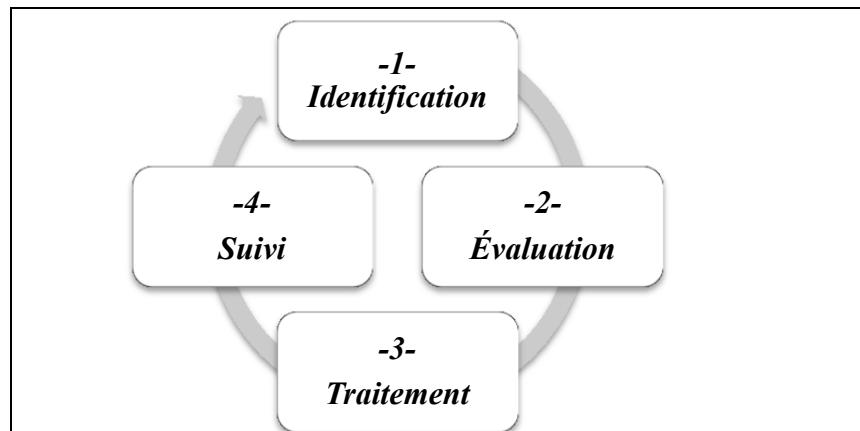


Figure 2.1 Proposition d'un schéma des étapes de la gestion des risques

La gestion des risques aide à minimiser les effets négatifs qui entraîneraient des dommages importants pour l'entreprise ou le projet, ou bien à saisir des opportunités. Selon le groupe AFNOR (Louisot J. P, 2005) : «*Il s'agit de prévoir les moyens de toute nature, qui permettent à l'entreprise d'atteindre ses objectifs permanents, en toute circonstance qui la frappe...réduire l'incertitude et/ou l'impact des sinistres*». La gestion des risques permet de visualiser l'impact des événements autour de l'entreprise ou du projet et de prendre des décisions adéquates. Le tableau 2.3 présente la criticité qui est fonction de la fréquence et du niveau d'impact de la manifestation des risques. Les risques peuvent survenir un certain nombre de fois dans une période donnée : c'est la fréquence. Quand le risque survient, il peut causer des dommages le niveau peut varier de mineur à critique pour l'entreprise : c'est la sévérité. Le produit de la fréquence et des sévérités qui donne le niveau de criticité.

Tableau 2.3 Fréquence et criticité des risques

Inspirée de (Dakkak Badr, 2012)

Impact Fréquence	Mineur	Modéré	Majeur	Critique
Très rarement	Faible	Faible	Moyen	Moyen
Rarement	Faible	Moyen	Élevé	Élevé
Souvent	Moyen	Élevé	Élevé	Très élevé
Très souvent	Moyen	Élevé	Très élevé	Très élevé

Le tableau 2.4 donne l'intérêt, l'utilité de l'enjeu de la gestion des risques, en fonction des types de risque.

Tableau 2.4 Intérêt de la gestion des risques

INTÉRÊT	
Économique/Financier	La gestion des risques limite les pertes économiques et financières.
Stratégique/Performance	La gestion des risques donne un avantage concurrentiel et augmente l'efficacité de la gestion.
UTILITÉ	
Sécurisation/Pérennité/Intégrité	Actifs humains; matériels; financiers de l'entreprise
ENJEUX	
National /International	Développement économique et social

### 2.1.2 Évolution du concept de gestion des risques

Durant les années 1960, le concept de gestion des risques a été formalisé par the *Insurance Institute of America*. Le concept a connu un grand développement. Il convient de jeter un regard sur cette évolution pour comprendre comment il est utilisé et perçu à ce jour. Des recherches sur les étapes du développement du concept de gestion des risques ont été réalisées (Neil, 1982) . D'abord, il y avait les problèmes de définitions du concept. Le domaine de l'assurance était alors le secteur d'activité qui concentrait ses efforts sur le

concept. Il était question de risque pur. À ce jour, la définition est encore assez difficile du fait que le concept du risque peut s'appliquer à tous les domaines d'activité. En effet, la notion de perte de contrôle, la sûreté, la sécurité sont entrées en ligne de compte. Autour de 1980, un changement de paradigme intervient à cause du besoin de mettre en pratique la théorie de la gestion des risques, et du fait des catastrophes dans l'industrie extractive. C'est à partir de cette période que la gestion des risques comme discipline fera pleinement son apparition. Les risques financiers n'ont pas perdu pour autant l'intérêt qu'on leur portait. Les travaux de recherches (D'Arcy Stephen P et C, 2001) (McNeil Alexander J, 2010) donnent un historique du concept des risques (financiers) jusqu'à nos jours. La notion de performance d'outil de décision n'a pas été abordée dans les travaux des chercheurs précédemment cités, simplement parce ce que l'intérêt des recherches étaient plus axé sur la démarche, concentré sur les aspects financiers et l'assurance. Les catastrophes dans les industries extractives entre 1940 et 1990 ont conduit à accorder plus d'importance aux risques opérationnels dans les entreprises et dans les projets.

Dans un autre travail de recherche intéressant (Aven Terje, 2012), l'auteur revient sur la définition du concept qui n'est toujours pas uniforme. Certaines définitions sont basées sur les mesures de probabilité, chance ou les gains espérés, ou sur les dangers. D'autres définitions encore s'appuient sur les incertitudes. La plupart des tentatives de définitions des analyses des outils de risques sont discutées dans la littérature scientifique (Aven Terje et Ortwin, 2009) (Aven Terje et A, 2011). La question de l'aspect temporelle est soulevée, mais n'a pas fait l'objet d'un intérêt particulier. Mais il semble selon les auteurs (précédemment cités) que l'évolution du concept prendrait en compte un jour l'aspect temporelle. En effet, le concept a évolué d'une vision étroite de la rentabilité, à des probabilités et des volumes de gains. Ensuite, la notion de probabilité a été associée à l'événement et la variance de gain. Après, le concept a encore évolué vers la notion d'incertitude. Enfin, les notions ont évolué dans des sphères d'activités (ingénieries, économiques, financières) pour donner différents types de concepts de risque (Grant, 2010).

L'évolution de la perception des risques n'a pas été la même d'un domaine ou d'un secteur d'activité à un autre. Si on considère un projet minier comme un ensemble de business et d'ingénierie, alors par rapport à ce que dit Purdy (2010) à ce jour, le concept des risques a évolué vers une compréhension axée sur les incertitudes et les conséquences. La littérature ne fait pas cas d'articles allant entièrement dans le même sens. Le point le plus important selon nous est la prise en compte de la dimension temporelle qui a pris de l'importance. Les 15 dernières années (entre 2000 et 2015) plusieurs articles ont évoqué l'aspect temporel et sa prise en compte dans la gestion des risques. Exemple : en 2013 il est évoqué l'intégration de la dimension temporelle dans la gestion des risques (Aubrecht Christoph, 2013) dans le cas de catastrophes naturelles. Il a été évoqué également dans le cas de risques d'inondations (Hall Jim et Dimitri, 2008) et dans le contexte de gestion, précisément en situation de supply chain management logistique (Sarkis Joseph, 2012).

### **2.1.3 La gestion des risques et la gestion de projet**

Quelques recherches scientifiques montrent que les risques font partie de la gestion de projet. Leur gestion est importante pour l'atteinte des objectifs. Cependant, les auteurs proposent que la gestion des risques se fasse à des étapes précises du projet. Par exemple, quelques auteurs soutiennent que c'est dans la phase de planification d'un projet que la gestion des risques doit se faire (Zwikael O et Sadeh A, 2007). En considérant une mine comme un projet, c'est donc en phase d'exploration (concluant ou non) que doit démarrer la gestion des risques. Nous sommes en accord avec une telle façon de procéder. Mais, nous croyons qu'en plus, la gestion des risques doit se faire en continu durant tout le projet. Nous avons une vision de long terme. Les critères de succès d'un projet varient d'un contexte à un autre et d'un projet aussi à un autre. Ces travaux soulèvent le besoin de définir dans le cadre du projet d'une mine les critères de succès.

### **2.1.4 Gestion des risques et besoin en information**

La gestion des risques demande de l'information. Le type et le genre d'information dont on a besoin pour la gestion des risques dépendent beaucoup des types de risques identifiés.

Seulement, il se pose toujours le problème du volume d'information, de la qualité des informations. Le gestionnaire ou les équipes de gestion ont accès à plusieurs types d'informations pour gérer les incertitudes.

C'est dans un contexte de prise de décision permanente que le gestionnaire doit travailler pour la fermeture de la mine. Il doit tenir compte de tous les enjeux connus. Le contexte de prise de décision est alors important pour le ou les gestionnaires pour plusieurs raisons comme le volume de l'information; le genre d'information; la qualité de l'information; la subjectivité des preneurs de décision; la dynamique anticipée et incertaine du projet (passé-présent et futur). Le contexte environnemental et social sont des paramètres dont il faut constamment tenir compte.

## 2.2 Le concept de la décision

La prise de décision demande d'examiner des options, de les comparer et ensuite choisir une action. La prise décision implique le décideur ou le groupe de décision. C'est un processus complexe qui présente des différences importantes dans le nombre de variables dont il faut tenir compte (Bazerman et Moore, 2012).

### 2.2.1 Définitions

*« La décision peut être définie comme un choix délibéré parmi plusieurs possibilités, dans le but de résoudre un problème. »* (Alazard C et Sabine, 1993).

*« la décision est l'acte volontaire par lequel après examen des questions douteuses ou litigieuses on tranche et on prend parti. »* (Helfer et al., 2006).

Une décision est une résolution que l'on prend concernant quelque chose. On entend par prise de décision l'action qui consiste à faire un choix parmi plusieurs alternatives (Stal-Le Cardinal Julie, 2000). Or faire un choix c'est prendre ou accepter un niveau de risque. Selon le degré de risque, il existe (Ansoff, 2007):

- Les décisions certaines : Ce sont des décisions dont la probabilité de réalisation est quasiment de 100%.
- Les décisions aléatoires : Ce sont des décisions dont la probabilité de réalisation peut être mathématiquement posée.
- Les décisions incertaines : Ce sont des décisions dont la probabilité de réalisation ne peut pas être mathématiquement posée.

### 2.2.2 Les types de décisions

Il existe les décisions suivantes (Ansoff, 2007) :

- a) **Les grandes : Décisions stratégiques** : ce sont celles qui engagent l'entreprise sur de longues périodes. Elles sont prises par les têtes pensantes et influencent énormément sur le devenir de l'entreprise, son positionnement, sa vision et sa mission. Très souvent ces décisions ne sont pas programmables.
- b) **Les moyennes : décisions administratives** : ce sont les décisions relatives au mode d'utilisation des actifs pour l'atteinte des objectifs; comment utiliser les ressources financières, économiques, humaines, matérielles et technologiques pour atteindre les résultats. Ces décisions sont semi-programmables.
- c) **Les petites : décisions opérationnelles** : ce sont des décisions prises dans la gestion courante de l'entreprise qui concernent l'exécution des activités. Ces décisions sont programmables. Le tableau 2.5 donne un résumé des types de décision selon l'auteur Igor Ansoff.

Tableau 2.5 Comparaisons des types de décision

Inspirée de Management et performance : *la décision et le processus de décision* (11)

Caractéristiques	Types de Décision		
	Stratégique	Administrative	Opérationnelle
Domaine de décision	Relation avec l'environnement	Gestion des ressources	Utilisation des ressources dans le processus de transformation
Horizon de temps	Moyen et long terme	Court terme	Très court terme
Effet de décision	Nulle	Faible	Forte
Actions correctives	Impossibles	Difficiles	Faciles
Répétitivité des choix	Nulle	Faible	Forte
Procédure de décision	Non programmable	Semi-programmable	Programmable
Niveau de la prise de décision	Direction générale	Directions fonctionnelles	Chefs de services, chefs d'atelier
Nature des informations	Incertaines et exogènes	Presque complètes et endogènes	Complètes et endogènes

La prise de décision est un cheminement qui permet à celui qui l'effectue de faire un choix adapté à son besoin ou sa situation. Il y a plusieurs modèles décisionnels dont quelques-uns sont :

- **Le modèle du décideur rationnel (Allison G et D, 1999)** : Pour le genre de décideur qui analyse de façon rationnelle toutes les alternatives avant de faire un choix.
- **Le modèle de H. Simon (Pomerol Jean-Charles, 2004) : distingue 3 étapes :**
  - L'intelligence* : il s'agit de recueillir des informations sur l'entreprise et son environnement. Intelligence doit être prise dans le sens de perception, de compréhension du problème.
  - La modélisation* : Ici, les informations recueillies vont être traitées. Le décideur va recenser tous les scénarios possibles pour résoudre le problème posé.
  - Le choix de la meilleure solution* : Compte tenu des contraintes.

### 2.2.3 Les étapes de la prise de décision

Les étapes de la prise de décision sont les suivantes (Bellut Serge, 2002) :

- a) **Identification du problème** : Ce sur quoi doit porter la décision.
- b) **Analyse de la situation** : Envisager les différentes solutions.
- c) **Comparaison des solutions** : Mesurer les avantages et les inconvénients.
- d) **Choix** : Décider d'une solution.

Dans la phase d'identification du problème, on prend conscience de la situation. Ensuite, en phase d'analyse de la situation on recueille les avis et on consulte des études de solutions potentielles. Après s'effectue la comparaison des solutions et enfin on fait le choix.

### 2.2.4 L'aide à la décision

Nous considérons la prise de décision de façon générale, c'est-à-dire la prise décision comme citer dans la section précédente. Les décisions prises à toutes les étapes de la vie du projet, font en sorte de mettre la fermeture et la post-fermeture dans une situation avec des risques très élevés.

Pour optimiser la qualité de leurs décisions, les gestionnaires ont recours à des outils décisionnels (Albert, 1996). Supposons que les outils d'aide à la décision aident à la limitation des risques. Cela serait une explication au fait que les outils d'aide à la décision soient adaptés au contexte dans lequel il est prévu qu'ils soient utilisés. Par exemple pour l'intelligence économique un outil d'aide à la décision est proposé (Bouaka, 2004). Cet outil, sous forme de formulaire doit s'utiliser très tôt pour prendre des décisions, en tenant compte des éléments comme le profil du décideur, celui de l'organisation et de l'enjeu de la décision. Un autre outil spécialisé est proposé pour la prévention des risques chimiques (Vincent R et al., 2005). Cet outil comprend les phases d'inventaires de produits, ensuite la hiérarchisation des risques potentiels et enfin l'évaluation des risques. Des exemples du genre on pourrait en citer plusieurs.

Les outils d'aide à la décision se sont développés avec les nouvelles technologies d'information et de communication pour les organisations (Turban, 2005). C'est dans un tel contexte de prise de décision que la gestion des risques s'effectue. Le choix pour une décision donnée dépend fortement du contexte et des attentes de la solution (Bellut Serge, 2002).

### **2.2.5 Enjeux et difficultés de la prise décision**

Sur les décisions repose l'avenir de l'entreprise et du projet. En effet, autour de la gestion des ressources et de leur utilisation, des choix sont faits. Dans la mesure où ces choix ont été bien effectués, c'est-à-dire qu'ils ont fait l'objet d'analyse et de décision éclairée alors les risques automatiquement sont minimisés en supposant que le décideur tenterait toujours de maximiser son intérêt. L'entreprise ou le projet alors s'assure une bonne probabilité de succès ou de réussite. Ainsi, la qualité des décisions prise revêt un enjeu social, économique, environnemental et même politique.

Il est complexe et difficile de prendre de bonnes décisions pour plusieurs raisons. D'abord, le preneur de décision est humain, l'attitude de l'homme est propre à être biaisée du fait de certaines variables propres à chaque personne (Schuyler John R, 2001). Ici on veut parler de la subjectivité et de son système de perception basée sur son expérience, ses valeurs et autres. Ensuite, il y a les groupes de décision où on ne décide plus seul aujourd'hui (Moscovici Serge, 1992). Aussi il est difficile de concilier tout le monde sur la même vision. Par ailleurs, il y a les décideurs qui défendent leurs intérêts, ce sont les parties prenantes comme les actionnaires, les gouvernements. Enfin, il faut ajouter un environnement de plus en plus complexe. Il y a actuellement pour un gestionnaire un nombre croissant d'alternatives et il est en mesure de les connaître du fait des technologies plus puissantes qui lui permettent d'évaluer les solutions. Cela n'est pas facilité par le problème du volume d'information. En effet, on est dans un contexte où on est toujours submergé d'informations. Enfin, il est difficile de prendre des décisions à cause de la responsabilité et du coût à payer en cas de prise de mauvaise décision.

### 2.2.6 Le lien entre la gestion des risques et la décision

La gestion des risques aboutit en réalité à une prise de décision. En effet, dans la gestion des risques, à l'étape de l'évaluation, des options s'offrent au décideur. Ce dernier entre alors dans une logique de décision.

Tableau 2.5 Différents styles de direction

Étapes de Gestion des risques	Éléments en commun	Décision
Identification	Prise de conscience de la situation	Formalisation
Évaluation	Identification des options possibles	Instruction
Traitement	Validation de l'option à appliquer pour la situation	Choix
Suivi	Application de l'option	Exécution

### 2.3 Le concept de cycle de vie

Lorsque l'on parle de cycle de vie d'un objet, on fait référence à une période bien définie qui part de la conception à la disparition de l'objet en question. Aussi, on pourrait parler de cycle de vie pour les objets en rapport avec les contextes que sont : la biologie, le commerce, le numérique (logiciel). Dans tous les cas, le cycle de vie s'applique toujours à un objet (produit ou service). Ce concept a pris de l'importance et fait l'objet d'une grande chaire de recherche internationale sur le cycle de vie qui propose la définition suivante pour le concept : « *L'approche cycle de vie vise la prise en compte de toutes les relations (environnementales, économiques et sociales) propres à un produit ou à un service, et ce, tout au long de son cycle de vie, soit de l'extraction des matières premières jusqu'à son élimination finale, ce que l'on nomme : du berceau au tombeau* » Figure 2.2.

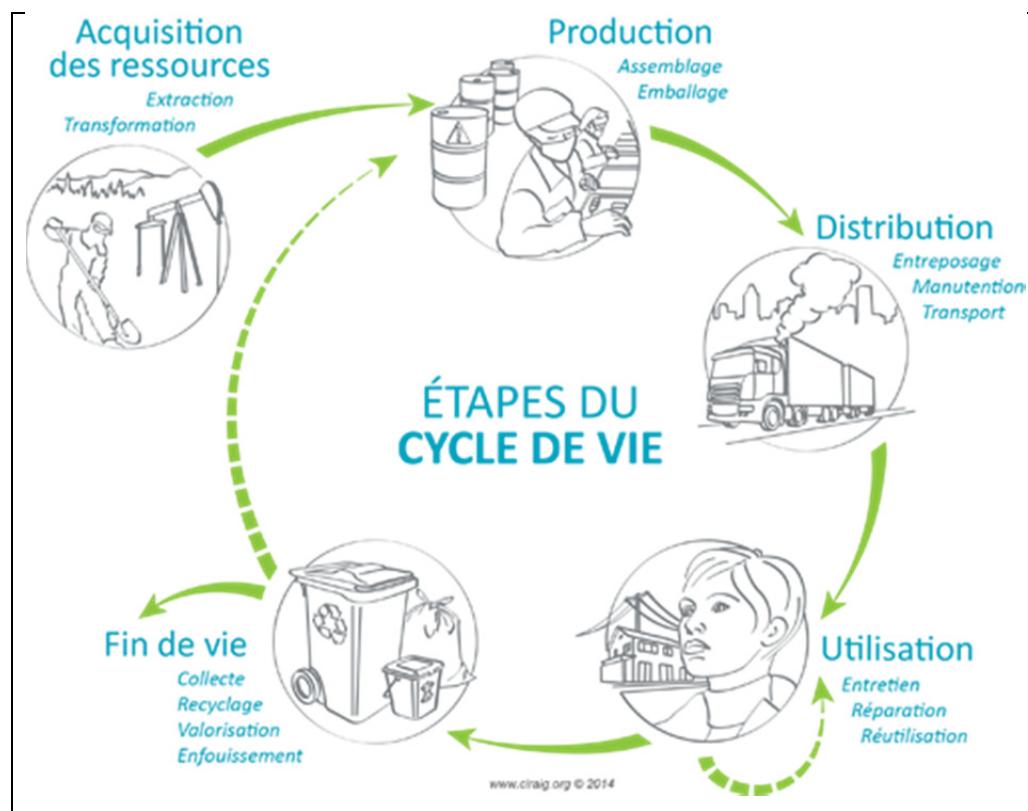


Figure 2.2 Cycle de vie d'un produit  
Tirée du site de la chaire internationale sur le cycle de vie (12)

### 2.3.1 L'analyse du cycle de vie

«Une méthode d'évaluation environnementale qui permet de quantifier les impacts d'un produit (qu'il s'agisse d'un bien, d'un service voire d'un procédé) sur l'ensemble de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de distribution et d'utilisation» (Boeglin N, 2005).

L'ACV a fait l'objet d'une normalisation connue. La norme ISO (14040 : 2006) décrit l'ACV comme une « Compilation et évaluation des entrants et sortants, ainsi que des impacts potentiels environnementaux d'un système de produits au cours de son cycle de vie ».

Les quatre phases d'un ACV, figure 2.3 :

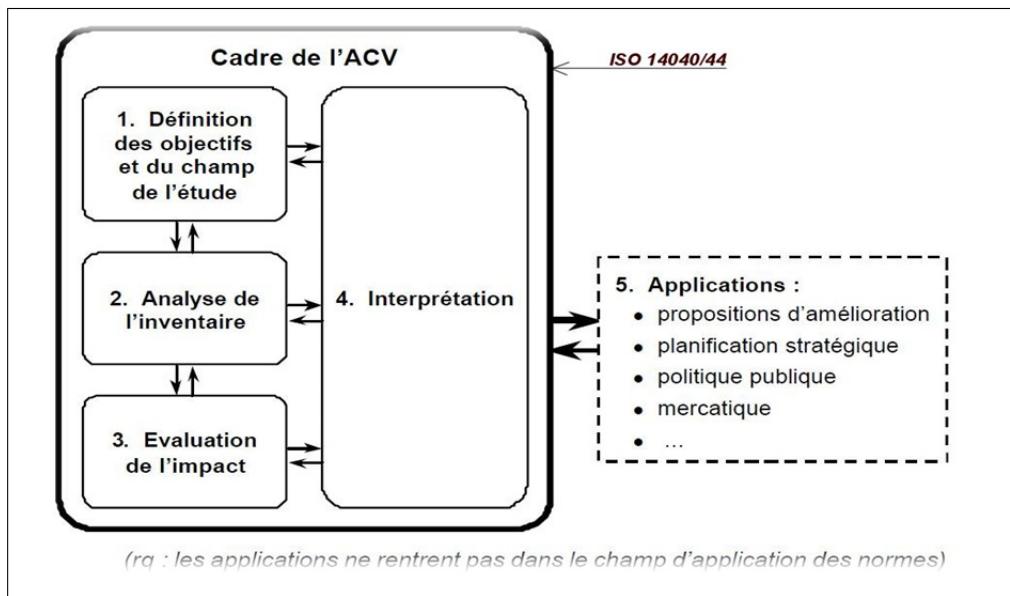


Figure 2.3 Analyse du cycle de vie ACV  
Tirée du site web fondation de France 2019 (13)

### 2.3.2 Les fonctions de l'analyse du cycle de vie

Les fonctions de l'analyse du cycle de vie sont (Benetto, Dujet et Rousseaux, 2008) :

- a) Évaluer les pressions environnementales associées à un produit, à une activité en établissant et en quantifiant l'énergie et les matériaux utilisés et relâchés dans l'environnement;
- b) Procéder à l'évaluation de l'impact sur l'environnement de cette énergie et de ces matériaux;
- c) Déterminer et évaluer les possibilités d'apporter des améliorations environnementales.

Il existe plusieurs façons de faire l'ACV. Les défis majeurs sont la collecte des informations et leur traitement. La disponibilité des informations est une contrainte et le mode de traitement adéquat un défi. Il est aussi difficile de modéliser l'objet et de trouver des critères de mesures acceptés par la communauté scientifique. Car les critères diffèrent d'un objet à un autre. D'autres défis sont la communication des résultats, les calculs et l'intégration du facteur temps. « *La notion d'Environnement est vaste, et les Analyses de Cycle de Vie (ACV)* »

*ne visent pas à couvrir l'ensemble de la problématique environnementale : seul ce qui est quantitatif (mesurable), et extensif (sommable) est pris en compte. On parle de comptabilité environnementale* ». Voilà ce que l'on peut lire de l'ACV classique. On rencontre souvent le LCC (Life Cycle Cost) qui évalue le coût du cycle de vie d'un produit pour une entreprise (Asiedu Y et P, 1998). Le paramètre économique est lié essentiellement à la rentabilité de l'entreprise. L'ACV devient alors un outil d'évaluation de performances financières comme l'analyse social du cycle de vie (LSCV) utilisé par les banquiers pour évaluer les risques sociaux d'un projet.

## 2.4 Notion de fermeture des mines

Les raisons de la fermeture d'un projet minier sont nombreuses. Quels que soient les raisons et le mode de fermeture, les enjeux restent nombreux. Seulement pour des raisons autres (économiques, politiques, environnementales, financières, humaines) une mine peut être amenée à arrêter de fonctionner donc à fermer avant la fin de sa période d'exploitation. Aux défis environnementaux et économiques pris en compte habituellement durant l'arrêt des activités, se sont ajouté ceux sociaux. Cette prise en compte du social est devenue incontournable. Le sujet est d'une telle importance qu'à ce jour on y consacre des conférences. Exemple : *mine clôture; mine réhabilitation and clôture planning* ou encore *life of mine* sont des événements qui démontrent l'importance des enjeux autour de la fermeture des mines. Les participants à ces récentes conférences ont mentionné la nécessité d'avoir des meilleurs outils d'analyse, de performance décisionnelle et d'études de cas. Un outil a été proposé en ce sens, mais théorique à date (Van Zyl Dirk, 2007).

*L'international commission on mine clôture* et la *International society for rock mechanics* reconnaît dans leur rapport *mine clôture and post mining management international-state-of-the-art* (14) le besoin de poser un regard spécial sur la fin de vie d'un projet minier. Des travaux font ressortir les enjeux d'une mauvaise fermeture d'un projet d'extraction (Christophe, 2008) mais la proposition des auteurs est uniquement d'un point de vue géo mécanique. En plus, l'état des lieux montre qu'une grande partie de ces outils sont des normes

ou des guides. Notre outil est différent de la leur parce ce que nous sommes axés sur les décisions.

La problématique de la fermeture des mines a fait l'objet d'une proposition (un outil) pour anticiper sur les risques. Cet outil le MRPP (Mining Risk Prévention Plans) (Didier Christophe et Xavier, 2007), peut être utilisé en cours de vie d'une mine, mais pas en fin de sa vie. Il permet de cartographier les zones terrains qui présentent beaucoup de risques pour les hommes et de prendre en compte ces dangers dans la modélisation de toutes formes d'activités humaines. C'est un bon outil, mais qui n'aide pas vraiment à réduire les impacts en cours de projet. En effet, l'outil prend en compte (durant le projet ou à la fin) la situation telle qu'elle se présente avant de chercher à y apporter des solutions. Un outil différent du nôtre, car nous cherchons à atténuer les différents impacts liés aux décisions de gestion au cours du projet, de sorte que la situation finale présente le moins de problèmes possible. Il manque pour le cas de l'industrie extractif, des outils décisionnels qui limitent de façon efficace, les impacts.

#### **2.4.1 Types de fermetures et raisons**

Les enjeux et les défis qui entourent la fermeture de la mine sont nombreux. Les préoccupations sociales, économiques et environnementales sont les grands axes du défi de la fermeture. À cela, il faut ajouter la complexité des contextes dans lesquels tout doit être mené, et entre autres, le besoin d'impliquer toutes les parties prenantes.

Les experts de plusieurs domaines se sont penchés sur les préoccupations relatives aux activités de fermeture de la mine. Aussi, on a des recherches qui portent sur les problèmes de pollution de l'air (Ghose et Majee, 2001), des sols et des nappes d'eau souterraines (Razo et al., 2004), en ce qui concerne les préoccupations environnementales. Il y aussi les recherches sur le financement de la fermeture (Irimie, Munteanu et Matei, 2004) et enfin, des recherches sur la préoccupation sociale, le besoin de maintenir la qualité voire améliorer les conditions de vie des communautés ayant vécues à proximité de la mine (Veiga, Scoble et McAllister,

2001). Toutes ces préoccupations sont complexes et présentent pour chaque cas des particularités majeures.

Au moment de la fermeture de la mine, on pourrait évaluer la qualité de gestion du projet d'extraction. En effet, il est question d'impact au moment de la fermeture. Cet impact, peu importe sa forme, est le résultant de l'ensemble des décisions prises au cours du projet. C'est au cours de cette période aussi, que les parties prenantes se rejettent mutuellement les responsabilités. La fermeture est longue, souvent plus long que la durée de l'exploitation et coûte cher. Il est donc nécessaire, d'opter pour un outil de gestion des risques, car la fermeture représente la manifestation de l'impact des risques. D'où notre intérêt à tenir compte du cycle de vie du projet d'extraction. En identifiant les risques majeurs du projet, il serait éventuellement possible de réduire leur impact au moment de la fermeture.

## 2.5 Le concept de l'information

**Information** : *Ensemble de renseignements consignés sur un support (papier ou électronique) quelconque dans un but de transmettre des connaissances* (15).

**Formelle** : *Exprès, précis, ayant un caractère officiel* (16).

**Informelle** : *Qui n'est pas soumis à des règles strictes, officielles.* (17)

L'information est une donnée, un message un savoir qui apporte une différence ou engendre une différence pour son interprétant (Alain, 2007). Il y a deux types d'informations, celle qui est formelle et celle qui est non formelle ou informelle. Dans notre travail il sera aussi question de l'information, nécessaire pour la prise de bonne décision. Pour nous, ce concept est en rapport avec tout type d'événement qui génère suffisamment d'intérêt pour que l'on tienne compte pour une prise de décisions. Les problématiques de l'information sont nombreuses et entraîne des conséquences dans la communication et les interactions (Sauvajol-Rialland Caroline, 2009). Elles entraînent des dégâts importants et biaise le processus de décision (Lesca Humbert, 1995). Un autre niveau de problème de l'information

est celui de la forme de collecte (Volant, 2002). Le tableau 2.6 résume les problèmes liés à l'information.

Tableau 2.6 Problématiques de l'information

Tiré de (Pierre, 1995) (Brigitte, 2003) et de (Morizio Claude, 2002)

PROBLÉMATIQUES	DESCRIPTIONS
Contexte	Environnement dans lequel sera générée l'information.
Source	Lieu ou objet d'où sera générée l'information.
Perception	Personnalité-culture-expérience-opinions.
Qualité	Clarté de l'information.
Fiabilité	Utilité de l'information.
Support	Outils ou moyens de communication.
Quantité	Volume d'information.
Coût	Prix pour obtenir l'information.
Temps	Validité de l'information.

Nous faisons abstraction des genres d'information et de plusieurs facteurs liés au concept de l'information. Dans notre démarche nous allons mettre en lumière quelques problèmes liés au concept, mais dans le contexte de recherche. Il ne sera pas question non plus des problématiques de l'information telles que présentées ci-dessus. Nous allons regarder plus les indicateurs qui peuvent être utiles pour la décision pour le gestionnaire.

Pratiquement à toutes les étapes de la vie de la mine il y a des informations formelles et informelles. Les informations formelles en contexte de mines sont généralement chiffrables et utilisables. Elles ne sont pas nécessairement utilisées, mais elles sont présentes et il est possible d'aller les chercher. Celles informelles relèvent plus de renseignements spéculatifs et difficilement traçables comme l'état d'esprit d'un groupe. Ce sont elles qui échappent aux gestionnaires. Pour prendre des décisions, il faut de l'information. D'où l'importance de comprendre la dynamique de l'information au cours de la vie de la mine.

## 2.6 Problématique scientifique

Les risques présentent une photo de l'entreprise (du projet) à un moment précis compte tenu d'un ensemble d'informations (Louisot J. P, 2005). Les risques sont évalués par expérience et prennent difficilement en compte la dimension temporelle dans le suivi des impacts. Les caractéristiques de la décision qui permettent de gérer les risques donnent des résultats de gestion qui semblent bons dans le court terme. Mais, à long terme, l'efficacité des décisions ou des actions en faveur des limitations des risques est remise en cause par l'état de la fin du projet. Il y aurait donc, des composantes manquantes ou altérées dans l'analyse et les décisions en rapport avec les risques comme la dimension temporelle, un manque d'information ou encore de l'information mal utilisée ou mal choisie. Ce projet de recherche tente de répondre à la préoccupation : comment rendre la gestion des risques dynamique?

La difficulté de tenir compte de l'aspect temporel aurait plusieurs raisons. D'abord, il y a le fait que les décisions se prennent dans période de temps assez courte. Dans cette situation, il est difficile de faire de la projection, il serait difficile d'analyser les impacts dans le temps. Ensuite, il y aurait aussi des habitudes. La prise de décision ne change pas, car les décideurs sont habitués à prendre les décisions d'une certaine manière qui ne tiennent pas compte du temps. Par habitude, le processus est limité. Enfin, il y aurait ce manque de référentiel. En effet, dans l'éventualité où la dimension temporelle serait considérée, les connaissances en matière d'évolution des impacts dans le temps ne sont pas nécessairement connues des décideurs. Il y a donc un manque d'information pour soutenir une prise de décision qui prendrait en compte le temps.

### 2.6.1 Objectifs de la recherche

Dans le but d'aider le gestionnaire ou l'équipe de gestion à prendre de meilleures décisions et à augmenter la performance des projets, nous aimerais proposer un outil pratique qui tienne compte du temps, dans le long terme. Cet outil, aurait pour mission de permettre au gestionnaire ou à l'équipe de gestion d'identifier rapidement les décisions à risques à venir et

de prendre en compte le maximum d'éléments (d'informations) pour une décision éclairée qui a des impacts limités dans le temps et surtout lors la fermeture du projet.

### 2.6.2 Les retombées contributions

**Un outil décisionnel** : l'outil que nous proposons, doit être utilisable pour toutes les entreprises, les gouvernements et aussi pour la société en général. Le cas de l'extraction est un cadre. Cet outil proposerait une vue d'ensemble, une vision plus large de la situation et offre de nouvelles pistes de réflexion plus intégrées sur les enjeux de l'industrie.

**Mise en perspective à long terme** : la proposition permet une attitude préventive à l'égard des risques potentiels et une vision sur des risques sur le long terme. L'outil que nous allons proposer permettra de projeter et de comprendre les impacts à long terme des décisions de maintenant. Ainsi, il sera plus facile de comparer plusieurs options possibles sur la base des impacts à long terme avant de prendre une décision. À la fermeture du projet, les impacts seront plus maîtrisés.

**Possibilités d'optimisation globale** : la proposition pourrait permettre de faire des choix plus avantageux pour l'entreprise. La perspective dans le temps permet d'ajuster les décisions à court terme et, mais aussi d'ajuster décisions qui touchent les autres parties de la société. Ainsi, le gain en performance touche automatiquement tout le projet et toute l'entreprise. Une amélioration de la qualité décisionnelle va permettre des économies financières et un gain en temps.

### 2.7 Hypothèse

**Hypothèse générale** : Il serait possible d'augmenter la performance décisionnelle pour une meilleure clôture des projets d'extraction. En réduisant l'écart entre le suivi environnemental qui aide à réduire l'impact et la prise de décision. Le rapprochement des deux (avec la vision à long terme) serait une bonne réponse une fermeture de qualité d'un projet d'extraction.

**Hypothèses spécifiques :** Il est possible d'améliorer les décisions

1. en ciblant les périodes critiques à fort impact sur le projet;
2. en identifiant également les types de décisions qui généreraient des forts impacts;
3. en y ajoutant une échelle de temps qui permettrait d'envisager le comportement des impacts.
4. en proposant un outil d'aide à la décision qui tienne compte du temps.

Comme présentée dans la figure 2.4, il est possible d'atténuer les risques et d'obtenir une meilleure performance de gestion de projet. Pour notre part, c'est en prenant de bonnes décisions c'est-à-dire des décisions avec des risques amoindris que la fin de vie du projet se déroule mieux.

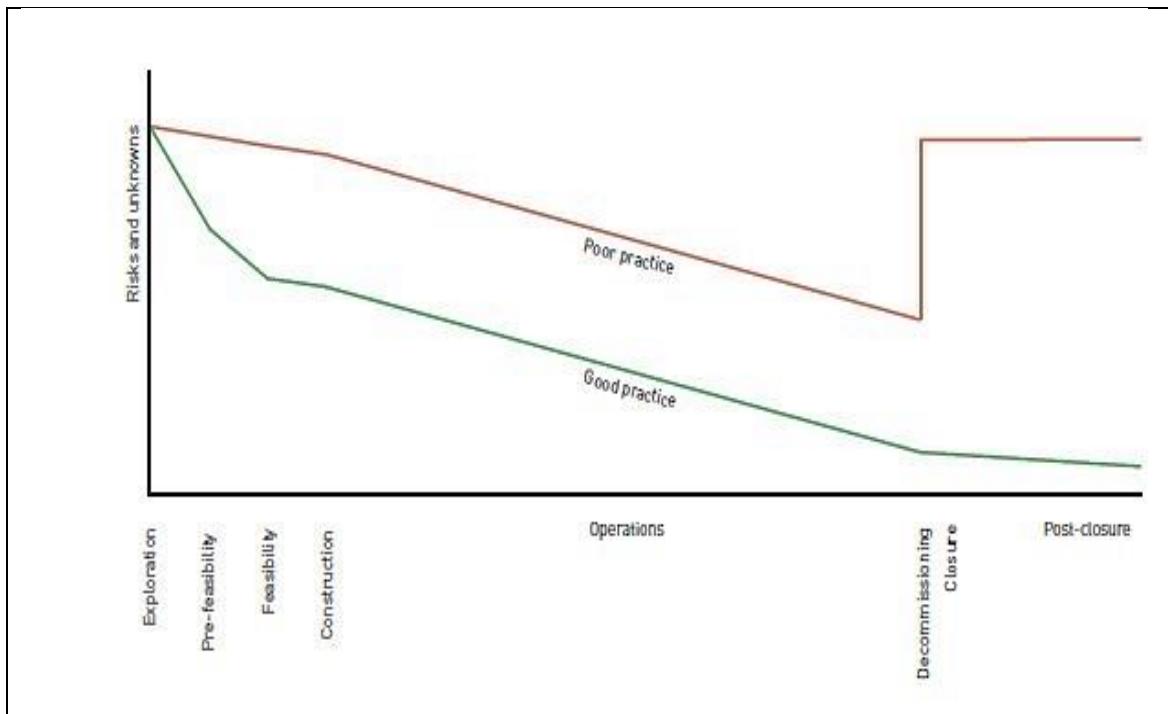


Figure 2.4 Performance des bonnes pratiques  
Tirée de planning for integrated mine closure toolkit (18)

## **2.8 Pertinence de la problématique soulevée**

Le besoin de contrôler les risques est présent. L'International Council on Mining and Metals (ICMM) est une organisation à but non lucratif internationale a été établie en 2001. Elle est basée à Londres au Royaume-Unis. Elle promeut et encourage une exploitation minière saine. Elle regroupe à ce jour plus de 21 entreprises de l'industrie extractive dans le monde. Cette association travaille sur les aspects du développement économique et social, la santé, la sécurité et les méthodes de production. Elle regroupe des thèmes comme l'énergie, les droits humains, la contribution des mines au développement durable, l'environnement, etc. Les membres de cette organisation s'engagent à implémenter un système de gestion qui augmenterait leur performance de leurs activités. Le système est une trousse à outils et d'engagements pour un développement durable. L'existence de cette structure montre l'importance de notre problématique.

## **2.9 Synthèse chapitre 2**

Dans ce chapitre nous avons présenté l'état de l'art sur la gestion de risques. Nous avons parlé également des concepts comme la décision, le cycle de vie et l'information. Dès qu'il est question de risques, il est automatiquement question d'information et de décision. Le cycle de vie est un concept intéressant pour une vue globale des aspects temporels du projet, et pour prévoir l'avenir. Nous avons aussi présenté la problématique de recherche. Cette dernière présente la difficulté de ne pas considérer la dimension temporelle (long terme). Une prise en compte qui aiderait à obtenir des fins de projet avec moins de problèmes. Dans le prochain chapitre, nous allons présenter la méthodologie que nous utiliserons pour proposer un outil qui réponde à la problématique.

## **CHAPITRE 3**

### **MÉTHODOLOGIE**

#### **3.1 Résumé de la méthodologie**

L'information est utilisée pour prendre des décisions. Nous avons donc commencé par en faire l'analyse. L'objectif est de comprendre l'organisation des informations et l'utilité de celles-ci pour le gestionnaire pour prendre des décisions. Aussi, il nous a paru important d'associé à l'analyse des informations, de l'observation terrain. Observer la dynamique des personnes qui prennent les décisions en situation de projet, afin de mieux cerner le comportement face à l'enjeu de la prise en compte du temps dans les décisions. Pour cela il fallut aller sur le terrain. Ces deux analyses constituent la première étape.

Pour proposer un outil d'aide à la décision pratique : la méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels (MERID), qui permettrait au décideur de prendre en compte l'évolution des impacts dans le long terme, nous avons d'abord isolé les périodes critiques pour la fin de la vie de la mine. C'est la deuxième étape. L'objectif est d'identifier les moments où les décisions affectent le plus la fin du projet. Pour isoler ces périodes critiques, nous avons sélectionné un outil de gestion de risques par analyse multicritère. L'outil sélectionné est l'analyse des modes de défaillances de leur effets et criticité (AMDEC), qui nous a permis d'identifier et isoler ces moments critiques.

Après, en troisième étape, nous avons isolé les décisions critiques pour la fermeture de la mine. L'objectif était d'identifier les décisions qui entraîneraient potentiellement des problèmes en fin de projet. Pour cela, nous avons utilisé l'outil AMDEC encore.

Avec les décisions critiques et les périodes critiques, nous avons proposé un modèle d'aide à la décision qui prend en compte le temps. C'est l'étape 4. L'intégration du temps permet d'avoir un regard sur l'évolution des impacts.

Enfin, l'étape 5, c'est le choix qui s'appuie sur notre modèle et aussi sur les périodes et les décisions critiques. L'objectif de cette étape, est de permettre un choix éclairé qui a le moins d'impact sur la fin du projet, dans une situation où plusieurs options de décision s'offrent au décideur.

Pour évaluer la valeur ajoutée de notre outil MERID nous avons fait des entretiens semi-dirigés avec des experts du domaine de l'industrie de l'extraction.

Tableau 3.1 Étapes de la méthodologie avant l'évaluation

1	Analyser (information/terrain)
2	Isoler périodes
3	Isoler décisions
4	Proposer un modèle
5	Choisir

### 3.2 Étape 1 : Analyse des informations

L'analyse de l'information a consisté à porter un regard critique sur les informations internes, les informations externes, sur la forme et contenu des textes. En plus de l'analyse, l'observation et l'interaction sur le terrain à aider à mieux comprendre l'utilisation des informations.

#### 3.2.1 Analyse de l'information externe sur la fermeture du projet minier

Nous avons recensé et collecté les articles et des textes en tout genre qui portait sur l'industrie de l'extraction pour analyse documentaire. Ces textes recensés ont été produits hors projet. Nous ne les avons pas triés au départ. Nous les avons analysés. Nous les avons lus. Nous avons ensuite essayé de les classer par groupe, selon le genre d'information dont il y était question. Il y a beaucoup d'informations au sujet de l'industrie extractive. Nous cherchions à savoir quelle était leur pertinence pour les gestionnaires, pour prendre des décisions de bonnes qualités (qui aideraient à réduire les impacts à la fin de la vie du projet).

### **3.2.2 Analyse l'information interne sur la fermeture du projet minier**

Ici on a supposé que l'information est utile au gestionnaire pour prendre des décisions. Par contre, les problèmes de l'information peuvent limiter la performance des bonnes décisions. Nous avons analysé les informations à chaque étape du cycle de vie du projet minier.

Avec la recherche documentaire portant sur le développement d'un projet minier, nous avons pu identifier les activités de chaque étape du cycle de vie. Partant des activités nous avons identifié quelques informations qui y sont générées. L'objectif est de se faire une idée des problématiques de l'information en cours de projet, qui affecteraient les décisions. Comprendre les enjeux de l'information en situation de projet minier va permettre de mieux cerner les défis liés à la fermeture.

Pour analyser et valider les informations en interne, nous avons eu des entretiens avec les acteurs de projet minier. Ces acteurs étaient des gestionnaires, des responsables des départements uniquement, pour un échantillon de 11 responsables. Ils ont été choisis pour leurs connaissances des activités, et leurs expériences. Ces responsables nous ont détaillés, les activités à chaque étape de l'évolution du projet. Les acticités génèrent des résultats. Ces résultats sont des informations. Les informations peu importe leur nature, véhiculent des problèmes. Nous avons identifié les problèmes avec l'aide des gestionnaires qui ont présenté les limites des données que génère leur activité.

### **3.2.3 Observation terrain des décisions en projet d'extraction**

Pour mieux comprendre la question de la fermeture et les décisions qui sont prises en cours de projet, nous avons effectué un stage d'observation terrain de 8 mois dans des projets d'extraction. Nous avons passé deux mois dans un projet d'extraction en construction et 6 mois dans une autre en production. Le tout se passe au Burkina Faso, au cours de la période comprise entre Août 2012 et Avril 2013. Le premier projet que nous avons pu observer est celui du site aurifère en construction exploitée en son temps par une société Canadienne (nous n'avons pas autorisation pour divulguer le nom). Le second projet était celui d'une compagnie Britannique.

Ces projets ont été choisis pour la facilité d'accès à l'information. Ensuite, parce que les enjeux environnementaux et sociaux qui accompagnent ces projets semblent importants et parce ce que les communautés environnantes ont de grandes attentes.

La mine d'extraction Britannique (société des mines du belahouro : SMB) est un projet d'extraction aurifère dont le site est appelé Inata. La superficie du projet d'extraction d'Inata actuelle s'étend sur 1,660 kilomètre carré sur un potentiel total de 26 kilomètres. La mine est située à environ 220 kilomètres au nord-est de la capitale, Ouagadougou au Burkina Faso. La licence d'exploitation s'étend jusqu'en 2027. Inata est une mine à ciel ouvert avec 6 carrières.

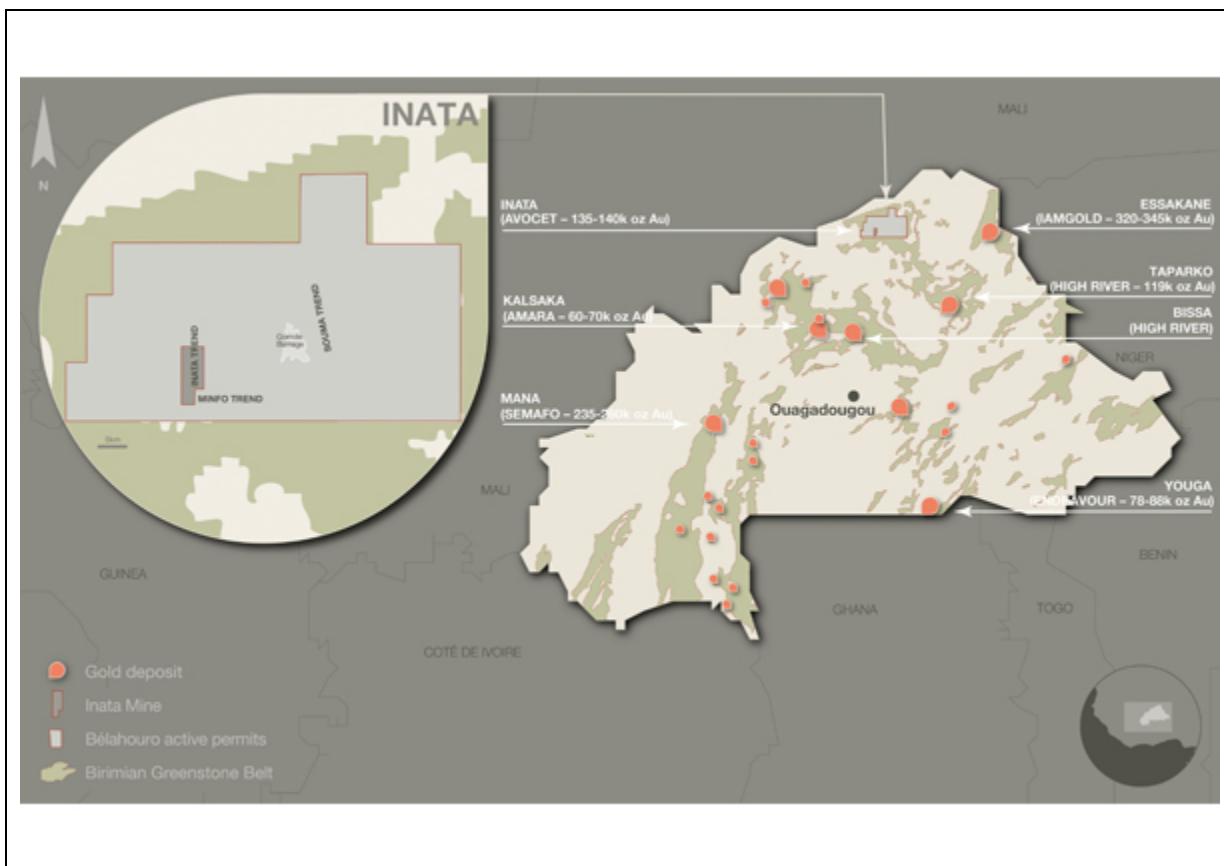


Figure 3.1 Structure du projet SMB  
Tirée du site web de la société (19)

Le tableau 3.2 montre la structure du projet chez SMB dont nous allons nous inspirer pour la suite de notre travail.

Tableau 3.2 Structure du projet d'extraction de SMB

SECTIONS	DÉPARTEMENTS	RESPONSABILITÉS
ADMINISTRATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direction</li> <li>• ressource humaine</li> <li>• Finance-comptabilité</li> <li>• Services administratifs</li> <li>• Service des Achats</li> <li>• Informatique</li> <li>• Relations communautés</li> <li>• Juridique</li> </ul>	Gestion des activités de la mine au quotidien; planifications; organisation et contrôle. Cette section peut être combinée avec la suivante ; pas besoin de les dissocier
SUPPORT ADMINISTRATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santé-Sécurité</li> <li>• Environnement</li> <li>• Médical</li> <li>• Sécurité</li> </ul>	Administration technique et exécutive des activités et services de soutien.
OPÉRATIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mines</li> <li>• Usine</li> </ul>	Production
SUPPORT OPÉRATIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance engins lourds</li> <li>• Maintenance Usine</li> </ul>	Services des entretiens mécaniques.

Notre mission a consisté à observer les interactions entre les différentes structures. Nous voulions interagir également avec les gestionnaires responsables au quotidien. Comprendre leurs décisions, pourquoi et comment ils les prennent. L'objectif était de comprendre aussi comment les éventuels impacts sont pris en compte et sont gérés. Pour ce faire nous avons choisi le département de santé et sécurité au travail. Ce choix est basé sur le fait que ce département travaille étroitement avec toutes les autres structures du projet pour limiter les risques d'accidents, et parce qu'il permet de comprendre indirectement comment les décisions circulent, comment elles sont prises et appliquées. En effet, les activités planifiées de chaque structure sont passées en revue par le bureau de santé-sécurité au travail.

Durant notre séjour, nous avons eu des entretiens semi-dirigés avec les gestionnaires responsables de département. Nous avons également participé aux activités au quotidien. Enfin, nous avons posé des questions individuelles à des employés pour comprendre les perceptions et les comportements.

### 3.3 Étape 2 : Isoler les périodes critiques

#### 3.3.1 Choix d'un outil de gestion des risques

Nous avons besoin d'un outil de gestion des risques pour analyser le cycle de vie du projet. Les performances sociales et environnementales en fin de vie sont des exemples de résultante des décisions prises au cours du projet. Il est important de faire une analyse globale des étapes du cycle de vie du projet et des décisions. Pour le faire, il faut un outil de gestion des risques qui puisse nous aider à avoir une vue globale de toutes les périodes critiques et des décisions critiques. Pour cela, nous avons identifié plusieurs outils de gestion des risques. Pour choisir l'outil adapté, nous avons d'abord effectué une analyse de quelques outils de gestion des risques, les plus connus et les plus documentés. Ensuite, nous avons fait un tableau comparatif et nous avons fait un choix en fonction des indicateurs de performances qui conviennent le plus à notre besoin (Tableau 3.3). Les indicateurs que nous avons utilisés sont ceux utilisés pour évaluer la performances des outils (Hyatt, 2003). Notre analyse à montrer que l'outil analyse des modes de défaillances de leurs effets et criticité (AMDEC), est le plus adapté et le plus flexible pour notre travail.

Tableau 3.3 Indicateurs d'analyse multicritères  
Choix d'un outil de gestion des risques

INDICATEURS	
Qualitatif	Quantitatif
Application Services	Application produit/système
Identification des impacts	Identification des options
À paramètre temps (échelle)	Processus individuel
Processus en équipe	Processus long
Flexibilité de la démarche	Applicable projet de grande envergure

### 3.3.2 Établir le cycle de vie du projet

Le cycle de vie considère toutes les étapes de vie du produit, c'est-à-dire de sa conception jusqu'à sa disposition finale. Pour notre étude, la mine qui est notre objet ou unité fonctionnelle est présentée comme un produit. Faire et valider un schéma représentatif de toutes les étapes de la vie du projet a pour but d'obtenir une vue d'ensemble du projet et identifier les intervenants internes du projet (des départements et sous départements qui ensemble exécutent le projet). Dépendamment de la nature du projet, il est important de la ramener à ses étapes de cycle de vie. Il s'agit également :

- D'identifier des étapes du cycle de vie du projet pour obtenir la vision d'ensemble de tout le projet.
- D'identifier des départements clés qui interagissent à chaque étape du cycle, pour obtenir plus tard les types de décisions clés qui sont prises par ces départements.
- De valider les identifications.

Le cycle de vie de projet que nous avons proposé est inspiré des activités du cycle de vie d'une mine d'Environnement Canada comme présenté au chapitre 1.

### 3.3.3 AMDEC structure

Pour isoler la période critique, nous avons appliqué AMDEC à la structure du projet.

**Description** : AMDEC structure =Application d'AMDEC au cycle de vie du projet (activités)

**Objectif** : Évaluer la criticité de chaque étape du cycle de vie.

**Méthode** : Pour chaque étape du cycle de vie du projet, nous avons identifié les modes de défaillances des activités; les causes potentielles de ces défaillances et les effets. Avec la formule de calcul de la criticité, nous avons pu calculer le niveau de criticité de chaque période. Ainsi, cela nous a permis d'avoir une idée des périodes du plus critiques sur la fin de vie du projet.

**Détails et présentation** : Cette étape est constituée des sous-étapes suivantes :

- Proposition d'échelle d'appréciation des indicateurs (fréquences; gravité et non-détection). Nous avons choisi une échelle comprise entre 1 et 10 pour des besoins de simplification des calculs.
- Identification des activités pour chaque étape du cycle de vie du projet. Inspiré de l'analyse terrain et des entretiens que nous avons effectués.
- Identification des modes de défaillances, des effets et des causes possibles. Inspiré des cas de défaillances et des problèmes sur le terrain.
- Identification et attribution des fréquences, de la gravité et du niveau de non-détection. Effectué avec la collaboration avec les gestionnaires sur le terrain.
- Calcul de la criticité et hiérarchisation des étapes du cycle du projet en fonction du niveau de criticité.

Pour réaliser AMDEC de la structure, on considère les activités à chaque étape du cycle. À partir des activités de chaque étape, on peut répondre aux questions de mode de défaillance, de causes, des effets potentiels. Ainsi, on peut évaluer les fréquences, gravités et la non-détection pour calculer la criticité. Le tableau 3.4 présente une proposition d'échelle d'appréciation.

Tableau 3.4 Proposition d'une échelle d'appréciation des paramètres d'AMDEC

Fréquence (F)/(O)	1 à 10	1 étant la plus faible fréquence
Gravité (G)/(S)	1 à 10	1 étant la moins importante gravité
Non-détection (ND)	1 à 10	1 étant la plus faible probabilité de Non-détection

AMDEC devrait se faire en équipe, se faire de façon plus exhaustive dans les recensions des défaillances, des effets et des causes. Le calcul de la criticité se fera comme suit :

$$\text{Fréquence} \times \text{Gravité} \times \text{Non Détection} = \text{Criticité}$$

### 3.4 Étape 3 : Isoler les décisions critiques

Pour isoler les décisions critiques, on a appliqué AMDEC aux décisions liées aux activités du projet. Pour savoir quelles décisions sont les plus importantes (celles qui permettent d'assurer un bon fonctionnement du projet et une rentabilité continue) nous nous sommes inspirés du logiciel Microsoft Project. Le logiciel Microsoft Project est utilisé par plus de 20 millions de chefs de projet et il est le logiciel de gestion de projet le plus utilisé au monde (20). Ce logiciel de gestion articule le déroulement du projet avec l'affectation des ressources (21) qui sont des décisions administratives :

- ressources « travail », à qui l'on peut attribuer des charges de travail : individus, mais aussi des machines-outils par exemple.
- Ressources « matérielles », correspondant à des matériaux (ressources consommables avec des unités) : béton ( $m^3$ ), câble (km).
- ressources « coût » : pour pouvoir associer aux tâches du projet des postes de dépense : frais de déplacement, achat de prestation au forfait.

**Description** : Application d'AMDEC aux décisions.

**Objectif** : Évaluer la criticité des décisions potentielles qui peuvent être prises dans les différentes situations critiques identifiées.

**Méthode** : Nous avons calculé la criticité des types de décisions potentielles qui peuvent être prises en cours de projet, en attribuant une criticité au niveau d'impacts potentiels qu'ils pourraient engendrer. Comme pour AMDEC structure, nous avons identifié les modes de défaillances des décisions; les causes potentielles de ces défaillances et les effets. Avec la formule de calcul de la criticité, nous avons pu calculer le niveau de criticité de chaque décision. Ainsi, cela nous a permis d'avoir une idée des décisions les plus critiques sur la fin de vie du projet.

### **3.5 Étape 4 : Proposition d'un modèle qui intègre le temps**

#### **3.5.1 Tableau croisé périodes critiques et décisions critiques.**

Avec les criticités obtenus des périodes critiques et des décisions critiques, nous avons fait un tableau croisé des criticités. Pour le croisement nous avons fait le produit des criticités. Nous avons choisi de faire le produit, car une période critique et une décision critique ensemble donneraient une situation plus aggravantes pour la fermeture. Avec un tel tableau croisé, nous avons associés au produit des criticités, un code de couleur. Les couleurs sont associés au niveau des criticités. Ainsi, dépendamment du niveau réel du cycle dans lequel on se trouve, chaque type de décision à un code de couleur, qui désigne le niveau potentiel d'impact dur la fermeture du projet.

#### **3.5.2 Analyse de quelques outil d'aide à la décision**

Nous avons identifié quelques outils d'aide à la décision (analyse documentaire voir Annexe II page 101. Nous avons regardé comment ils fonctionnaient. Nous avons regardé comment ils sont structurés. Nous avons analysé quelques-uns des plus documentés. L'objectif était de s'inspirer de ces modèles, pour la conception du notre.

#### **3.5.3 Modèle décisionnel qui prend en compte le temps**

Après avoir identifié les moments à risque et les décisions à risque, le gestionnaire doit alors les prendre en compte dans la décision. Maintenant, il s'agit de proposer un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire, afin que celui-ci puisse être en mesure d'identifier les options possibles et de faire un choix (qui tiennent compte du temps) et qui atténue les risques en fin de vie du projet. Le temps représente l'évolution et la dynamique des impacts. L'outil doit être pratique et doit permettre une utilisation simple, rapide et efficace. Cet outil que nous proposons est nommé : Méthode d'Évaluation Rapide des Impacts Décisionnels (MERID).

**Description :** Proposer une démarche décisionnelle.

**Objectif :** Donner la possibilité de prendre en compte l'évolution des impacts dans le processus de la décision.

**Méthode :** Pour prendre une décision, le gestionnaire a besoin de cerner la situation. Pour cela il a besoin d'informations. Nous proposons donc dans notre modèle 2 étapes préliminaires de mise à jour sur la situation (à travers l'identification, la localisation et la description de la situation).

Après, nous proposons un rappel du tableau croisé des criticités des périodes et des décisions. Cette étape a pour but de rappeler au décideur à quelle étape de l'existence du projet il se trouve. En plus avec les codes couleurs, le gestionnaire a une idée du type de décision qui a un grand impact sur la fin du projet.

L'étape suivante 4, le gestionnaire peut à l'aide des indicateurs décrire la situation réelle initiale avant l'évènement. Ensuite, il peut remplir le reste du tableau qui propose de décrire l'impact et le comportement de celui sur une échelle de temps. Il peut remplir le même tableau, pour une autre période de temps. Il peut notifier les options de choix possible et les coûts de chaque option. Ainsi, il peut analyser l'évolution des impacts sur une grande période.

### 3.6 Étape 5 : Choisir

C'est la dernière étape du processus. A cette étape le gestionnaire a pu identifier pour chaque période de temps, à l'aide des précédentes étapes. Les options qui s'offrent à lui, pour chaque intervalle de temps qu'il a analysé. Comme les décisions à court terme ne sont pas nécessairement les meilleures à long terme, le gestionnaire peut avoir une vue d'ensemble sur le long terme avant de prendre sa décision. En plus, chaque option représente une décision. Et comme chaque décision a un degré différent d'impact (envisageable grâce au tableau des croisées des criticités), le gestionnaire sait en plus, potentiellement quel degré d'impact il faut envisager sur la fermeture du projet.

### **3.7 Évaluation de la valeur ajoutée de l'outil MERID**

Pour évaluer notre modèle, nous aurions pu faire une approche d'évaluation par usage. Et pour le faire, il aurait fallu passer par les étapes suivantes :

#### **Étape 1 : Identifier un projet référentiel**

Cette étape se fait en trois sous étapes majeures :

- a. Identification d'un projet : choisir un projet.
- b. Caractérisation des décisions qui sont prises dans les projets : Identification des types de décisions qui sont prises dans le projet.
- c. Identifications des impacts sociaux et environnementaux liés aux décisions.
- d. Mesure des performances des décisions : Mesure des écarts entre les situations initiales en début de projet et celle actuelle à des intervalles de temps précis.

#### **Étape 2 : Identifier un projet ou des projets de comparaison**

Il s'agit pour cette étape de suivre les mêmes étapes que pour l'étape (a; b;). Les projets sélectionnés pour la comparaison devraient présenter les mêmes caractéristiques que le projet de référence pour être comparables. Enfin, une mesure continue de la performance sociale et environnementale s'effectuera dans le même intervalle de temps que celui utilisé dans le cas du projet référentiel.

#### **Étape 3 : Comparer les résultats de la performance**

Les résultats obtenus pour le projet de référence sont comparés aux résultats obtenus avec les projets de comparaison. Ainsi, on peut identifier les décisions les plus performantes et valider la MERID s'il y a lieu.

La validation de la MERID par application terrain (usage) malheureusement est longue. Son plus grand atout, l'échelle de temps est aussi son plus grand handicap. En effet, il est difficile de savoir quelle est la qualité d'une décision, sans avoir mesuré la performance de celle-ci.

Pour montrer la valeur ajoutée de l'outil (MERID), nous avons effectué des entretiens avec des acteurs du domaine minier. Ces entretiens ont été réalisés afin d'obtenir l'avis des acteurs et d'experts sur la validité, la valeur ajoutée et l'utilité de l'outil. Nous avons choisi d'effectuer des entretiens semi-dirigés téléphoniques. Cette forme collecte de données est utile pour les situations complexes et pour les informations qualitatives. Ensuite, il donne accès aux observations, aux opinions et aux perceptions, ce qui laisse un éventail de commentaires sur la MERID. Il révèle les préoccupations les plus cachées (Benoît, 2003). Les entretiens ont eu une durée moyenne de 45 minutes. Voir le questionnaire en annexe III page 109.

### 3.7.1 Échantillon

Les participants sont des personnes qui travaillent dans des projets miniers ou dans des institutions qui interviennent ou observent la dynamique dans les projets miniers, dans l'industrie extractive, et leurs impacts sur l'environnement et le social. Pour notre cas, notre échantillon a été de 7 participants. Ces derniers venaient de structures gouvernementales, de sociétés minières essentiellement. Cet échantillon a été fait pour couvrir l'ensemble des perceptions et analyses d'experts intervenants dans différents endroits.

Figure 3.2 Composition de l'échantillon du sondage

Personne ressource	Titre / Institution ou entreprise
Participant 1	Gouvernement du Canada / Environnement Canada
Participant (2-3-4-5)	Compagnies minières en activité / Canada / Burkina Faso
Participant 6	Gouvernement du Burkina Faso / Bureau National des évaluations des impacts sociaux et environnementaux.
Participant 7	Institution au Canada / Mining Watch Canada

### **3.7.2 Stratégie du questionnement**

Pour évaluer MERID, nous allons avoir une approche en 2 axes.

Premièrement, la mise en exergue de la manière de fonctionner ou de la perception connu de fonctionnement des projets miniers. Il s'agit de faire ressortir par l'interviewé les connaissances pratiques sur la gestion des risques sociaux et environnementaux. Faire ressortir, ce qui est fait et comment cela est fait. Comprendre selon eux, ce qui devrait être fait et comment selon eux on pourrait mieux faire pour limiter les impacts sociaux et environnementaux. Estimer la pertinence des outils connus et leurs limites. On demandera (à l'interviewé) de faire une appréciation sur une échelle de 1 à 10 de la performance des pratiques actuelles en matière de prise de décision et de gestion des risques. Entre les deux axes se trouve la présentation de l'outil MERID. Une même description de l'outil, ses caractéristiques et son fonctionnement est présentée aux interviewés. Ensuite, pour le deuxième axe, on demandera aux interviewés d'évaluer selon eux (leurs expériences et perceptions) la pertinence d'un tel outil. Ils évalueront la performance de MERID par rapport aux outils usuels. Enfin, on leur demandera quelles seraient selon eux les limites d'un tel outil.

### **3.8 Synthèse chapitre 3**

Dans ce chapitre il a été question de la méthodologie. Nous avons présenté l'approche d'analyse des informations qui circulent autour de la fermeture des mines en interne et en externe. Nous y avons présenté le processus des étapes qui nous permettrait d'atteindre notre objectif de localiser les moments critiques pour la clôture et d'identifier aussi les types de décisions critiques pour ces moments. La période critique avec les décisions critiques permettraient au gestionnaire de faire attention au niveau d'impact potentiel et de faire de meilleurs choix pour le futur. Nous avons présenté l'outil MERID. Nous avons présenté une méthode d'évaluation de l'outil MERID à l'aide d'un entretien semi-dirigé. Dans le chapitre suivant, nous allons appliquer la méthodologie à un cas réel de projet d'extraction et nous allons également appliquer le fonctionnement de l'outil MERID.

## **CHAPITRE 4**

### **RÉSULTATS ET APPLICATION**

#### **4.1 Étape 1 : Analyse des informations**

##### **4.1.1 Résultats : Analyse des informations externes**

###### **Groupe 1 : Les analyses, les rapports d'observation et les tendances de l'industrie**

Ce groupe d'information regroupe tous les rapports locaux, régionaux ou internationaux sur l'industrie extractive. Ce sont des analyses qui ont été faites pour mettre à jour les grandes tendances dans l'industrie de l'extraction ou bien pour soulever des préoccupations qui y sont liées. Ces articles donnent une vision de la situation de l'industrie de l'extraction (MA, 2000), ou (Digby, 2012).

Ces documents contiennent des informations qui ne sont pas d'une grande valeur ajoutée pour les gestionnaires pour gérer des risques au quotidien ou à venir. Au mieux, elles attirent l'attention des décideurs sur des situations, mais ne leur donnent pas nécessairement les moyens d'y remédier. Certains de ces articles présentent une analyse générale des fermetures des mines, sans pour autant y proposer des solutions (Clark AL et J, 2005). D'autres font un état des lieux général sur les problématiques sociales, culturelles, politiques et sur l'organisation sociale pour le cas de l'exploitation des ressources minières en Afrique, tous types de projets confondus (Campbell, 2009).

Il est difficile pour les gestionnaires d'avoir le temps de prendre connaissance de ces genres d'informations (peu importe, la forme : scientifique ou non) et de les intégrer dans les décisions au quotidien, en rapport avec les risques à long terme. Les tendances sont générales et non propres à un projet. Elles donnent une observation large et une vision sur l'industrie. Enfin, le contenu que véhiculent ces documents serait plus utile pour ceux qui prennent des décisions stratégiques.

## **Groupe 2 : Les normes gouvernementales, internationales et les guides**

Ce groupe d'information contient l'ensemble des documents comme : les choix administratifs, les techniques requises pour avoir le droit d'opérer un projet d'extraction ; les réglementations et également toutes les obligations sociales, financières et environnementales pour l'exploiteur. Ces documents se présentent sous la forme de guides. La fermeture d'une mine est normalisée des fois à travers ces genres de documents. En effet, les grandes institutions comme la banque mondiale possèdent des départements ou des structures qui s'occupent de scruter les projets d'extraction dans le monde. La Banque Mondiale a élaboré des normes pour la fermeture des mines. Dans une dimension plus petite, on pourrait citer en exemple les guides de fermeture des mines de certaines provinces du Canada (Manitoba ; Saskatchewan par exemple). Le contenu de ces documents n'exige généralement que de la conformité, sans nécessairement spécifier des indicateurs précis. Les gouvernements ou des entreprises privées élaborent ces guides pour encadrer les projets d'exploitation à toutes les étapes. Des travaux en ce sens, présentent un bon état des lieux des mesures de fermeture, de certains pays comme l'Afrique du Sud, les États-Unis, le Pérou, le Canada (Garcia D. H, 2008). Ils évoquent les enjeux de la réglementation, les rôles des gouvernements dans la fermeture des mines.

Ce groupe de documents enfin, contient l'ensemble des normes internationales (communautaires) pour la prévention des catastrophes dans le cadre de l'exploitation. Ils sont conçus par des experts et sont inspirés des fois des catastrophes d'envergure qui ont marqué les consciences.

En termes de gestion des risques, les contenus de ces documents peuvent être utiles pour éviter les risques politiques et stratégiques dans le développement des affaires de l'entreprise. Les gestionnaires ne connaissent pas nécessairement toutes ces normes (trop nombreuses) et ne sont pas toujours outillés pour les maîtriser et les appliquer (trop techniques; trop couteuses; inadaptées). Ces informations aident les entreprises à respecter les exigences pour s'installer, opérer et rester dans les règles régionales, nationales ou internationales. Elles ont la particularité de ne pas aider les gestionnaires de projet dans les décisions en cours de projet. D'ailleurs, l'application des règles ne garantit pas une limitation des impacts. La preuve en est que, malgré l'existence des normes, les fermetures de projets extractifs posent

toujours des problèmes. Du reste, les informations de ce groupe ne sont pas pratiques pour la limitation des impacts. Les gestionnaires connaissent les limites et les obligations à respecter, mais ne sont pas nécessairement outillés pour le contrôler, de sorte à ne pas excéder ces limites.

### **Groupe 3 : Les solutions de pointe**

Les solutions de pointe sont les documents scientifiques qui proposent de répondre de façon particulière à des problématiques précises liées au contexte du projet. Certains problèmes qui surgissent durant l'exploitation et à la fin de la vie du projet font souvent l'objet de recherches. Les scientifiques réfléchissent aux problèmes tels que la pollution de l'air, des eaux, des sols. Le besoin d'une vision intégrée dans la gestion tient compte de différents aspects tels le social et l'environnement. Pour le plan social, il revient assez souvent qu'une participation inclusive des communautés est importante pour réussir une gestion de fin de vie de projet d'extraction. La AMDSelect (Kruse NAS, 2005) par exemple, est proposée pour la fermeture du projet minier. Pour cet outil, les auteurs se sont intéressés aux calculs des écoulements acides. Ils présentent AMDselect, qui évalue les caractéristiques du site dont il est question et propose la meilleure manière pour solutionner les problèmes d'acide, parmi un ensemble d'outils proposés. C'est un outil qui aide à la décision, mais malheureusement quand les dégâts sont déjà faits. Un autre article (Bain J. G, 2001) en exemple propose une fermeture de mine basée sur l'évolution géochimique des eaux souterraines. Cet outil a été développé pour les mines d'uranium. Le problème est la disponibilité des informations géochimiques. L'outil ne tient pas compte des autres enjeux de la fermeture et n'est peut-être pas adaptée pour d'autres types de mines. Un autre outil encore serait celui *Mine Closure Model* (MCM) (Brent A. C et A, 2006). Il propose une fermeture de mine basée sur les principes de gestion des risques standards du PMBOK. Cet outil est axé sur l'aide à la décision pour des gouvernements qui veulent optimiser leur décision en rapport avec la fermeture des mines. Alors que la limitation des impacts doit venir des décisions internes. Ces documents du groupe 3 présentent une particularité : celle de la technicité très approfondie. Les gestionnaires ne se retrouvent pas systématiquement dans les situations

telles que décrites dans ces documents, ou n'ont simplement pas le bagage nécessaire pour comprendre et appliquer les propositions voire les moyens.

#### **4.1.2 Bilan de l'analyse des informations externes**

La plus part des informations externes au projet minier sont souvent trop générales comme pour le groupe 1 et 2 pour être utilisable par les gestionnaires pour prendre des décisions au quotidien; ou bien, ces informations externes sont trop pointues pour être facilement utilisables. Ces informations seraient utiles pour prendre des décisions stratégiques. Elles aideraient éventuellement à prendre de bonnes décisions administratives, en situation de début de projet, pour bien se conformer aux normes. Finalement elles ne sont pas utiles pour le développement et le suivi des impacts du projet à moyen et long terme. Notre analyse montre la limite de la qualité des informations externes pour décider et contrôler les impacts à long terme. L'analyse de l'information a consisté à porter un regard critique sur les informations internes, les informations externes, sur la forme et contenu des textes. En plus de l'analyse, l'observation et l'interaction sur le terrain à aider à mieux comprendre l'utilisation des informations. Le tableau 4.1 donne un résumé des types d'information que l'on trouve au sujet des projets d'extraction.

Tableau 4.1 Résumé des types d'informations externe dans les mines

Groupe	Description	Exemple
<b>1</b>	Analyses, rapports d'observation / tendances de l'industrie	Locaux, régionaux ou internationaux (Hoskin, 2000) (Digby, 2012)
<b>2</b>	Normes gouvernementales/ internationales (modèles et guides)	Démarches administratives (juridiques, sociales, financières, environnementales) Code Minier/Banque Mondiale
<b>3</b>	Solutions contextuelles	Documents scientifiques qui répondent à des cas précis (Bain et al, 2001)

### **4.1.3 Résultats : Analyse des informations internes**

Les informations sur les étapes du cycle de vie du projet minier ont été obtenue par observation terrain; entretiens avec les gestionnaire et recherche documentaires sur le site de environnement canada.

#### **4.1.3.1 Les informations de l'étape de l'exploration**

À cette étape, les activités touchent l'environnement si des prélèvements terrain doivent être effectués et si l'accessibilité au terrain doit nécessiter un défrichement. Dans un tel contexte, les informations générées se présentent comme des données recueillies sur place, avec l'appui de la technologie. À ce stade, si le projet n'est pas réalisable, alors les impacts sociaux et environnementaux sont mineurs, mais pas négligeables.

Comme l'étape de l'exploration est un projet à part entière, il appartient au gestionnaire de choisir les informations qu'il va considérer pour ses décisions. La collecte des données se limitera aux besoins des gestionnaires. Cependant, au-delà du besoin, il y a les informations utiles. Les gestionnaires devront savoir les identifier et à aller les chercher. Ici, c'est disponibilité, le coût et la qualité des informations qui pourraient poser des problèmes.

#### **4.1.3.2 Les informations de l'étape de la faisabilité**

Cette étape génère des informations à partir de la modélisation du mode d'exploitation basé sur les résultats de l'exploration. Les autres paramètres à modéliser comme le personnel, les bâtiments et les équipements sont des estimations. À cette étape, on fait des évaluations financières, tout comme une partie des études environnementales et sociales.

La prévision aider par la technologie donne des informations assez précises. Le problème de ces informations est la qualité. Pour les prévisions sociales et environnementales, l'information peut avoir des problèmes venant de la source, de la perception et de la qualité. Il s'agit par exemple des mœurs, des coutumes des populations et de leur comportement. La modélisation n'a pas un impact direct sur les enjeux sociaux et environnementaux. Mais, la concrétisation du plan déterminera l'envergure des impacts.

#### **4.1.3.3 Les informations de l'étape de la construction**

Une telle activité touche directement l'environnement à travers le site qui accueille la future exploitation. Les informations sont le suivi de réalisation du plan de construction. Le terrain est aménagé pour pouvoir passer à la production. Les informations présenteraient éventuellement des problèmes de coût et de qualité. Tout dépendra de comment ils seront collectés et traités

#### **4.1.3.4 Les informations de l'étape de la production**

Des informations terrain comme les roches rencontrées, le dynamitage s'il y a lieu et aussi l'architecture du terrain de l'exploitation sont recueillies. D'autres informations de gestion comme le profil des travailleurs et leur comportement sont collectées.

L'information à cette étape présente des problèmes de qualité (comment l'information est collectée), de coût (combien coûte l'information à collecter), de perception (comment l'information collectée est perçue) et de temps (quand l'information est collectée et sa pertinence au moment de la collecte). Les décisions prises à cette étape vont avoir un impact sur la fin de la vie de la mine. L'organisation et les ressources utilisées sont des éléments qui affectent directement la fin de vie du projet.

#### **4.1.3.5 Les informations de l'étape de la fermeture et la post-fermeture**

Les informations générées auraient des problèmes de coût et de temps. Il coûterait chers de collecter des informations à cette période, le temps est un paramètre non négligeable à cause de la dynamique des données.

### **4.1.4 Bilan sur les informations internes**

Le tableau 4.2 donne un résumé des activités à chaque étape du cycle et des informations qui en ressortes.

Tableau 4.2 Résumé de l'analyse des informations en interne

Exploration	Découverte minérale, échantillonnage.	Données de prélèvements
Faisabilité	Planification / Étude financière.	Données de projections (modélisation)
Construction	Infrastructures	Achats / logistiques-transport
Production	Production / Gestion	Données de production journalière
Fermeture/Post- Fermeture	Nettoyage / Restauration	Données d'impacts

Le tableau 4.3 donne un résumé des problèmes de l'information à chaque étape du cycle de vie d'un projet minier.

Tableau 4.3 Problématique de l'information à chaque étape du cycle de vie de la mine

Étapes	Problématiques
Exploration	Qualité, Support, Coût, Quantité.
Faisabilité	Contexte, Source, Perception, Qualité, Support, Coût, Temps, Quantité
Construction	Qualité, Coût.
Production	Contexte, Source, Perception, Qualité, Support, Coût, Temps, Quantité
Fermeture et post fermeture	Perception, Qualité, Coût, Temps, Quantité

Compte tenu des différentes étapes de la vie du projet minier, il semble, après analyse, que c'est à l'étape de la faisabilité et de la production que les problèmes liés à l'information se manifestent le plus. La faisabilité est une étape de projection et d'anticipation, sans actions directes sur l'environnement. Par contre c'est la période de la production que des actions sont clairement faites avec un impact direct sur l'environnement, avec l'ensemble des enjeux sur l'information. À cela il faut ajouter que les informations internes, pourraient aider les gestionnaires à prendre des décisions en tenant compte de l'avenir du projet. La qualité des

informations doit être surveillée pour s'assurer de ne pas détériorer la qualité des décisions.

Cette partie présente ce que le gestionnaire devrait garder sous surveillance.

Cette analyse soulève aussi le problème du suivi des études d'impact. Les informations internes, peuvent aider les gestionnaires car il est possible pour eux d'aller les chercher. Il est possible pour eux de planifier et d'anticiper. Les études d'impacts d'ailleurs aident à cela. Mais si les problèmes persistent en fin de vie, c'est que les études ne suffisent pas. Cela justifie le besoin d'un outil pratique pour aider à faire du suivi (prise en compte des impacts dans le temps), et cela dans le cadre des décisions de tous les jours.

#### **4.1.5 Observation terrain des décisions en projet d'extraction**

##### **4.1.5.1 Résultats : observations terrain**

Le conseil d'administration ne s'implique pas de manière formelle dans la gestion du projet. Il s'assure que tout se passe comme prévu et suit de près les différents indicateurs de performance du projet. La direction du projet oriente et met en place toutes les conditions pour que les activités en cours se passent comme prévu. La direction travaille à résoudre les problèmes également. C'est la direction qui donne les orientations de résolutions des problèmes. C'est elle qui autorise les résolutions de problèmes en donnant les moyens. Les gestionnaires s'entendent sur le comment faire et travailler et sur les objectifs à atteindre, ainsi que les délais.

Les chefs de structures s'assurent que les activités soient réalisées selon les directives. Il n'y pas vraiment de décisions à ce niveau. Juste un transfert d'information.

Nous nous sommes entretenus avec des responsables de la direction et les ouvriers durant cette période d'observation. Nous avons cherché à comprendre comment ils envisageaient la fin du projet et s'ils pensaient aux impacts des activités actuelles. Les responsables qui travaillaient en santé-sécurité au travail et ceux qui travaillaient avec les communautés locales démontraient une certaine connaissance et un souci manifeste des risques. Cependant, ils étaient juste préoccupés à résoudre les problèmes actuels et à maintenir des conditions favorables à la non-manifestation des risques (prévention).

En résumé, ils travaillent sur le court terme. Les responsables de la production disent obéir aux ordres qu'ils reçoivent. Ils ne se posent pas beaucoup de questions. Ils se contentent d'exécuter. Ils le font en faisant attentions à ne pas polluer.

À la direction, les responsables disent suivre un plan de travail du projet que les experts ont conçu et qui a été approuvé par le conseil d'administration et le gouvernement. Pour les risques à long terme, ils affirment qu'il y a des plans de prévus et que des études ont déjà été effectuées en ce sens. Or, rappelons que c'est ce comportement qui est problématique. Des plans sont toujours faits, mais les impacts persistent en fin de vie!

#### **4.2 Bilan des analyses et observations**

L'information externe n'est pas d'une très grande utilité. L'information interne présenterait quelques difficultés, et ces difficultés affecteraient la qualité des décisions. Enfin, le comportement des hommes ne semble pas être en faveur de la prise en compte des impacts à long terme. MERID, qui l'outil que nous voulons proposer doit tenir compte de ces constats. Par ailleurs, après analyses des comportements et des décisions que prennent les gestionnaires en situation de projet, nous avons fait le constat suivant :

**L'essentiel des décisions qui présentaient des conséquences éventuelles sur la fin de la vie de mine, étaient des décisions administratives.** Parce ce que la partie administrative qui planifie les ressources à utiliser dans le volet opérationnel. Ensuite c'est aussi l'administration qui suit l'évolution des travaux et l'avancement des étapes du projet. Ces décisions sont prises dans la phase de faisabilité et construction. Selon nos observations les décisions administratives portent le gros poids de responsabilité en matière de décisions à risque pour le projet et sa clôture.

**Les autres décisions (stratégiques et opérationnelles) n'ont pas de grandes conséquences sur la fermeture.**

Parce ce que d'abord les décisions stratégiques restent dans le cadre d'une vision de long terme et ne sont pas assez opérationnelles sur le terrain. Ensuite, dans l'optique de maximiser le profit, les décisions stratégiques sont effectuées en tenant compte de la minimisation

complète des risques en tout genre qui pourraient causer des pertes au projet ou à l'entreprise. Mais aussi le manque d'informations formelles venant des phases : faisabilité et production dans le cycle de vie de projet minier. Ses décisions sont prises dans la phase d'exploration. Parce ce que les décisions opérationnelles sont à caractère exécutoire. Elles ne sont pas soumises à des réflexions à moyen et long termes. Ensuite, les décisions opérationnelles suivent des directives provenant des décisions de planification administrative. Le troisième est qu'à cette phase il est trop tard pour prendre des décisions importantes liées à la fermeture et à la fin de projet parce que les activités exécutoires sont déjà engagées. Ses décisions sont prises dans la phase de production et fermeture. Les présentes remarques nous permettent de réduire notre champ de réflexion aux décisions administratives. Les décisions administratives sont prises, mais leurs impacts ne sont pas maîtrisés dans le temps.

### **4.3 Étape 2 : Isoler les périodes critiques**

#### **4.3.1 Résultats : choix d'un outil de gestion des risques pour notre modèle**

Les analyses que nous avons faites sur les outils de gestion des risques (annexe 1), nous a aidé à choisir celui qui serait le plus adapté à la conception de notre outil MERID. Voir section méthodologie. Le tableau 4.4 présente un résumé de l'analyse comparative que nous avons effectué pour le choix de notre outil de gestion des risques.

Tableau 4.4 Proposition d'un tableau comparatif de quelques outils de risque

	HAZOP	PRA	ISO 31000	MONTE CARLO	AMDEC	FTA	ETA	PHA
Qualitatif	x	x	x		x	x		x
Quantitatif		x	x	x	x	x	x	x
Application Services			x	x	x			
Application produit ou système	x	x	x	x	x	x		x
Identification des impacts		x			x	x	x	
Identification des options	x	x	x					x
À paramètre temps (échelle)								
Processus individuel				x		x		x
Processus en équipe	x	x	x	x	x	x	x	x
Processus long	x	x	x	x	x		x	x
Flexibilité de la démarche					x			
Applicable projet de grande envergure			x	x	x			

L'outil analyse des modes de défaillance de leurs effets et criticité AMDEC est le plus adapté pour la conception de notre modèle. C'est outil qui permet de faire une analyse qualitative et quantitative. Il s'applique à un produit ou à un service. Il permet l'identification des impacts.

#### 4.3.1.1 Présentation de l'outil de risque AMDEC

L'histoire d'AMDEC commence d'abord avec AMDE (analyse des modes de défaillance de leurs effets) (Garin Hervé, 1994). C'est un outil d'analyse préventif qui recense et met en évidence les risques potentiels. Il est applicable aux produits, services ou aux procédés. Il augmente la performance par sa capacité à analyser l'assurance de la fiabilité. Il a été conçu pour l'industrie aéronautique au départ autour des années 1960. Il est aujourd'hui utilisé dans d'autres industries comme chimique et automobile (Gérard, 2007). AMDEC est une extension d'AMDE. AMDEC est AMDE plus l'analyse de la criticité. Ce qui ajoute une

quantification aux risques et permet de hiérarchiser ceux-ci. Le tableau 4.5 présente les types de d'AMDEC.

Tableau 4.5 Les différents types d'AMDEC  
Tirée de (Gérard, 2007)

Types d'AMDEC	Rôle	Document de travail associé
AMDEC Fonctionnelle	Analyse des défaillances et de ses causes à l'étape de la conception.	Plan de construction Brevet
AMDEC Produit	Analyse les demandes des clients en termes de fiabilité.	Plan de fiabilisation
AMDEC Process	Analyse des risques liés aux défaillances d'un produit.	Plan de surveillance Contrôle qualité
AMDEC Moyen de Production	Analyse les risques liés aux défaillances de la chaîne de production.	Guide de maintenance
AMDEC Flux	Analyse les risques liés à l'approvisionnement, le temps de réaction et de correction et leurs coûts.	Plan de gestion des stocks Procédure de sécurité

#### 4.3.1.2 Fonctionnement d'AMDEC

AMDEC fonctionne en suivant l'identification d'un certain nombre d'éléments. Le tableau ci-dessous présente et explique AMDEC :

Tableau 4.6 Tableau un de base d'AMDEC  
Tirée et adaptée de (Jean, 2009)

Éléments de base AMDEC	Description
Composant	Système considéré
Mode de défaillance	Dysfonctionnalité observée
Causes	Défauts internes qui causent la défaillance
Effets	Implication de la défaillance
Fréquence	Récurrence
Gravité	Niveau d'impact
Criticité	Ampleur de l'impact

Le tableau 4.7 présente quelques éléments importants du tableau AMDEC.

Tableau 4.7 Les composantes du tableau AMDEC  
Tirée de (Gérard, 2007)

AMDEC									
Étape	Procédé	Opérations du procédé	Mode de défaillances	Effets Potentiels	Causes possibles	F <sup>2</sup> (O)	G <sup>3</sup> (S)	ND <sup>4</sup>	Criticité

#### 4.3.2 Établir le cycle de vie du projet

Le cycle de vie du projet, aide à avoir une vue d'ensemble du projet. Pour la suite de notre travail, nous allons nous inspirer du modèle de cycle de vie proposé en chapitre 1, figure 1.2.

#### 4.3.3 AMDEC structure

Le tableau 4.8 montre AMDEC structure d'un projet minier. Le projet considéré est celui d'inita, le projet que dans lequel nous fait notre observation terrain.

---

<sup>2</sup> F=Fréquence; O=Occurrence

<sup>3</sup> G=Gravité; S= Sévérité

<sup>4</sup> ND=Non Détection

Tableau 4.8 AMDEC structure du projet minier (cas d'inata)

AMDEC PROJET MINIER									
Étape	Procédé	Opérations du procédé	Mode de défaillances	Effets potentiels	Causes possibles	F (O)	G (S)	N D	Criti - cité
1	Exploration	Localiser le mineraï.	Mauvais prélèvements ou mauvaises analyses des prélèvements /	Ne trouve pas le mineraï	Techniques et outils de lecture géologique mal utilisés et inappropriés/	9	4	1	36
			Manque de financement	Mauvaise évaluation de la teneur					
2	Faisabilité	Modélisé du projet	Sur ou sous-évaluation financière du projet	Classement du projet comme non rentable	Méthodes et outils d'évaluations inappropriés/Équipe d'évaluation non expérimentée	8	8	4	256
		Évaluer les coûts.	Sur ou Sous-évaluation des impacts sociaux et	Diminution du profit					
		Évaluer les impacts sociaux et environnementaux	Sur ou Sous-évaluation des impacts environnementaux-taux.	Couts de gestion et de restauration supérieurs aux prévisions initiales.					
3	Construction	Aménager le site	Aménagement non optimal ou insuffisant pour le projet /mauvaise qualité des constructions / mauvaise qualité d'assemblage	Augmentation des couts directs et indirects de gestion / Augmentation des risques d'impacts sur l'environnement / Augmentation des risques d'accident avec ralentissement ou arrêt de production.	Mauvaise planification des besoins / Mauvais suivis des travaux de construction / Choix des pièces de construction ou d'assemblage inapproprié	6	8	6	288
		Construire les structures fonctionnelles							
		Assembler les pièces d'usine pour l'opération							
4	Production	Extraire le mineraï.	(taux de production) Performance de traitement du mineraï ralenti, arrêté.	Perte d'argent / Augmentation des frais de gestion des résidus	Diminution de la performance des machines (entretien)/ Accident de travail.	6	8	9	432
		Traiter et transformer le mineraï.							
		Gérer les déchets. (Solides ; liquides)							
5	Fermeture & Post Fermeture	Arrêter les activités de production	Difficultés de gestions des résidus ou de restaurations du site	Mauvaise fermeture, dégâts dans sociaux environnementaux plus important dans le temps et dans l'espace.	Ressources matérielles, humaines, techniques et financières insuffisantes ou absentes / Mauvaises planifications.	9	9	4	324
		Restaurer, entretenir, suivre l'environnement							

Avec les criticités obtenues pour chaque étape du cycle de vie, on peut prioriser les étapes des plus à risque aux moins à risque. Dans cet exemple, de la plus critique à la moins critique nous avons : La construction, l'exploration, la faisabilité, la clôture et la production. Cette étape permet au gestionnaire d'identifier la période qui est potentiellement la plus dangereuse pour la clôture du projet. L'étape suivante est AMDEC décisionnel.

#### **4.4 Étape 3 : Isoler les décisions critiques**

L'affectation des ressources est un ensemble de décisions pour le fonctionnement du projet. Ainsi, inspiré du logiciel, nous proposons les types de décisions comme les suivants qui s'appliqueraient à n'importe type de projet :

- Type D1 : Celles en des choix des manières de résoudre les problèmes au quotidien.
- Type D2 : Celles des choix des ressources matérielles et techniques d'exécution des activités.
- Type D3 : Celles des choix des ressources financières pour la gestion.
- Type D4 : Celles des choix des ressources humaines.
- Type D5 : Celles des Choix des modes et stratégies de communication.

Ces décisions affectent, de façon directe ou indirecte la manière dont la fermeture va se présenter à la fin de vie de la mine, c'est-à-dire la situation des impacts sociaux et environnementaux à la fin de vie de la mine. Ces choix doivent être maîtrisés par le gestionnaire pour s'assurer que les répercussions à long terme ne posent pas plus de problèmes en fin de projet.

AMDEC structure nous permet de savoir la provenance des décisions à risques et à quelle période il faudrait que le gestionnaire fasse plus attention à ses choix. En exemple, le calcul de la criticité (dans l'exemple de calcul des criticité AMDEC structure) nous a permis d'identifier l'étape de construction dans le cycle de vie comme étant celle qui porte le plus de risques. Cela nous permet d'identifier également les départements qui prennent des décisions

à risque dans cette étape. Le tableau 4.9 suivant présente un exemple d'identification des choix possibles. Pour faire AMDEC décisionnel, on prend les décisions que génère chaque sous-département et on refait AMDEC. Le tableau 4.10 présente AMDEC décisionnelle.

Tableau 4.9 Type de décision selon l'étape du cycle de vie et les départements en charge

Priorité	Procédé	Criticité	Département responsable	Sous-départements	Types de décisions possibles
1	Production	432	Opérations & Support aux opérations	Mines / Géologie / Usine / Maintenance engins lourds / Maintenance Usine	D1 : Choix de résolution de problèmes au quotidien. D2 : Choix des ressources matérielles et techniques d'exécution des activités
2	Fermeture & Post Fermeture	324	Administration & Support administration	Direction / Ressources humaines / Finance-comptabilité / Juridique / Services administratifs / Service des Achats / Informatique / Relations communautés / Santé-Sécurité / Environnement / Médical / Sureté	D1 : Choix des méthodes de résolution de problèmes au quotidien. D3 : Choix des ressources financières pour la gestion. D4 : Choix des ressources humaines. D5 : Choix des modes et stratégies de communication avec les communautés locales.
3	Construction	288	Administration & Sous-traitant	Direction / Ressources humaines / Finance-comptabilité / Juridique / Services administratifs / Service des Achats / Informatique / Relations communautés	D1 : Choix de résolution de problèmes au quotidien. D3 : Choix des ressources financières pour la gestion. D5 : Choix des modes et stratégies de communication avec les communautés locales.
4	Faisabilité	256	Administration & Sous-traitant	Direction / Ressources humaines / Finance-comptabilité / Juridique / Services administratifs / Service des Achats / Informatique / Relations communautés	D1 : Choix de résolution de problèmes au quotidien. D2 : Choix des ressources matérielles et techniques d'exécution des activités D3 : Choix des ressources financières pour la gestion. D5 : Choix des modes et stratégies de communication avec les communautés locales.
5	Exploration	36	Administration & Sous-traitant	Direction / Ressources humaines Finance-comptabilité / juridique Services administratifs Service des Achats / Informatique Relations communautés	D1 : Choix de résolution de problèmes au quotidien. D2 : Choix des ressources matérielles et techniques d'exécution des activités. D3 : Choix des ressources financières pour la gestion. D5 : Choix des modes et stratégies de communication avec les communautés locales.

Tableau 4.10 AMDEC décisionel

AMDEC décisionnelle							
Types de décisions possibles	Mode de défaillances	Effets potentiels LT social/env. pour fermeture	Causes possible	F (O)	G (S)	ND	Criticité
<b>Choix de résolution de problèmes au quotidien.</b>	Solution incomplète ou entraînant un autre problème à résoudre.  Opération mal exécutée (efficacité de la solution est faible)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des coûts et du temps de résolution des impacts</li> </ul>	Décision prise avec rapidité  Insuffisance ou absence d'information claire sur la situation.	8	7	7	392
<b>Choix des ressources financières pour la gestion.</b>	Capacité financière limitée ou mobilisation financière limitée  Durée de mobilisation financière trop importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation du niveau des impacts</li> </ul>	Budget insuffisant  Situation non budgétisée ou non planifiée  Cout de gestion très importante	8	7	4	224
<b>Choix des ressources humaines.</b>	Ressources humaines insuffisantes indisponibles  Compétences ou expertises requises indisponibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résolution partielle/temporaire de la situation, persistance ou aggravation de l'impact</li> </ul>	Ressources humaines limitées  Situation très complexe nouvelle	9	8	5	360
<b>Choix des ressources matérielles et techniques d'exécution des activités</b>	Ressources matérielles inappropriées, insuffisances  Planification insuffisante de l'utilisation des ressources  Utilisation des ressources de mauvaise façon		Non-maitrise du problème  Niveau d'expertise faible  Niveau de connaissance faible dans l'utilisation des ressources	7	8	6	336
<b>Choix des modes et stratégies de communication avec les communautés locales.</b>	Communication insuffisante ou inexiste  Stratégie de communication inadaptée		Manque d'expertise  Suivi de communication inadéquate	6	8	4	192

## 4.5 Étape 4 : Proposition d'un modèle qui intègre le temps

### 4.5.1 Tableau croisé périodes critiques et décisions critiques.

Avec les criticités obtenus des périodes critiques et des décisions critiques, nous avons fait un tableau croisé des criticités. Pour le croisement nous avons fait le produit des criticités. Nous avons choisi de faire le produit car une période critique et une décision critique ensemble donneraient une situation plus aggravante pour la fermeture. Avec un tel tableau croisé, nous avons associés au produit des criticités, un code de couleur. Les couleurs sont associés au niveau des criticités. Ainsi, dépendamment du niveau réel du cycle dans lequel on se trouve, chaque type de décision à un code de couleur, qui désigne le niveau potentiel d'impact sur la fermeture du projet.

Tableau 4.11 Code couleur du tableau croisé avec intervalles

Indicateurs	Intervalle	Criticité
	49 000 et moins	acceptable
	50000 et 74000	modérée
	75000 et 99000	Importante
	100000 et plus	Comprométante

Tableau 4.12 Tableau croisé des criticités AMDEC structure et AMDEC décisionnel

		Exploration	Faisabilité	Construction	Production	Fermeture /post fermeture
Types	Criticité	36	256	288	432	324
<b>(D1)</b> Choix des méthodes de résolution de problèmes au quotidien.	392	14 000	92 000	112 000	169 000	127 000
<b>(D2)</b> Choix des ressources matérielles et techniques d'exécution des opérations.	336	12 000	86 000	97 000	145 000	109 000
<b>(D3)</b> choix des ressources financières pour la gestion.	224	8 000	57 000	65 000	97 000	73 000
<b>(D4)</b> Choix des ressources humaines.	360	13 000	92 000	103 000	155 000	117 000
<b>(D5)</b> Choix des modes et stratégies de communication avec les communautés locales.	192	7 000	49 000	55 000	83 000	62 000

#### 4.5.2 Résultats : Méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels (MERID)

La prise décision repose sur les informations disponibles à chaque étape et dans chaque département pour le gestionnaire ou l'équipe de gestion. Aussi, l'outil que proposons se présente sous forme d'étapes que le gestionnaire ou l'équipe pourra suivre pour optimiser sa décision. La notion de « Rapide » dans MERID ici repose sur le fait que le gestionnaire peut évaluer l'impact de sa décision sur une échelle de temps assez grande (plusieurs décennies) avant de prendre sa décision. Utiliser notre outil suppose que le gestionnaire ou l'équipe de gestion connaît le cycle de vie du projet. Cela suppose aussi que le gestionnaire ou l'équipe a

fait l'AMDEC du cycle de vie du projet en y intégrant la structure de fonctionnement de celui-ci. Il faut aussi, que les décideurs identifient les types de décisions qui sont prises durant le projet et fassent AMDEC décisionnel, pour trouver les décisions les plus à risque. La méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels est utilisée en appliquant les 5 points suivants : Identification, localisation, évaluation, analyse et le choix. La figure 3.3 nous présente le résumé des étapes.

#### 4.5.3 Modèle décisionnel qui prend en compte le temps

Nous proposons le modèle suivant pour prendre en compte le temps.

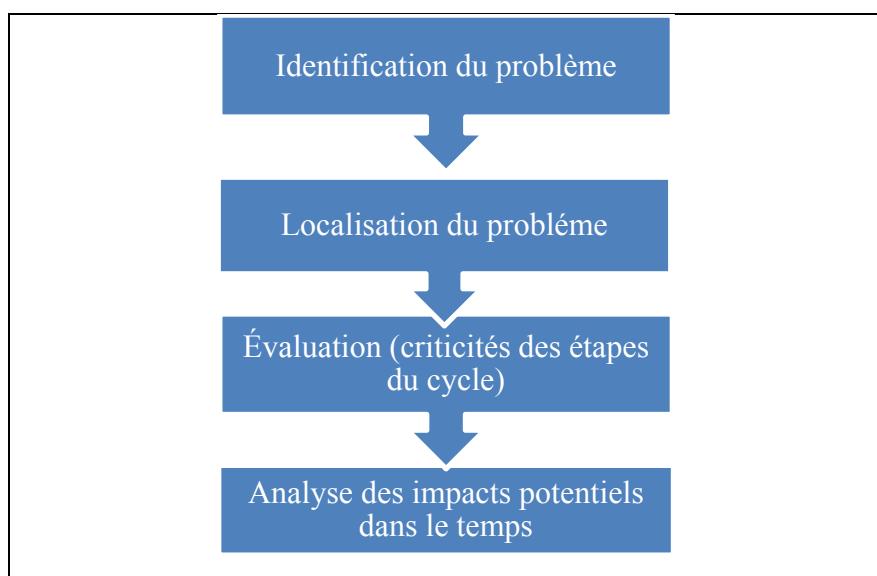


Figure 4.1 Modèle de prise de décision qui intègre de temps (MERID)

#### 4.5.4 Fonctionnement MERID

**Identification du problème :** Le gestionnaire ou l'équipe doit connaître le problème qui se pose. Pour cela, il est naturellement informé et peut prendre le temps d'en connaître les causes. Le gestionnaire peut savoir comment cela a été détecté, si le problème est spontané ou s'il se présente comme un effet d'une détérioration. Il peut rapidement cerner quels sont les impacts actuels.

**Localisation du problème :** À cette étape le gestionnaire doit procéder à l'identification du département et/ou les sous-départements concernés par la situation.

Les informations qui lui proviennent du terrain sont liées aux activités du projet. Il est facile pour le gestionnaire de trouver qui sont en charge des activités et d'où proviennent les consignes opérationnelles. Le gestionnaire doit identifier aussi quel est le niveau de risque associé à ce département; c'est un indice du niveau d'impact potentiel à long terme. Pour cela, il va utiliser le tableau qui donne les étapes du cycle de vie du projet. En fonction des activités en cours (comme pour ce cas, il s'agit des étapes qui sont très longues), le gestionnaire sait automatiquement dans quelle étape du cycle de vie du projet il se trouve. Par exemple, nous sommes à l'étape de la faisabilité, avec une décision à prendre. Avec AMDEC structure réalisé, le gestionnaire sait dans quel niveau de criticité se trouve le projet.

**Évaluation de la criticité des options :** À ce stade, à l'aide d'AMDEC décision réalisée, le gestionnaire est en mesure de rappeler à quelles étapes du cycle de vie le projet se trouve, et quel est le niveau d'impact potentiel des décisions à cette étape pour la fin de vie du projet.

**Analyse des impacts potentiels dans le temps :** Le tableau 4.13 présente le tableau des analyses des impacts dans le temps pour une période allant de 0 à 5 ans. Cette période est une proposition. Elle pourrait être différente, si le projet est différent et selon les besoins des gestionnaires.

#### *Présentation du tableau*

La situation initiale : décrit la section le type d'impact engendré par le risque.

- Colonne type : Présente le type d'impacts (air, eau, sol, économique et social).
- Colonne description : Permet de présenter la situation dans laquelle (initiale) on se trouve. Il s'agit de présenter le problème qui s'est manifesté.
- Colonne norme : Elle permet de se mettre à jour sur les règles (locales ou internationales) en matière de pollution.

Tableau 4.13 Analyse des impacts potentiels (0 à 5 ans)

<b>Situation initiale</b>			<b>Analyse des impacts potentiels</b>					
			Description des impacts sur échelle de temps					
Cible impact			0-5 ans					
Type	Description	Norme	Contexte impact cible	Évolution impact social	Évolution impact environnemental	Gestion	Couts	
Air						Actions		
Sol						Actions		
Eau						Actions		
Economique						Actions		
Social						Actions		

Le tableau 4.13 peut être refait pour une période ultérieure, par exemple entre 6 et 15 ans par exemple (tableau 4.14).

Tableau 4.14 Analyse des impacts potentiels (6 à 15 ans)

<b>Situation initiale</b>			<b>Analyse des impacts potentiels</b>					
			Description des impacts sur échelle de temps					
Cible impact			6-15 ans					
Type	Description	Norme	Contexte impact cible	Évolution impact social	Évolution impact environnemental	Gestion	Couts	
Air						Actions		
Sol						Actions		
Eau						Actions		
Economique						Actions		
Social						Actions		

Analyse des impacts potentiels : description des impacts entre 0 et 5 années.

La période de 0 à 5 ans est établie sur la base de l'expertise des gestionnaires de ma mine d'inata. En effet, les agents de suivi social et environnemental ont une démarche de suivi sur 5 années. Rappelons que les intervalles de temps sont adaptables en fonction du type de projet considéré. Aussi, cela est laissé à la discrétion de ceux qui réalise le processus.

- Contexte cible : C'est la caractérisation du contexte où se passent les choses.  
(Exemple : caractéristiques de sols; climat, végétation; écosystème; les hommes et leur mode de vie)
- Évolution de l'impact social : Il s'agit de décrire l'impact social engendré par la situation et comment cet impact évolue sur la période de temps considéré. Pour décrire l'impact social, il faut analyse les changements sociaux qui ont eu lieu suit à la manifestation du risque. Dans notre exemple de 0 à 5 ans.
- Évolution de l'impact environnemental: Il s'agit de décrire les dégradations observées sur la l'écosystème et les conséquences sur la faune et la flore. On regardera comment l'impact évolue dans le temps en même temps.
- Gestion : S'il existe des façons de résoudre ou d'endiguer ces impacts, cela est mentionné dans cette colonne. Les actions sont les modes de gestion possible des problématiques. Il pourrait y avoir plusieurs actions possibles pour un même problème.
- Coût : combien coûtent les choix de gestion présentées.

L'échelle de temps aide à mieux anticiper sur la qualité à venir du projet. Le tableau 4.13 ainsi peut être allongé de sorte à effectuer la même analyse sur les 20 prochaines années. Cette analyse dans le temps ferait mieux ressortir les impacts, leurs criticités et leurs coûts. Après analyse et comparaison effectuées grâce à l'étape précédente alors, il est possible pour le gestionnaire de faire un choix éclairé.

#### 4.6 Étape 5 : Choisir

Pour choisir le gestionnaire peut faire un bilan des décisions qu'il a en option. Il y a des coûts associés à chaque option. Avec ces informations (types de décisions et couts) le gestionnaire peut déjà faire des choix. Cependant, comme les décisions n'ont pas le même type d'impact en fin de vie de projet, il possible pour le gestionnaire avec le tableau de croisée (tableau des code couleur) de savoir l'impact qu'aura son choix en fin de vie. Voir tableau 4.15 et 4.16.

Tableau 4.15 Résumé des choix de décisions et des coûts

Air	Action	D	-	-	-	Analyse de l'efficacité des actions et choix
Sol	Actions	D				
Eau	Actions	D				
Econo mique	Actions	D				
Social	Actions	D				

Tableau 4.16 Code couleur des criticités des décisions en fonction des étapes du cycle de vie

<b>Évaluation</b>					
	Exploration	Faisabilité	Construction	Production	Fermeture/ post fermeture
Decisions					
D1 (résolution problèmes quotidiens)	Green	Yellow	Red	Red	Red
D2 (Choix ressources Matérielles)	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
D3 (Choix ressources financières)	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
D4 (Choix ressources humaines)	Green	Yellow	Red	Red	Red
D5 (Stratégie de communication)	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow

## 4.7 Application de MERID à un cas réel

### 4.7.1 Mise en contexte : déversement de cyanure

Lors d'un transport de produit de laboratoire pour la mine d'inata, il y a eu un déversement de cyanure. Ceci est un cas réel. Les paragraphes qui suivent montrent comment on peut appliquer l'outil MERID. Nous n'avons pas eu l'autorisation de divulguer les décisions qui ont été prise. Aussi, la mention action dans les tableaux signifie une solution proposée.

#### Étape 1 du MÉRID

**Identification du problème :** Déversement d'un produit chimique: cyanure.

**Cause :** Chute du contenant durant le transport.

**Effets :** Pollution du sol par infiltration.

## Étape 2 du MERID

**Localisation du problème :** Lisière de la forêt en direction du site du projet minier.

**Départements concernés :** Achat et logistique; laboratoire; environnement; relations avec les communautés locales.

## Étape 3 du MERID

### Identification du niveau de criticité des étapes du cycle de vie

**Étape du cycle vie en cours :** le projet était à l'étape de la production. (Voir tableau 4.17)

Rappelons que ce sont AMDEC structure et AMDEC décisionnelle réalisées précédemment que l'on utilise pour la MERID.

Tableau 4.17 Code couleur des criticités des décisions

Pour l'étape de la production

	Production
Décisions	
D1	Red
D2	Red
D3	Yellow
D4	Red
D5	Yellow

## Étape 4 du MERID : Analyse des impacts potentiels

Dans le tableau 4.18, on peut avoir l'analyse des impacts potentiels sur 0 à 5 ans. Les indicateurs cibles (air; sol; eau; social; et économique) sont ceux susceptibles de connaître un impact après la manifestations du risque : le déversement de cyanure. S'il y a des normes connus le gestionnaire peut les mentionner. Cela servira d'objectif. Exemple pour l'eau, il faut qu'elle soit potable et propre à la consommation.

Pour chaque indicateur, on regarde l'évolution des impacts entre 0 et 5 ans. Pour gérer les impacts, il des solutions potentielles s'offrent au gestionnaire ce sont les actions. Chaque action à un coût. Les coûts mentionnés ici sont dans milliers de dollars, en devises canadiennes. Nous n'avons pas été autorisés à présenter les coûts réels. Nous donnons donc des couts approximatifs.

Tableau 4.18 Analyse des impacts potentiels entre 0 et 5ans

<b>Situation initiale</b>			<b>Analyse des impacts potentiels</b>				
			Description des impacts sur échelle de temps				
Cible impact			<b>0-5 ans</b>				
Type	Description	Norme	Contexte impact cible	Évolution impact social	Évolution impact environnemental	Gestion	Couts
Air	-	-	-	-	-	-	-
Sol	Contamination surface	-	Surface de terre contaminée	Réorganisation sociale pour la production	Destruction de la végétation	Action A Action B	100 k 50 k
Eau	Contamination sous terraine	Ph = 7	Eau potable qui alimente la communauté	Intoxication des personnes - Mortalité	Destruction de végétation	Action A Action B Action C	10 k 25 k 35 k
Economique	-	Autonomie financière	Activités rémunatrices	Baisse rentes financières	Maladie sur la flore	Action A Action B	55 k 33 k
Social	Produit toxique pour l'homme	-	Communauté riveraine	Détérioration de la santé - Mortalité	Production insuffisante de vivre	Action A Action B	200 k 50k

On répète le même exercice pour la période allant de 6 à 15 par exemple. Voir tableau 4.19.

Tableau 4.19 Analyse des impacts potentiels entre 6 et 15 ans

<b>Situation initiale</b>			<b>Analyse des impacts potentiels</b>					
			Description des impacts sur échelle de temps					
Cible impact			<b>6-15 ans</b>					
Type	Description	Norme	Contexte impact cible	Évolution impact social	Évolution impact environnemental	Gestion	Couts	
Air	-	-	-	-	-	-	-	
Sol	Contamination surface	-	Surface de terre contaminée	Réorganisation sociale pour la production	Sol stérile	Action A Action B	50 K 200 K	
Eau	Contamination sous terraine	Ph = 7	Eau potable qui alimente la communauté	Intoxication des personnes -Mortalité	Destruction de végétation	Action A Action B Action C	75 k 25 k 5k	
Economique	-	Autonomie finiaciére	Activités rémunatrices	Seuil de pauvreté	Destriiction de la flore	Action A Action B	60 k 20 k	
Social	Produit toxique pour l'homme	-	Communauté riveraine	Détérioration de la santé - Mortalité	Diminution de la densité humaine	Action A Action B	500 k 700k	

#### 4.7.2 Récapitulatifs des actions/coûts – choix

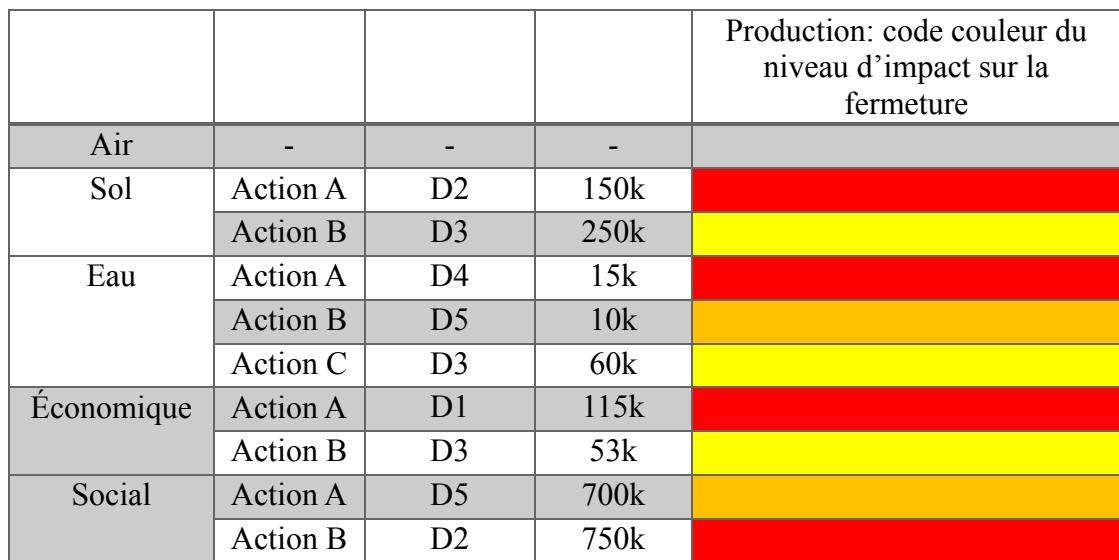
Chaque action possible pour le gestionnaire correspond à une décision. Le tableau 4.20 présente un résumé des types d'action, des types de décisions et des leurs couts. Pour les impacts sur le sol par exemple, le gestionnaire a deux actions possibles (A et B) qui correspondent au type de décision D2 et D3. Après analyse des coûts, le gestionnaire peut identifier quelle décision ou action lui reviennent le moins cher dans le temps. Une action pas couteuse dans le court terme n'est pas nécessairement moins couteuse dans le long terme.

Tableau 4.20 Récapitulatif des actions et de leurs coûts  
Cas du déversement de cyanure

Air	-	-	-	-	-	Analyse de l'efficacité des actions et choix
Sol	Action A	D2	100K	50k	150k	
	Action B	D3	50K	200k	250k	
Eau	Action A	D4	10k	5k	15k	Analyse de l'efficacité des actions et choix
	Action B	D5	25k	75k	10k	
	Action C	D3	35k	25k	60k	
Economique	Action A	D1	55k	60k	115k	Analyse de l'efficacité des actions et choix
	Action B	D3	33k	20k	53k	
Social	Action A	D5	200k	500k	700k	Analyse de l'efficacité des actions et choix
	Action B	D2	50k	700k	750k	

Le gestionnaire pour finaliser son choix doit rapprocher ces décisions avec le tableau des impacts à long terme (voir tableau 4.21). Pour ce cas d'exemple le projet était à l'étape de la production.

Tableau 4.21 Choix en fonction des potentiels impacts sur la fermeture du projet



Alors pour chaque décision, le gestionnaire en plus du coût a une idée sur l'impact potentiel que va engendrer sa décision sur la fermeture du projet.

MERID est un outil d'aide à la décision. Il est un complément pour aider à prendre de meilleures décisions qui minimiseraient les risques. Nous avons présenté notre outil et ses avantages. Pour mieux comprendre et percevoir l'utilité de notre outil, il nous est important d'évaluer notre proposition.

#### **4.7.3 Résultats des entretiens et valeur ajoutée de l'outil MERID**

À la question de savoir ce que les experts savent sur les risques et les impacts sociaux environnementaux (question a), tous (100%) ont une bonne connaissance des impacts sociaux en environnementaux. Ils ont pour la plupart eu à gérer ces impacts, ou qu'ils possèdent une longue expérience dans le domaine.

Aux questions b, et c sur les tendances dans les sociétés et l'industrie, tous les experts (100%) conviennent que la prise en compte des enjeux sociaux et environnementaux est une exigence pour les sociétés qui interviennent dans l'industrie de l'extraction. L'évaluation et la prise en compte des impacts sociaux et environnementaux sont aujourd'hui une obligation à laquelle il faut se conformer avant le début de tout projet. Les experts conviennent également que l'industrie extractive sait quelles mesures sont à prendre pour se conformer aux exigences de protection de l'environnement.

Nous avons demandé aux experts avec les questions e, f, et g s'ils connaissaient des outils de gestion des risques; s'ils en avaient et en utilisaient à leur lieu de travail. Les experts selon leur position, le type de responsabilité qu'ils assumment et leurs expériences ont des outils de risques, ou ont eu à travailler avec des outils de gestion de risques. Pour ceux qui travaillent dans des institutions gouvernementales (3/7 ou 43%), il a été question d'outils normatifs de gestion de risques. Par exemple des guides et solutions pour l'identification des impacts potentiels et comment y répondre. Il a été question d'outils comme le code environnemental

ou le plan de gestion de prévention des risques. Ces outils sont normalisées. Ils sont utilisés pour faire des rapports d'évaluation d'impact ou pour évaluer la performance des projets d'extraction en cours.

Pour les experts intervenant directement dans des sociétés d'extraction (4/7 ou 57%), il a été question d'outils de gestion de prévention développés en interne pour gérer les risques. Pour des raisons de confidentialité, nous n'avons pas l'accès à ces outils. Cependant, retenons que l'aspect prévention est très important et également l'aspect réactivité en cas de manifestation d'un risque.

La question g, h et i concernaient les limites des outils qu'ils connaissent et ce qu'ils pensent que l'on pourrait faire pour améliorer la performance de ces outils.

- **(2/7 ou 29%) des experts estiment que les outils de prévention sont très complexes.** Les entreprises doivent se conformer à ces normes. Malheureusement, il est souvent difficile et compliqué pour les gestionnaires de faire, car trop long et trop techniques pour eux.
- **(1/7 ou 14%) des experts estiment que le caractère normatif des outils est un handicap à leur performance.** Le caractère normatif des outils empêcherait l'innovation dans la gestion des risques. Une fois la norme appliquée, les gestionnaires ne feraient plus d'efforts particuliers.
- **(4/7 57%) des experts estiment que le temps et l'absence de suivi adéquat constituaient les limites des outils.** Les entreprises prennent beaucoup de temps pour se conformer. Il existe des difficultés pour faire le suivi par manque de temps, ou par manque de ressources humaines compétences, ou simplement parce ce que la fréquence des contrôles n'est pas suffisante.
- **(2/7 ou 29%) des experts estiment enfin que les outils de gestion de risques sont inadaptés du fait qu'ils ne tiennent pas compte de la culture d'entreprise.** La culture de l'entreprise serait aussi une raison pour laquelle les outils de risques ne seraient pas performants. Les habitudes des employés dans les sociétés font qu'il y a de la résistance au changement au moment d'appliquer ou de suivre les règles de sécurité.

#### **4.8        Synthèse chapitre 4**

Dans le chapitre 4, nous avons appliqué les étapes de notre méthodologie à un cas réel de projet d'extraction. C'est-à-dire que nous avons réalisé AMDEC de la structure du projet. Ensuite nous avons fait AMDEC décisionnel. Enfin nous avons appliqué les étapes du MERID. Nous avons terminé en présentant les résultats des entretiens que nous avons eus avec les experts pour évaluer la valeur de l'outil que nous proposons. Dans le chapitre suivant, nous allons ouvrir une discussion.

## **CHAPITRE 5**

### **DISCUSSION**

#### **5.1 Les enjeux et perspectives pour les entreprises**

L'utilisation de la méthode d'évaluation rapide des impacts décisionnels MERID, aiderait et toucherait aux enjeux suivant :

**Économique** : les coûts qu'auraient engendrés les impacts à long terme seront moins importants, donc l'entreprise va faire des économies financières. Les activités pour gérer les impacts à long terme seront moins importantes donc l'entreprise gagne en temps également. La performance va permettre une nouvelle forme de gestion de l'information qui va soutenir les efforts de l'entreprise pour gérer les risques avec le paramètre temporel.

**Humain** : augmenter et/ou maintenir la qualité de vie des communautés proches du projet. Dans un contexte minier, toutes les parties prenantes vont gagner, notamment les communautés locales dont les l'évolution des conditions seront considérées en fonction de l'évolution des impacts. Les retombées d'une telle considération leur profiteront.

**Politique** : gérer l'image de marque. Collaborer plus efficacement avec les gouvernements et les populations. Cela peut couter très cher à une entreprise d'avoir son image écorchée à cause des complications en fin de projet. L'outil que nous proposons va permettre aux entreprises de préserver cette image et de démontrer des efforts clairs à réussir l'étape de la fermeture. La collaboration avec les gouvernements serait encore plus simple

**Environnemental** : protéger plus efficacement la faune et la flore.

Dans ce chapitre nous avons présenté notre hypothèse en rapport avec la performance des projets liés à la qualité des décisions. Nous avons également présenté la méthodologie et les objectifs de la recherche.

## 5.2 Les avantages et les inconvénients de MERID selon les experts

Le tableau 5.2 suivant résume l'appréciation générale de la performance, que les experts donnent aux outils de gestion de risques qu'ils connaissent.

Tableau 5.1 Tableau d'appréciation de performance des outils de gestion de risque

Critères	Mauvais	Assez Bien	Bien	Très Bien	Excellent
Répondant	0	5	2	0	0
Pourcentage	0%	71%	30%	0%	0%

Après avoir pris connaissance de l'outil MERID, en réponse aux questions k ; l ; et m, tous (100%) des experts ont jugé en général que l'outil était pertinent et qu'il avait une valeur ajoutée et qu'il peut contribuer à la performance des projets d'extraction. La question de l'adaptabilité a été discutée en fonction du contexte de travail de chaque expert.

Sur les commentaires sur l'outil MERID (questions o et p), les experts ont argumenté la valeur ajoutée par les points suivants :

- **(4/7 ou 57%) des experts valorisent le caractère opérationnel de l'outil.** Les experts ont trouvé que c'était un outil pratique qui a besoin d'être utilisé, et que sa structure est pratique pour des situations de gestion courante.
- **(2/7 ou 29%) des experts estiment que l'outil a besoin d'être éprouvé.** Selon les experts, MERID est un bon outil de base qui en étant appliqué va sûrement évoluer vers un outil plus vigoureux.
- **(5/7 ou 71%) des experts pensent que l'outil est simple à utiliser et que les décisions seraient plus performantes.** La MERID, selon les experts faciliterait la décision, avec l'intégration du paramètre temps pour voir les impacts à venir.
- **(3/7 ou 43%) des experts estiment que l'outil offre un gain de temps.** Étant en mesure de prendre des décisions plus vite, le gestionnaire gagne du temps.

- **(4/7 ou 57%) des experts estiment que l'outil permettrait de faire des économies de ressources financières.** Une mauvaise décision coûte très cher. Avec la possibilité qu'offre MERID d'améliorer la qualité des décisions, le gestionnaire ferait des économies d'échelle avec la limitation des impacts réalisés.

MERID ne possèderait pas seulement selon l'analyse des experts que des avantages. L'outil présenterait également des limites. En effet, les deux limites majeures identifiées par les experts sont :

- **La résistance au changement** face à l'implémentation potentielle d'un nouvel outil de gestion des risques. Selon les experts, la dynamique du projet minier pourrait en être affectée, surtout les relations avec les fournisseurs.
- **L'envergure et a durée des projets et la particularité de chaque projet** (conditions, parties prenantes, caractéristiques de l'environnement, la culture des communautés locales) font que l'impact est très différent. Il serait difficile pour MERID de pouvoir prendre en compte toutes ces différences. La gestion de l'information devrait être intégrée dans l'outil

### **5.3      Performance de l'outil après application sur un réel**

L'utilisation de l'outil MERID nous permet de constater les avantages suivants :

- **Il est adaptable au contexte de l'entreprise** : l'outil AMDEC prend en compte les réalités de l'entreprise ou du projet. En plus, en y intégrant l'échelle de temps, il permet de mieux projeter la vision.
- **Il est relativement simple à utiliser** : du fait qu'après avoir fait les AMDEC (de la structure et des décisions), il s'agit d'un mode d'évaluation des options de décision.
- **Il pourrait avoir un référentiel d'impacts que l'on peut mettre à jour** : Le référentiel peut se mettre à jour à tout moment, pour y intégrer les nouvelles réalités, et événements qui pourraient changer les perspectives à venir du projet. Un référentiel

est une situation connues et gérer pour le projet lui-même ou par des projets similaire. Les référentiels donnent des idées ou des modèles de gestion.

- **Il présente une dynamique de cohérence et de continuité :** Si une génération fait 25 ans et que le projet est seulement actif 50 ans, alors on aura 2 générations au cours du projet. Cela laisse le temps à plusieurs gestionnaires le temps de se passer le témoin de gestion. À cela il faut ajouter la fermeture et la post-fermeture qui amène le projet a des décennies. MERID permettrait d'avoir un historique d'évènement et gestion et une continuité et une cohérence tant dans les décisions que les actions.
- **Il complète l'aide à la décision :** MERID peut être utilisé de façon utile (section dimension temporelle) avec d'autres décisions.
- **Il est systémique :** Réalisable sur l'ensemble du projet.

Nous avons aussi constaté certains inconvénients :

- **Efficacité de l'outil tributaire de la robustesse des informations :** La qualité de la décision avec MERID dépend de la complexité de la situation ou des cas similaires connus et documentés. Le référentiel ne sera efficace que si sa consistance est ferme. Pour des situations très complexes (cas qui ne sont pas dans le référentiel), il ne serait pas adapté, à cause du volume informationnel et du degré d'analyse nécessaire pour prendre une décision.
- **L'outil demande un travail important au début et en équipe :** Un AMDEC robuste demande la participation de plusieurs intervenants dans le projet. Il prend souvent du temps pour être fait et compris par tous. Si cette étape pose des difficultés alors, MERID serait lui aussi difficile à utiliser.
- **Variabilité des normes, contexte, réalité terrain et culture :** Chaque projet est unique, donc pour chaque projet il faut faire les AMDEC avant de pouvoir utiliser MERID convenablement.
- **Demande de bonne connaissance sur l'évolution des impacts :** Il faut des personnes qui ont de solides expériences en gestion des risques ou des experts dans le domaine de la réhabilitation pour aider à anticiper sur l'évolution des impacts.

## 5.4 Ouverture et analyse par rapport au travail

### 5.4.1 Dynamique de réalisation des projets

Les projets de l'industrie de l'extraction, avec les difficultés qu'elles engendrent pour toutes les parties prenantes, devraient faire selon nous l'objet de réflexions très approfondies de leur pertinence. Est-ce vraiment nécessaire voire vitale d'exploiter ? Les enjeux qui entourent les projets sont nombreux et les intérêts de chaque partie devraient comblés. Les générations à venir devraient également hériter d'une cadre de vie correcte pour envisager leur propre avenir.

Penser ainsi, ramène à poser un regard critique sur le modèle économique capitaliste comme on le connaît actuellement. Ce modèle est essoufflé et montre ses limites aujourd'hui pour aspects sociaux et environnementaux devraient être repensé aussi.

L'appropriation des projets par les populations elles-mêmes est maintenant à l'ordre du jour. Les peuples savent ce dont elles ont besoin. La notion de la richesse d'un point de vue sociale est bien différente de celle d'un point de vue privé. Dans une observation inverse, le besoin de capital est d'une certaine façon nécessaire pour accomplir et réaliser certains projets, surtout les projets d'extraction. Quel modèle économique local permettrait aux populations de financer un projet ? Ce serait un idéal. Aussi, une extension de la réflexion sort une conclusion selon laquelle il faut revoir les caractéristiques des partenariats entre les porteurs de capitaux privés qui investissent dans des projets d'envergures et les communautés locales qui sont touchés par ces projets. Que les partenariats s'établissent entre ces deux parties, et que l'exécution se fasse en tandem, sous couvert des gouvernements dans leur rôle d'encadrement et de régulation.

### 5.4.2 Problématique des outils d'aide

Il existe beaucoup d'outils d'aide à la décision. Le volume de ces outils a suscité en nous biens des questions sur leur utilisation réelle par les gestionnaires. Peu importe la pertinence, la performance d'un outil et d'un modèle, il ne sera utile que lorsqu'il sera mis en application. À l'inverse également, on ne peut connaître la valeur réelle d'un outil que

lorsqu'il aura été éprouvé. Ainsi, la problématique de la performance des décisions peu se retrouvé ailleurs, dans le comportement humain par exemple. En effet, il se pourrait que les outils conçu pour aider le gestionnaire dans sa prise de décision ne soient pas assez bien. Ce qui justifierait encore plus notre approche. Cependant, il se pourrait également que les outils n'aient aucun problème et que la question de leur performance se trouve ailleurs.

Si l'aide qu'apportent les outils n'est pas utilisé, ou est mal utilisé, alors la réflexion se détourne sur le suivi. Ainsi, dans l'hypothèse que les outils n'aient pas de lacunes, alors il faudrait analyser pourquoi les décideurs n'utilisent pas les outils ou limiteraient leur utilisation. Après, il faut observer et analyser les décisions une fois quelle sont prise ? En réalité le risque serait aussi que les décisions ne soient pas suivies comme il faut. C'est de la que se manifeste les impacts. Alors qu'est ce qui empêche le suivi en situation de projet ? Le manque de temps ? Le manque de moyens ou de ressources humaines compétentes ? On pourrait porter réflexion sur ces sujets.

#### **5.4.3 Évolution de la responsabilité sociale des entreprises (RSE)**

La RSE, est restée jusque-là une suggestion, laissant de la marge de manœuvre pour les entreprises pour élaborer leurs stratégies. Le comportement des entreprises jusqu'à présent n'a pas su protéger pas suffisamment les hommes et la nature à long terme. La suggestion devrait évoluer vers une forme d'obligation, avec des indicateurs pour suivre et évaluer. Sans l'obligation, les promoteurs de projet ne sont pas tenus d'agir d'une façon précise. Ensuite, leur comportement est lié à la pression qu'ils ont des autres parties prenantes. Aussi, on peut porter réflexion sur les formes d'obligations qui doivent s'imposer aux promoteurs selon le type de projet et le contexte dans lequel va se dérouler celui-ci.

#### **5.4.4 L'information et ses problèmes**

Les problématiques liées à l'information seront toujours d'actualité. Depuis sa conception, jusqu'à son utilisation, il y aura toujours des facteurs, qui peuvent détériorer sa forme (l'information) et sa valeur pour celui qui a besoin de l'utiliser. Pour notre travail , nous nous sommes intéressé aux problèmes du temps. Mais beaucoup d'autres facteurs peuvent être

analysés pour augmenter la robustesse des informations et leur fiabilité pour la prise de décisions. Il y a plusieurs difficultés liées à l'information pour la rendre accessible, utilisable et fiable. En extension à cette situation de contrainte de la qualité d'information se trouve la variance des contextes et des réalités. En effet, d'un lieu à un autre, la dynamique des impacts comme nous avons souligné peut varier à cause de plusieurs facteurs comme le climat, la végétation et les sols. Il est important de tenir compte de ces variances pour ne pas biaiser les analyses des impacts dans le temps. Les impacts d'une pollution de cyanure en contexte de pays froid n'aura certainement pas le même impact que dans un pays chaud. Ainsi, les cas ou situations déjà connus, dont on pourrait s'inspirer constituerons une plateforme de connaissances, que l'on pourra partager entre les experts et les gestionnaires de projet.

#### **5.4.5      Les outils pour qui finalement ?**

Les outils d'aide aux décisions pourraient être adaptés à l'utilisation d'autres acteurs du projet différent du promoteur comme le gouvernement ou les communautés locales. La question du suivi revient à l'ordre du jour. Si les gouvernements malgré leur rôle d'encadrement n'arrivent pas suivre les projets, les membres de communautés locales pourraient eux, avec un bons modèle d'approche suivre l'évolution des projets en assurant eux même le suivi. Ce sera un nouveau point de vue différent, une nouvelle forme de pression sur le promoteur et sur le gouvernement. Cela pour être également matière à réflexion.

#### **5.5          Réponse à problématique et l'hypothèse**

Nous avons posé l'hypothèse selon laquelle il est serait possible d'augmenter a performance décisionnelle pour limiter les impacts e fin de vie des projets. Compte tenus de l'avis des experts et des résultats du cas d'application, nous pouvons dire que l'hypothèse est vérifiée.

### **5.6        Synthèse chapitre 5**

Dans ce chapitre nous avons présenté les avantages et les inconvénients de l'outil MERID, du point de vu des experts et selon notre propre analyse après avoir appliqué à un cas réel. Nous avons ensuite discuté quelques points sur le travail, en ouvrant des perspectives de réflexions sur les outils d'aide à la décision.

## CONCLUSION

Pour ces travaux, nous avons commencé par faire une mise en contexte. Les réflexions ont été menées essentiellement autour de la gestion de projet d'extraction minier. Il est question de la persistance des problèmes sociaux et environnementaux en fin de vie des projets. Malgré, les efforts des gestionnaires, les outils de gestion des risques et les outils d'aide à la décision, en fin de vie de projet, les défis se manifestent. Ensuite, nous avons présenté les concepts de base. Ces concepts étaient, la gestion des risques, les décisions et le cycle de vie. Notre préoccupation a été axée sur la difficulté des outils à tenir compte du temps et à limiter les risques en fin de vie du projet minier. Pour répondre à la problématique, nous avons proposé un outil conçu à partir de l'outil de gestion de risques AMDEC. Ce dernier est un outil flexible qui permet d'évaluer la criticité des risques. Il a été choisi parmi les autres outils de gestion des risques, évalués selon des critères de performance. Nous avons commencé par réaliser AMDEC de la structure du projet avec l'aide des activités et des départements responsables. Cette étape a permis d'identifier les périodes à haut risque dans le cycle de vie du projet. Ensuite, nous avons fait un méta-AMDEC. Le méta-AMDEC ou AMDEC décisionnelle. Avec cette étape, nous avons pu identifier les décisions les plus à risque pour le projet. Nous avons pu hiérarchiser également ces risques. Enfin, pour répondre au besoin de tenir compte de la dimension temporelle, nous avons proposé un outil de décision avec une échelle de temps. On y intègre les informations sur la dynamique des impacts sur l'environnement et sur le social pouvant aller jusqu'à plusieurs décennies. Nous avons par ailleurs appliqué la méthodologie et l'outil d'aide à la décision que nous avons conçu à un cas réel de projet d'extraction pour illustrer son fonctionnement. Le gestionnaire peut identifier des options dans ces décisions. Il peut ensuite évaluer le niveau de risques des risques associés à ses décisions par rapport à la période de cycle de vie concernée et le type de décision qu'il prend. Après, il peut évaluer le niveau d'impact que va occasionner sa décision dans le temps. Ce qui lui permet de prendre des décisions plus adaptées et qui limitent les impacts. Le temps est l'élément qui fait l'outil MERID, un outil innovant. Pour valider, il faut du temps, car l'outil en lui-même est conçu pour une vision au moins à moyen terme des impacts. Pour valider donc sa performance, il faut analyser sur le long terme. Le

temps est aussi son principal handicap. En effet, il faut trouver des indicateurs de mesures de performance. Pour évaluer la robustesse de la MERID, comme il est très complexe d'essayer de le faire par une application directe sur terrain, nous avons sondé quelques experts. Sous forme d'entretiens téléphoniques semi-dirigés. MERID a été présenté à des experts qui ont donné un avis favorable sur la valeur ajoutée, et sa capacité à augmenter la performance du projet. Cette approbation par les experts nous permet de nous assurer d'une certaine robustesse de l'outil. En attendant une éventuelle occasion de le mettre en place dans un contexte réel.

## ANNEXE I Analyse des quelques outils de gestion des risques

Probabilistic Risk Assessment (PRA); Hazard and Operability (HAZOP); ISO31000; Fault Tree Analysis (FTA); Event Tree Analysis (ETA); Preliminary Hazard Analysis (PHA); Checklist; What-If Method; Monte-Carlo, l'analyse multicritère. Nous allons analyser quelques-uns de ces outils.

### **HAZOP (Hazard and Operability)**

C'est une technique intuitive qui permet d'anticiper sur les écarts possibles entre les résultats et les prévisions, afin de prendre des décisions ou de faire les ajustements nécessaires. Elle est considérée comme un outil de gestion de la qualité. Elle est surtout utilisée dans les procédés de production comme celui de l'industrie pharmaceutique. Le succès de son application dépend de la capacité à anticiper et à prévoir les écarts.

Tableau 5.2 Forces et faiblesses de l'outil HAZOP  
Tirée de (Kletz Trevor A, 1999)

Forces	Faiblesses
Approche qualitative (intuitive) ce point est un point fort et faible	Difficile de faire de la priorisation
Applicable au comportement humain	Aspect qualitatif et intuitif
Utile pour les risques difficiles à définir.	Recension non exhaustive
Ne requiert pas de calcul de probabilité ni de sévérité	Nécessite l'ajout d'un outil de gestion et d'analyse.
Se réalise sur un remue-méninge	Ne tient pas compte de l'interaction entre les différentes étapes
HAZOP donne une mesure de la situation, mais sans tenir compte de l'aspect temporel	

### **La norme ISO31000**

C'est la norme internationale sur le management du risque. Il a pour but d'améliorer les travaux sectoriels de gestion des risques.

Tableau 5.3 Forces et faiblesses d'ISO31000  
Tirée de (Grant, 2010)

Forces	Faiblesses
Processus standard	Sans méthodologie d'application
Base solide pour penser risque	Difficile de déterminer le moment adéquat à l'appliquer.
La norme ISO31000 donne un cadre que les entreprises peuvent utiliser pour se conformer afin de parvenir à un niveau de performance ou la certification de la norme. Les conditions normatives de la norme ISO31000 ne donnent pas la capacité d'intégrer le temps dans la gestion des risques.	

### Probabilistic Risk Assessment (PRA)

L'analyse préliminaire des risques a été conçue par l'armée américaine dans les années 1960. Elle a pour objet de mettre en évidence les principaux risques susceptibles d'être rencontrés lors de la conception de systèmes nouveaux. Cet outil se résumerait à la formule suivante : Sévérité\*occurrence. Il est utilisable de façon qualitative et quantitative.

Tableau 5.4 Forces et faiblesses l'outil PRA  
Tirée de (Purdy, 2010)

Forces	Faiblesses
Applicable au qualitatif et/ou quantitatif	Demande beaucoup d'informations
S'applique à toute situation possible	Génère de multiples unités
Calcul simple	Pertinence de la loi de probabilité choisie
L'anticipation sur les risques que permet cet outil est différent de l'anticipation sur les impacts à venir. En effet, l'anticipation est une étape d'identification des risques qui éventuellement peut survenir et causer des situations non désirées. Par contre la démarche d'intégration du temps permet de savoir le comportement des impacts et donc de choisir l'option ayant la moins d'impact.	

### Monte-Carlo

C'est une technique de simulation en univers aléatoire qui conduit à des analyses très détaillées de système complexe. Elle peut être utilisée, non seulement, pour simuler le

comportement (fonctionnement et dysfonctionnement) de système soumis à différents aléas et pour lesquels il est difficile d'obtenir des informations suffisamment fiables.

Tableau 5.5 Forces et faiblesses de l'outil Monte-Carlo  
Tirée de (Rubinstein Reuven Y et Kroese Dirk P, 2011)

Forces	Faiblesses
Facile à utiliser	Choix des paramètres observés
Formalisation des tendances	Pertinence de la loi de probabilité choisie
	Il faut beaucoup de simulation pour obtenir de bonnes estimations
L'outil Monté-Carlo permet d'identifier la probabilité avec laquelle une situation peut se produire. Dons elle ne tient pas compte du temps.	

## AMDEC

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités) permet d'anticiper et de gérer les risques dans l'entreprise. C'est l'un des outils les plus importants de l'amélioration continue en qualité, mais aussi dans la conception. À l'origine, il était utilisé essentiellement dans les entreprises industrielles et plus particulièrement dans le secteur de l'automobile, l'AMDEC s'est étendue à toutes les entreprises qui mettent en œuvre les normes ISO 9000 et qui s'orientent vers la satisfaction client.

Tableau 5.6 Forces et faiblesses l'outil AMDEC  
Tirée de (Gérard, 2007)et de (Jean, 2009)

Forces	Faiblesses
Généralement utilisé en phase de concept	Difficile pour les systèmes complexes
S'applique aux produits et aux procédés	Demande une base de données statistique
Systématique	Ne traite qu'une défaillance à la fois
La possibilité d'apporter un aspect quantitatif avec la criticité	Ne prend pas en compte des erreurs humaines
La flexibilité de sa démarche	
La possibilité d'identifier les difficultés	
La possibilité d'y intégrer de nouveaux indicateurs	
AMDEC permet d'identifier les causes primaires de la manifestation d'un risque. Il	

peut tenir compte du temps seulement à l'échelle de l'analyse d'un cas (analyse des effets). Il ne tient pas compte de la dimension temporelle.

### **Fault Tree Analysis (FTA) references**

Cet outil a été développé en 1962 par A. Watson pour l'armée de l'air américain. Il est utilisé pour identifier les problèmes de fonctionnement des systèmes mécaniques qui pourraient apparaître d'eux-mêmes. Il identifie le comportement qu'aurait un système par rapport à une situation précise.

Tableau 5.7 Forces et faiblesses de l'outil FTA  
Tirée de (Bernd, 2008)

Forces	Faiblesses
Utilisable qualitative / quantitative	S'applique aux systèmes uniquement
Excellent pour faire des diagnostics	Isole que les situations envisagées
FTA est un outil de diagnostic qui ne prend pas non plus la dimension temporelle.	

### **Event Tree Analysis (ETA)**

Il est utilisé pour identifier les impacts potentiels de situations à risque. Il a été utilisé pour la première fois dans le domaine du nucléaire, mais il est maintenant utilisé dans l'industrie de la chimie. Il est inductif pour la mitigation des risques.

Tableau 5.8 Forces et faiblesses de l'outil (ETA)  
Tirée de (Andrews John D et J, 2000)

Forces	Faiblesses
Il est quantitatif	Il dépend d'événements précis
Il permet l'identification des impacts	L'exercice peut être compliqué à cause de la taille de l'arbre.
Excellent pour l'analyse des systèmes de sécurité	Il ne prend pas en compte l'aspect temporel des événements
Cet outil approche anticipative sur les risques potentiels et leurs impacts.	

### **Preliminary Hazard Analysis (PHA)**

C'est un outil semi-quantitatif qui est utilisé pour identifier les risques qui pourraient mener à des accidents ou des situations non avantageuses pour le projet. Il permet de prioriser les risques en fonction du niveau de sévérité.

Tableau 5.9 Forces et faiblesses de l'outil PHA

Tirée de (Rausand et Høyland, 2004)

Forces	Faiblesses
Peut prendre en compte plusieurs systèmes	Est plus performant en début de projet
Déetecte les dysfonctionnements des systèmes et sous-systèmes	Procédure longue
	Demande des connaissances important sur les composantes d'équipement.
Il est anticipatif et son analyse des impacts se fait essentiellement pour la sécurité interne de l'entreprise.	

### **Les études d'impacts de projet**

Connue sous l'appellation études d'impacts (sociaux et/ou environnementaux), l'évaluation des impacts permet d'apprécier avant le projet, les conséquences de l'aspect social et environnemental. L'importance et la nécessité de préserver la nature et la qualité de vie qui a aidé à développer le concept de RSE et les études d'impacts. L'idée étant de limiter la pollution et les nuisances, surtout pour les projets d'envergure comme ceux miniers, et même pour les projets de développement locaux. Un exemple en Afrique subsaharienne serait le projet de construction de barrage (Yonkeu Samuel, 2009). Schématiquement en exemple (cas du Québec) voici une procédure d'évaluation environnementale.

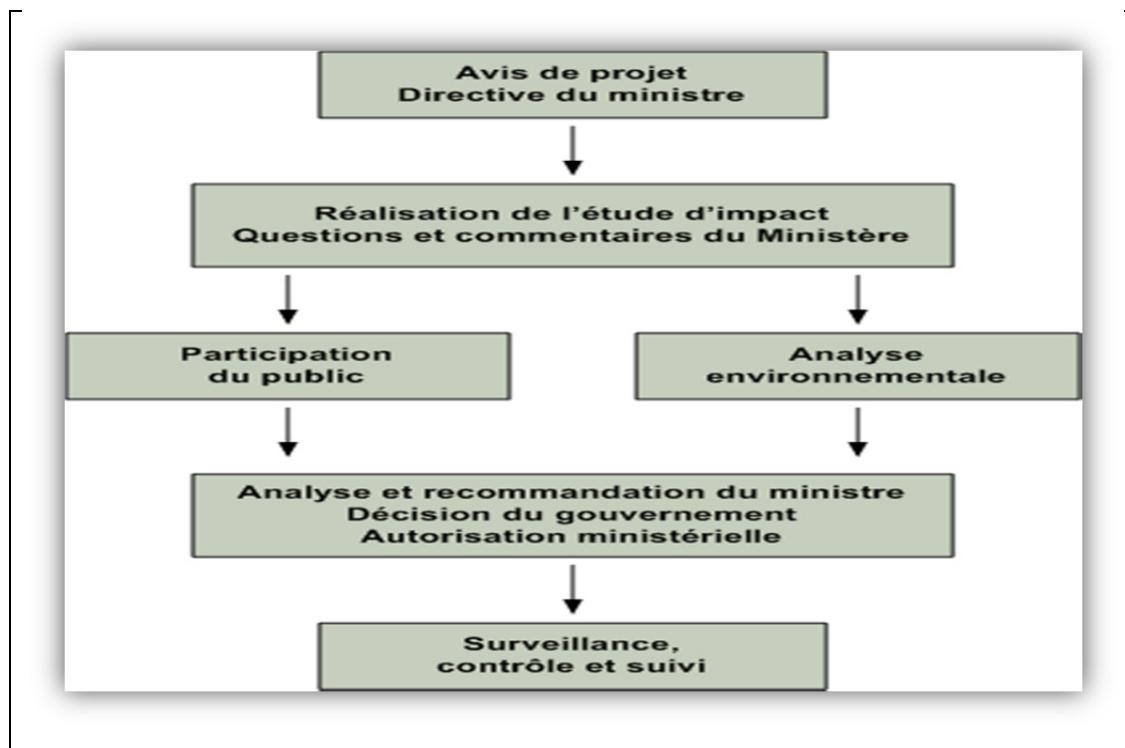


Figure 5.1 Processus d'examen des impacts sur l'environnement au Québec méridional  
Tirée du site web gouvernement du Québec (25)

L'étude d'impact reste un outil d'aide à la décision (Leduc Gaétan A, 2000). Il aide à prévenir les risques sociaux et environnementaux, en faisant un état des lieux de la situation. La performance du projet doit respecter des lignes directrices pour préserver au maximum l'environnement. L'étude d'impact intègre la notion de temps. L'étude couvre tout le projet minier. Les études d'impacts devraient enclencher le suivi contrôle. Le suivi est l'action qui consiste à mesurer l'écart entre la réalité terrain et les plans de l'étude d'impact. Le suivi permet de prendre des actions correctives et de limiter les impacts dans le temps.

Il existe dans la littérature plusieurs outils comme :le *What-if* method (Thompson Bruce et Kieffer Kevin M, 2000) qui est une étude de sensibilité basée sur des mathématiques et des probabilités, donc essentiellement utilisée dans les domaines où les risques ont besoins d'être pondérés. Il existe aussi d'autres outils de gestion des risques : Mprime (Multiple Project Risk Management Environments) (Ribeiro Lucio et al., 2009) ; IRMAS (*Intelligent Risk Mapping and assessment System*) (Kayis B, 2007); la Méthodologie d'Analyse de

Dysfonctionnement des Systèmes MADS (Pierre, 2003), l'analyse multicritère (Bernard Georges et Marie-Louise, 1971) et quelques autres encore comme le Rapid Ranking (Tixier J et al., 2002).



## **ANNEXE II Analyse de quelques outils d'aide à la décision**

Il existe beaucoup de modèles de prise de décision. Nous en présentons en détail quelques-uns seulement. La dimension temporelle ici, ou la prise en compte du temps signifie la capacité à envisager les impacts à long terme et la dynamique de ceux-ci.

### **Le modèle de décision Vroom-Yetton-Jago**

Cet outil permet d'identifier le meilleur style de direction à utiliser selon la situation pour prendre une décision (Vroom Victor H, 2004). Le type de direction que propose le modèle est présenté dans le tableau 2.15 suivant.

Tableau 5.10 Identification du style de décision  
Inspiré de: decision methods for group and individual problem (22)

Style		
Autocratique	Consultatif	Collaboratif
Prend des décisions avec les informations qu'il possède Ou demande des informations précises à ses subalternes et prend une décision	Explique but des actions et demande l'avis des autres ou Doit prendre une décision et décide de faire un groupe de discision avant de trancher	Les décisions se prennent en groupe. Il est facilitateur dans les réunions

Il y a des styles de direction comme le style autocratique ou le style consultatif ou encore le style collaboratif. Donc il faut connaitre ou trouver le style de direction du décideur. La démarche passe par une série de questionnements qui de façon déductive permet au décideur d'identifier le style de direction à utiliser pour effectuer sa décision de Vroom-Yetton-Jago. La figure 2.4 présente le modèle d'aide à la décision.

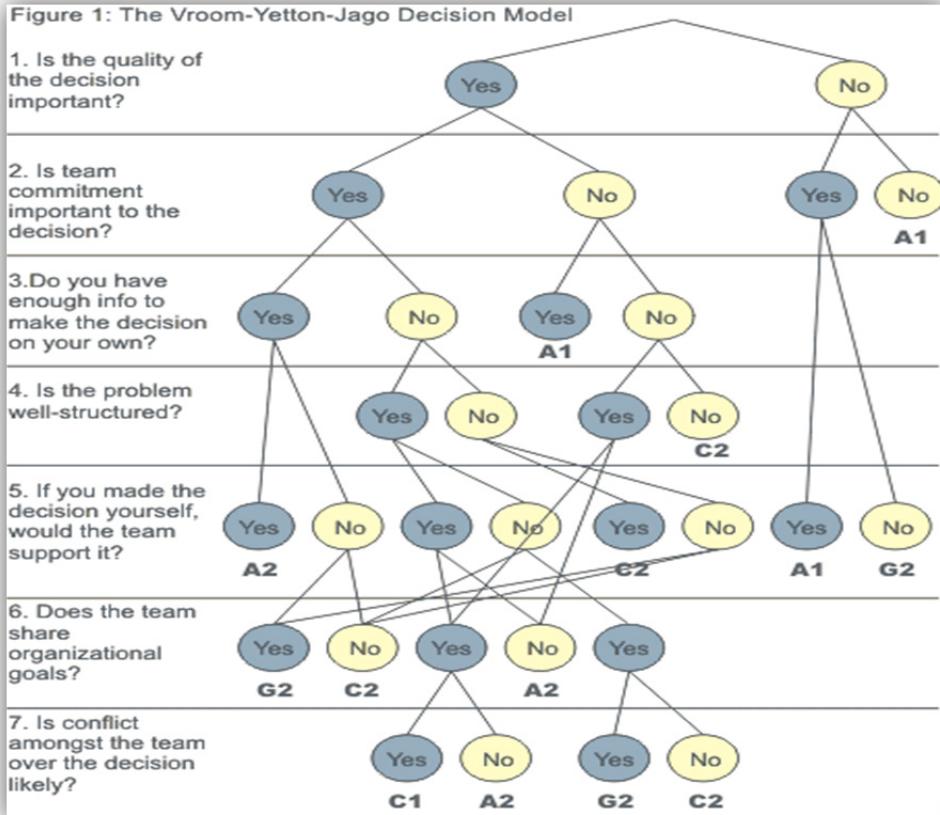


Figure 5.2 Le modèle d'aide à la décision de Vroom-Yetton-Jago  
Tirée du site pour les outils de gestion mindtools (22).

Ce modèle a été testé sur plusieurs groupes (Field Richard H. G, 1998). Il a présenté de bons résultats de fiabilité. Il est intéressant, car le style du décideur peut avoir un impact sur la décision finale. Mais il n'a aucun intérêt pour nous. Nous nous intéressons aux décisions (choix) et non au style qui aiderait à prendre de bonne décision. Cependant, le style du preneur de décision selon nous a un impact sur qualité de la décision. En plus, il ne tient pas compte de l'aspect temporel des impacts décisionnels.

### Le modèle matriciel de Kepner-tregoe

Kepner-Tregoe (Nagashima Takeo, 2008) a été développée par Kepner et Tregoe dans les années 1960. L'idée du modèle est de garder la réflexion autour des faits, des hypothèses, de la confrontation et des actions.

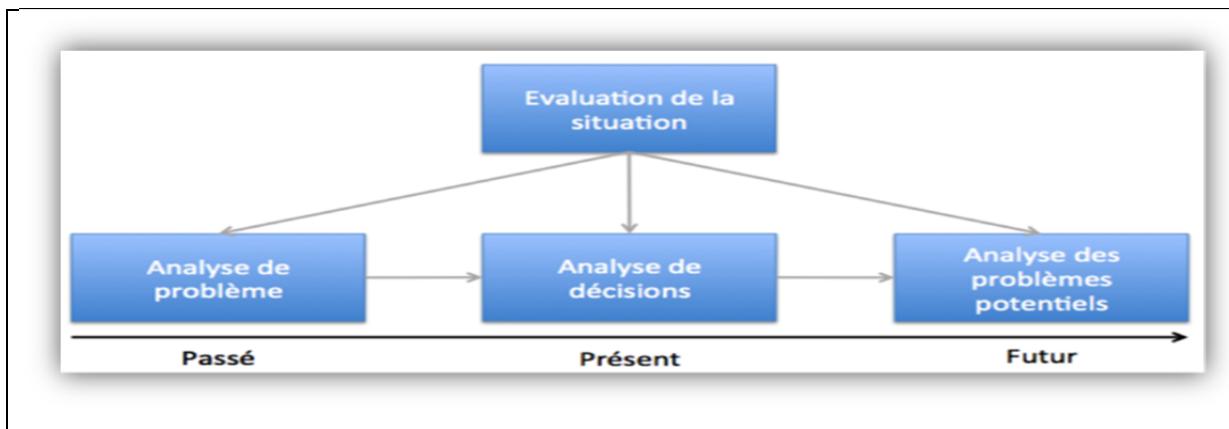


Figure 5.3 Outil Kepner-Tregoe  
Tirée du site pour les outils de gestion mindtools (23).

### OODA LOOPS

Elle s'appuie sur quatre points d'ancre pour supporter une prise de décision efficace. Ces quatre points sont : L'observation pour collecter les informations. Ensuite l'orientation qui est aussi une collecte d'informations, mais beaucoup plus précise sur la situation. Après, la décision qui détermine les actions à entreprendre et enfin l'exécution (Angerman William S, 2004).

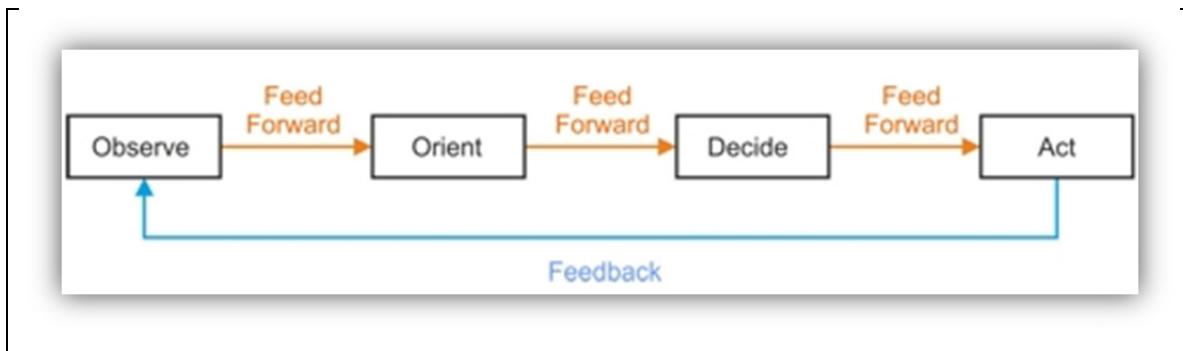


Figure 5.4 Séquence de l'outil ooda loop  
 Tirée du site pour les outils de gestion mindtools (24).

Elle est appelée encore cycle de Boyd, a été conçue dans le domaine militaire pour aider les pilotes de l'armée à prendre des décisions. Cet outil aide à prendre des décisions rapidement. Il est plus axé sur la situation d'urgence et de besoin rapide de décision. Cet outil ne prend pas en compte la dimension temporelle.

### **Delphi**

Elle s'utilise pour recueillir/consulter l'avis d'experts sur un sujet précis. Elle s'utilise en groupe sous forme de questionnaire en 5 phases (Linstone Harold A, 1975) :

Phase 1 : envoi du premier questionnaire.

Phase 2 : dépouillement du premier questionnaire, envoi du second.

Phase 3 : dépouillement de second questionnaire, envoi du troisième.

Phase 4 : dépouillement du troisième questionnaire, et envoi du quatrième et dernier.

Phase 5 : dépouillement du dernier questionnaire, résultat final et exploitation.

Delphi permet de faire la prédition (Sébastien, 2005). Les prédictions aident à élaborer des stratégies et à faire de meilleurs choix. La prédition aide à l'évaluation des impacts. Mais encore une fois l'outil ne prend pas en compte la dimension temporelle.

### **L'analyse multicritère**

Elle s'intéresse au choix dans un univers fini de possibilités (Belton Valerie, 2002). C'est une considération de plusieurs options possibles par un choix optimal. Les étapes de l'analyse multicritères sont :

1. Identifier l'objectif global et le type de décision.
2. Dresser la liste des solutions possibles ou envisageables.
3. Dresser la liste des critères à prendre en considération.
4. Juger chacune des solutions aux yeux de chacun des critères.
5. Agréger ces jugements pour désigner la solution qui obtient les meilleures évaluations.
6. La fin de l'analyse multicritère s'achève avec une décision. En ce sens des outils sont utilisés pour aider le décideur. Ces outils sont par exemple : Pareto (Passeron, 1993) ; Analytic Hierarchie (Belton et Gear, 1983); Multi Attribute Utility Théory (MAUT) (Chen et Hwang, 1992) ; Electre 1 (Figueira, Mousseau et Roy, 2005) ; Electre 2 (Roy et Bertier, 1973).

L'analyse multicritère permet d'envisager les options possibles. Mais, elle n'intègre pas le paramètre temps. Dans le cadre de notre travail, on ne fera pas de réflexion sur les étapes de la décision.

### **Le coffre à outils International Council on Mining and Metals (ICMM)**

Les entreprises qui font de l'extraction gèreraient leur projet de la meilleure façon pour que le projet soit rentable. L'International Council on Mining and Metals qui est un regroupement d'entreprises qui œuvrent dans l'industrie de l'extraction a proposé une trousse à outils qui aiderait les gestionnaires à pouvoir prendre de bonnes décisions pour bien gérer le projet minier et bien le clôturer. Les 13 outils qui composent le coffre sont présentés dans le tableau 2.15.

Tableau 5.11 Les outils du coffre à outils ICMM et leur fonction

Outil	Fonction
Tool 1 : Stakeholder engagement	Permet de mettre à jour les attentes et les objectifs des parties prenantes.
Tool 2 : Community development	Permet de diligenter un plan intégré de fermeture tenant compte des enjeux sociaux et économiques de la région.
Tool 3 : Company/community interactions to support integrated closure planning	Guide de développement et de gestion des interactions avec les communautés locales
Tool 4 : Risk/opportunity assessment and management	Comment gérer les risques, identifier et saisir les opportunités.
Tool 5 : Knowledge platform mapping	
Tool 6 : Typical headings for contextual information in a conceptual clôture plan	Identifie les points clés (plan théorique préliminaires) à scruter de près dans le plan de fermeture.
Tool 7 : Goal setting	Formulation des objectifs à atteindre.
Tool 8 : Brainstorming support table for social goal setting (to support Tool 7)	Donne des pistes de réflexion sur comment faire pour prendre des décisions pertinentes
Tool 9 : Brainstorming support table for environmental goal setting (to support Tool 7)	donne des pistes de réflexion sur comment faire pour prendre des décisions pertinentes pour l'environnement.
Tool 10 : Cost risk assessment for closure	Évaluation des coûts financiers pour la fermeture
Tool 11 : Change management worksheet	Évaluation de tout changement qui est arrivé en cours de projet et que le plan initial n'aurait pas pris en compte.
Tool 12 : The domain model	Séparation du projet en petits projets bien structurés
Tool 13 : Biodiversity management	Gestion intégrée de la biodiversité.

Cet outil tient compte du cycle de vie du projet. La gestion se fait de manière anticipative et participative au besoin. Cependant l'outil est très complexe et demande du temps et de la pratique. Il ne tient pas compte non plus du temps.

### **Les autres outils d'aide à la décision**

Il existe beaucoup d'autres outils d'aide à la décision. On peut donner comme exemple : The Recognition Primed Decision (RPD) PROCESS (Gary, 1997) ; Decision matrix analysis (Bellman Richard E, 1970) ; Paired comparison analysis ; Conjoint analysis ; Pareto analysis ; The quantitative strategic planning matrix (QSPM) ; The future wheel; Go/no-go ; Telos ; Risk analysis and risk management ; Quantitative pros and cons ; Force field analysis ; Impact analysis ; Business experiments; Cost-benefit analysis; Break even analysis; Net present value (NPV) and internal rate of return (IRR); Cash flow forecasting; The hoy tarter model of decision making ; Multi-voting ; Organizing team decision making; The stepladder technique; Avoiding groupthink; Hartnett's CODM Model; Bain's Rapid Framework.

Tous ces outils permettent essentiellement l'identification des options, leurs analyses en vue de faire le meilleur choix possible. Cependant, les choix n'intègrent pas la dimension temporelle dans laquelle devraient se faire l'analyse des impacts.

Les outils de prise de décisions sont intéressants. Notre intérêt se limite aux étapes de prise de décision (Bellut Serge, 2002). Démarche flexible à laquelle nous pourrons adapter notre outil MERID.



### **ANNEXE III QUESTIONNAIRE**

#### Notion de risque et d'impact

- a) Que savez-vous sur les risques et les impacts sociaux environnementaux ?
- b) Les tendances dans votre société ?
- c) Les tendances dans votre l'industrie ?
- d) Connaissez-vous des outils de risques ?
- e) En avez-vous dans votre lieu de travail ?
- f) Les utilisez-vous ?
- g) Les limites des outils et approches utilisés à ce jour dans votre entreprise ?
- h) Les limites des outils et approches utilisés à ce jour un peu partout ?
- i) Que pensez-vous que l'on pourrait faire pour mieux limiter les impacts ?
- j) Évaluer la performance actuelle des outils et des méthodes de que vous connaissez et utiliser ?

#### Présentation de l'outil MERID

Imaginez qu'avant de prendre une décision vous êtes en mesure d'évaluer son impact. Imaginez qu'en plus d'être en mesure d'évaluer son impact, vous êtes en mesure d'évaluer le comportement de cet impact dans le temps. Par exemple, dans le cadre de votre projet. Vous devez utiliser un produit chimique nocif pour l'environnement. En cas de déversement de ce produit, l'impact immédiat serait une pollution du sol. Dès que cette pollution empêcherait le développement de toute forme de vie pendant les 100 prochaines années! Quel serait votre choix? Utiliser ce produit ou chercher un substitut?

MERID inclut la possibilité de comprendre en compte l'évaluation des impacts dans le temps. Ainsi, le gestionnaire peut se faire une idée de l'ampleur et de l'envergure des impacts avant de prendre sa décision.

- k) Qu'en pensez-vous de cet outil MERID ?
- l) De son utilité ?
- m) Aurait-elle une valeur ajoutée pour améliorer la performance si elle devait être utilisée ?
- n) Est-il adapté à votre réalité ?
- o) En termes de performance pensez-vous que cela peut aider à prendre de meilleures décisions ?
- p) Auriez-vous d'autres commentaires sur les limites et avantages de l'outil?

## RÉFÉRENCES WEB

- (1) <http://www.lapresse.ca/actualites/national/201210/19/01-4585242-mines-canadiennes-a-letranger-or-sang-et-feuille-derable.php> (Dernière visite 12-07-2015)
- (2) [http://www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/topics\\_domaines/other-autre/csr-rse.aspx?lang=fra](http://www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/topics_domaines/other-autre/csr-rse.aspx?lang=fra) (dernière consultation 28 juin 2015)
- (3) <http://www.granddictionnaire.com/Resultat.aspx> (dernière consultation 28-06-2015)
- (4) <http://www.universalis.fr/dictionnaire/mine/> (dernière consultation 21-11-2015)
- (5) <http://ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=CBE3CD59-1&xml=CBE3CD59-9632-458D-B1A2-A18C0AD7DBD7&offset=4&toc=show> (dernière visite 1 Octobre 2015)
- (6) <https://www.mern.gouv.qc.ca/mines/restauration/restauration-sites-miniersabandonnes.jsp> (dernière visite le 18-09-2015)
- (7) <http://www.quebecmeilleuremine.org/> (dernière visite le 23-09-2015)
- (8) <http://tempsreel.nouvelobs.com/planete/20130225.OBS9971/bp-la-maree-noire-du-golfe-du-mexique-en-15-chiffres.html> (dernière visite le 22-11-2015)
- (9) <http://bfmbusiness.bfmtv.com/entreprise/usa-l-agence-de-l-environnement-pollue-accidentellement-une-riviere-907096.html> (dernière visite le 21-11-2015)
- (10) <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/documents/guide-suivi-enviro.pdf> (dernière visite le 16-12-2015)

- (11) <http://www.surfeco21.com/?p=1521> (dernière visite le 21-11-2015)
- (12) <http://www.craig.org/fr/acv.php> (Dernière consultation 06-07-2015)
- (13) <http://www.fondation-2019.fr/le-saviez-vous/acv-ou-analyse-de-cycle-de-vie/>  
(Dernière consultation 22-11-2015)
- (14) [http://www.ineris.fr/centredoc/CDi\\_mineclosure\\_29\\_11\\_08-ang.pdf](http://www.ineris.fr/centredoc/CDi_mineclosure_29_11_08-ang.pdf) (dernière visite le 02-10-2015)
- (15) [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index1024\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp) (Dernière consultation 06-07-2015)
- (16) <http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/formel/> (Dernière consultation 22-11-2015)
- (17) <http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/informel/> (Dernière consultation 22-11-2015)
- (18) <http://www.icmm.com/document/310> (Dernière consultation 22-11-2015)
- (19) [http://www.avocetmining.com/burkina\\_faso.html](http://www.avocetmining.com/burkina_faso.html) (dernière visite le 03-10-2015)
- (20) « Gestion de projets : Microsoft Project 2010 vers la voie de la vulgarisation »\_publié sur le site d'Itespresso. (Dernière visite 09-07-2015)
- (21) [https://fr.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Project#cite\\_note-TechDays-2](https://fr.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Project#cite_note-TechDays-2) (dernière visite le 23-09-2015)

- (22) [https://www.mindtools.com/pages/article/newTED\\_91.htm](https://www.mindtools.com/pages/article/newTED_91.htm) (dernière visite 21Novembre 2015)
- (23) <http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/1-La-resolution-de-problemes-20-articles/La-methode-Kepner-Tregoe-4-articles/Introduction-a-la-methode-Kepner-Tregoe> (dernière visite le 02-10-2015)
- (24) [http://www.mindtools.com/pages/article/newTED\\_78.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newTED_78.htm) (dernière visite le 02-10-2015)
- (25) <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/procedure.htm> (dernière visite le 23-09-2015)



## BIBLIOGRAPHIE

- Alain, Garnier. 2007. *L'information non structurée dans l'entreprise: usages et outils.* France: Hermes science publ., 250 p.
- Alazard C, et Sépari Sabine. 1993. *Contrôle de gestion: DECF (épreuve no 7) Enseignement supérieur formation continue.* Dunod France, 688 p.
- Albert, David. 1996. « L'aide à la décision entre outils et organisation ». *Entreprise et histoire*, vol. 13, p. 9-26.
- Allison G, et Zelikow Philip D. 1999. « L'essence de la décision: le modèle de l'acteur rationnel ». *Cultures et conflits*, p. 11-77.
- Andrews John D, et Dunnett Sarah J. 2000. « Event-tree analysis using binary decision diagrams ». *Reliability, IEEE Transactions on*, vol. 49, n° 2, p. 230-238.
- Andy, Jordan. 2013. *Risk Management for Project Driven Organizations.* USA: J. Ross publishing, 360 p.
- Angerman William S. 2004. « Coming full circle with Boyd's OODA loop ideas: An analysis of innovation diffusion and evolution ». Ohio, USA, Air Force Institute of Technology (Wright-Patterson Air Force Base) 141 p.
- Ansoff, H.I. (272). 2007. *Strategic Management.* BasingStoke, UK: Palgrave Macmillan.
- Asiedu Y, et Gu P. 1998. « Product life cycle cost analysis: state of the art review ». *International journal of production research*, vol. 36, n° 4, p. 883-908.
- Aubrecht Christoph, Fuchs Sven, Neuhold Clemens,. 2013. « Spatio-temporal aspects and dimensions in integrated disaster risk management ». *Natural Hazards*, vol. 68, n° 3, p. 1205-1216.
- Aven T. 2010. *Misconceptions of Risk.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, 252 p.
- Aven Terje. 2012. « The risk concept—historical and recent development trends ». *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 99, p. 33-44.
- Aven Terje, et Renn Ortwin. 2009. « On risk defined as an event where the outcome is uncertain ». *Journal of risk research*, vol. 12, n° 1, p. 1-11.
- Aven Terje, Renn Ortwin, et Rosa Eugene A. 2011. « On the ontological status of the concept of risk ». *Safety Science*, vol. 49, n° 8, p. 1074-1079.

- Bain J. G, Mayer K. U, Blowe, D. W, Frind E. O, Molson J. W. H, Kahnt R, Jenk U., 2001. « Modelling the closure-related geochemical evolution of groundwater at a former uranium mine ». *Journal of Contaminant Hydrology*, vol. 52, n° 1, p. 109-135.
- Bazerman, Max, et Don A Moore. 2012. « Judgment in managerial decision making ».
- Bellman Richard E. 1970. *Introduction to matrix analysis*, 960. USA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 430 p.
- Bellut Serge, Association française de normalisation AFNOR. 2002. *Les processus de la décision : démarches, méthodes et outils* (2002). Saint-Denis-La-Plaine, [France]: AFNOR, vi, 272. p.
- Belton, Valerie, et Tony Gear. 1983. « On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies ». *Omega*, vol. 11, n° 3, p. 228-230.
- Belton Valerie, Stewart J Theodor. 2002. *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. UK: Springer; 2002 edition (Oct. 31 2001), 372 p.
- Benetto, E., C. Dujet et P. Rousseaux. 2008. « Integrating fuzzy multicriteria analysis and uncertainty evaluation in life cycle assessment ». *Environmental Modelling & Software*, vol. 23, n° Copyright 2008, The Institution of Engineering and Technology, p. 1461-7.
- Benoît, Gauthier. 2003. *Recherche sociale: de la problématique à la collecte des données*. Canada: Presses de l'université du Québec, 780 p.
- Bernard Georges, et Besson Marie-Louise. 1971. « Douze méthodes d'analyse multicritère ». *Revue française d'automatique, d'informatique et de recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle*, vol. 5, n° 3, p. 19-64.
- Bernd, Bertsche. 2008. « Fault tree analysis, fta ». In *Reliability in Automotive and Mechanical Engineering*. p. 160-190. Springer.
- Boeglin N, Veuillet D. 2005. « Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) ». France: Département Eco-Conception & Consommation Durable, 13 p.
- Bouaka, Najoua. 2004. « Développement d'un modèle pour l'explicitation d'un problème décisionnel: un outil d'aide à la décision dans un contexte d'intelligence économique ». Université Nancy II. <<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00010621>>.
- Brent A. C, et Fourie A. 2006. « A project-based Mine Closure Model (MCM) for sustainable asset Life Cycle Management ». *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, n° Copyright 2006, The Institution of Engineering and Technology, p. 1085-95.

- Brigitte, Juanals. 2003. *La culture de l'information, du livre au numérique*. Paris, France: Hermès science publications ; Lavoisier, 2003, 243 p.
- Browne Alison Leigh, Stehlik Daniela, Buckley Amma. 2011. « Social licences to operate: for better not for worse; for richer not for poorer? The impacts of unplanned mining closure for “fence line” residential communities ». *Local Environment*, vol. 16, n° 7, p. 707-725.
- Campbell, Bonnie. 2009. *Mining in Africa: regulation and development*. Canada: Pluto Press IDRC (June 15 2009), 288 p.
- Charbonnier, J. 2007. *Le risk management: méthodologie et pratiques*. Éditions L'Argus de l'assurance, 368 p.
- Chen, Shu-Jen, et Ching-Lai Hwang. 1992. *Fuzzy multiple attribute decision making methods*. Springer.
- Christophe, Didier, N. Van Der Merwe, M. Betournay, Mark Mainz, O. Aydan. 2008. *Mine Closure and Post-Mining Management International State-Of-The-Art*. 164 p.
- Clark AL, et Cook-Clark J. 2005. « An international overview of legal frameworks for mine closure ». *Environmental Law Alliance Worldwide*. Available online at: <http://www.elaw.org/node/3715> S, p. 11.
- D'Arcy Stephen P, et Brogan John C. 2001. « Enterprise risk management ». *Journal of Risk Management of Korea*, vol. 12, n° 1, p. 207-228.
- Dakkak Badr, Chater Youness, Talbi Abdennabi. 2012. « Proposition d'une matrice de criticité intégrant les systèmes Qualité, Sécurité et Environnement pour la fonction maintenance ». *Journal of Decision Systems*, vol. 21, n° 4, p. 291-305.
- Didier Christophe, et Daupley Xavier. 2007. « MRPP: the French prevention procedure to manage post mining hazards ». In *Proceedings of the 2nd International seminar on mine closure*. p. 179-190.
- Digby, C. 2012. « Mine closure through the 21st Century looking glass ». vol. Australian Centre for Geomechanics, Perth,, n° Mine Closure 2012.
- Emblemsvåg Jan, et Endre Kjølstad Lars. 2006. « Qualitative risk analysis: some problems and remedies ». *Management Decision*, vol. 44, n° 3, p. 395-408.
- Erdem, Tülin, et Joffre Swait. 1998. « Brand equity as a signaling phenomenon ». *Journal of consumer Psychology*, vol. 7, n° 2, p. 131-157.

- Fel, Fabienne. 2011. « Maturité des démarches RSE et achats durables ». *Revue Sciences de Gestion*, n° 84.
- Field Richard H. G, Andrews J. P. 1998. « Testing the incremental validity of the Vroom-Jago versus Vroom–Yetton models of participation in decision making ». *Journal of Behavioral Decision Making*, vol. 11, n° 4, p. 251-261.
- Figueira, José, Vincent Mousseau et Bernard Roy. 2005. « ELECTRE methods ». In *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*. p. 133-153. Springer.
- Garcia D. H. 2008. « Overview of international mine closure guidelines ». In *American Institute of Professional Geologists, 2008 Meeting of the American Institute of Professional Geologists, Arizona Hydrological Society and 3rd International Professional Geology Conference, Flagstaff, Arizona, USA*.
- Garin Hervé. 1994. *AMDEC, AMDE, AEEL: l'essentiel de la méthode*. France: AFNOR, 39 p.
- Gary, Klein. 1997. « The recognition-primed decision (RPD) model: Looking back, looking forward ». *Naturalistic decision making*, p. 285-292.
- Gérard, Landy. 2007. *AMDEC: Guide pratique*. France: Afnor, 207 p.
- Ghose, MK, et SR Majee. 2001. « Air pollution caused by opencast mining and its abatement measures in India ». *Journal of Environmental Management*, vol. 63, n° 2, p. 193-202.
- Grant, Purdy. 2010. « ISO 31000: 2009—setting a new standard for risk management ». *Risk analysis*, vol. 30, n° 6, p. 881-886.
- Hall Jim, et Solomatine Dimitri. 2008. « A framework for uncertainty analysis in flood risk management decisions ». *International Journal of River Basin Management*, vol. 6, n° 2, p. 85-98.
- Helper, Jean-Pierre, Michel Kalika, Jacques Orsoni et Yves Guézou. 2006. « Management: stratégie et organisation ». vol. 9, n° Vuibert.
- Hyatt, Nigel. 2003. *Guidelines for process hazards analysis, hazards identification & risk analysis*, 1st ed.. Richmond Hill, Ont. : Boca Raton, Fla.: Dyadem Press & CRC press, 474 p.
- Irimie, Sabina, Rareş Munteanu et Ilie Matei. 2004. « Closure of mines. problems regarding the environment and the investment efficiency within the context of environment protection and rehabilitation in Jiu Valley ». *Annals of the University of Petrosani*, p. 105-112.

- Jean-David, Darsa. 2010. *Les aventures de Monsieur RISKALO*. France: Le Mans: Gereso éd. DL 2010, 125 p.
- Jean, Faucher. 2009. *Pratique de l'AMDEC: assurez la qualité et la sûreté de fonctionnement de vos produits, équipements et procédés*. France: Dunod/L'Usine Nouvelle, 208 p.
- Kayis B, Zhou M, Savci S, Khoo Y.B, Ahmed A, Kusumo R, Rispler A. 2007. « IRMAS-development of a risk management tool for collaborative multi-site, multi-partner new product development projects ». *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 18, n° 4, p. 387-414.
- Kletz Trevor A. 1999. *HAZOP and HAZAN: identifying and assessing process industry hazards*. UK: IChemE, 232 p.
- Kruse NAS, Younger PL. 2005. « Computational methods for acid mine drainage management: decision-making for post-closure decision making ». *Mine Water*, p. 427-433.
- LAFONT, Jean. 1999. « Mise en perspective de l'évaluation environnementale des plans et programmes par rapport à l'étude d'impact des projets ». In *Colloque Évaluation Environnementale des Plans et Programmes, 10-11 septembre 1998, Angers, France (FRA)*. Association pour les espaces naturels, Paris, France (FRA).
- Leduc, Gaétan A, et Michel Raymond. 2000. *L'évaluation des impacts environnementaux: un outil d'aide à la décision* (4000). Québec-CANADA, 427 p.
- Leduc Gaétan A, Raymond Michel. 2000. *L'évaluation des impacts environnementaux: un outil d'aide à la décision*. Canada: Editions multimondes, 403 p.
- Lépineux F. 2004. « Dimension stratégique de la RSE et cohérence inter fonctionnelle ». *Revue des Sciences de Gestion*, n° 205, p. 33-55.
- Lesca Humbert, Lesca Elisabeth. 1995. *Gestion de l'information (qualité de l'information et performances de l'entreprise)*. Coll. « les essentiels de la gestion ». EMS 2010, 220 p.
- Linstone Harold A, Turoff Murray. 1975. *The Delphi method: Techniques and applications*, 29. USA: Addison-Wesley Reading, MA, 621 p.
- Louisot J. P. 2005. *100 questions pour comprendre la gestion des risques*. France: AFNOR 268 p.
- MA, Hoskin Wanda. 2000. « Mine Closure—The 21St Century Approach ». *Villas Bôas, RC & Barreto, ML: Mine Closure in Iberoamerica*, p. 109-116.

- McNeil Alexander J, Frey Rüdiger, Embrechts Paul. 2010. *Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools*. USA: Princeton university press, 720 p.
- Morizio Claude, Cacaly Serge. 2002. *La recherche d'information*. France: Armand Colin, 126 p.
- Moscovici Serge, Doise Willem. 1992. *Dissensions et consensus: une théorie générale des décisions collectives*. France: Presses Universitaires de France-PUF, 296 p.
- Nagashima Takeo, Nakamura Keiichi, Shirakawa Kiyomi, Komiya Seiichi. 2008. « A proposal of risk identification based on the improved Kepner-Tregoe program and its evaluation ». *International Journal of Systems Applications, Engineering and Development*, vol. 4, n° 2, p. 245-257.
- Neil, Crockford G. 1982. « The bibliography and history of risk management: Some preliminary observations ». *Geneva Papers on Risk and Insurance*, p. 169-179.
- Nimanbeg Fadil, Lemarquis Véronique. 2011. « Application d'une analyse AMDEC au LBM ». *Option/Bio*, vol. 22, n° 461, p. 24-26.
- Passeron, Jean-Claude. 1993. « Pareto et le principe de rationalité ». *Revue européenne des sciences sociales*, p. 5-56.
- Pierre, Morgat. 1995. *Audit et gestion stratégique de l'information*. France: Les Éditions d'organisation, 142 p.
- Pierre, Perilhon. 2003. « MOSAR: Présentation de la méthode ». *Techniques de l'ingénieur. Sécurité et gestion des risques*, n° SE4060, p. SE4060. 1-SE4060. 16.
- Pomerol Jean-Charles, Adam Frederic. 2004. « Practical decision making—from the legacy of Herbert Simon to decision support systems ». In *Actes de la Conférence Internationale IFIP TC8/WG8*. Vol. 3.
- Quairel-Lanoizellée Françoise, et Capron Michel. 2010. *La responsabilité sociale d'entreprise*. France: La découverte, 128 p.
- Ralph, Hamann. 2003. « Mining companies' role in sustainable development: the'why'and'how'of corporate social responsibility from a business perspective ». *Development Southern Africa*, vol. 20, n° 2, p. 237-254.
- Rausand, Marvin, et Arnljot Høyland. 2004. *System reliability theory: models, statistical methods, and applications*, 396. France: John Wiley & Sons, 645 p.
- Razo, Israel, Leticia Carrizales, Javier Castro, Fernando Díaz-Barriga et Marcos Monroy. 2004. « Arsenic and heavy metal pollution of soil, water and sediments in a semi-arid

- climate mining area in Mexico ». *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 152, n° 1-4, p. 129-152.
- Ribeiro Lucio, Gusmão Cristine, Feijó Wilmar et Bezerra Vicente. 2009. « A case study for the implementation of an agile risk management process in multiple projects environments ». In *Management of Engineering & Technology, 2009. PICMET 2009. Portland International Conference on*. p. 1396-1404. IEEE.
- Roy, Bertier, et Patrice Bertier. 1973. « La Méthode ELECTRE II(Une application au média-planning...) ».
- Rubinstein Reuven Y, et Kroese Dirk P. 2011. *Simulation and the Monte Carlo method*, 707. USA: John Wiley & Sons, 372 p.
- Sarkis Joseph. 2012. « A boundaries and flows perspective of green supply chain management ». *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 17, n° 2, p. 202-216.
- Sauvajol-Rialland Caroline. 2009. *Mieux s' informer pour mieux communiquer: Maîtriser l'information pour mettre en place une communication efficace*. France: Dunod, 208 p.
- Schuyler John R. 2001. *Risk and decision analysis in projects*. Canada: Project Management Institute, 259 p.
- Sébastien, Crochemore. 2005. « Méthode Delphi ». *Techniques de l'ingénieur. L'Entreprise industrielle 2005*, , vol. AGB1, no AG1050.
- St-Pierre Josée. 2004. *La gestion du risque: comment améliorer le financement des PME et faciliter leur développement*. Canada: Presse de l'Université du Québec, 288 p.
- Stal-Le Cardinal Julie. 2000. « Etude des dysfonctionnements dans la prise de décision. Application au choix d'acteur ». Ecole Centrale Paris 157 p.
- Thompson Bruce, et Kieffer Kevin M. 2000. « Interpreting statistical significance test results: A proposed new "what if" method ». *Research in the Schools*.
- Tixier J, Dusserre G, Salvi O et Gaston D. 2002. « Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants ». *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 15, n° 4, p. 291-303.
- Turban, Efraim, Aronson J, Liang Ting-Peng. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems 7 “” Edition*. USA: Pearson Prentice Hall, 890 p.

Turcotte, M., N. Racette, American Institute for Chartered Property Casualty Underwriters, Télé-Université Staff Université du Québec et Université du Québec. Télé-université. 2010. *Structure du Processus de Gestion des Risques*. Universite du Quebec Tele-universite.

Van Zyl Dirk. 2007. « mine life cycle systems model ». *Geotechnical News*, vol. 25, n° Compendex, p. 40-42.

Veiga, Marcello M, Malcolm Scoble et Mary Louise McAllister. 2001. « Mining with communities ». In *Natural Resources Forum*. Vol. 25, p. 191-202. Wiley Online Library.

Vincent R, Bonthoux F, Mallet G, IPARRAGUIRE J. F et Rio S. 2005. « Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique: un outil d'aide à la décision ». *Hygiène et sécurité du travail, ND*, vol. 2233.

Volant, Christiane. 2002. « Le management de l'information dans l'entreprise(vers une vision systémique) ». *Collection Sciences de l'information. Série Études et techniques*.

Vroom Victor H. 2004. « Decision Making: The Vroom/Yetton/Jago Models ». *G. Goethals, G. Sorenson, and JM Burns, The Encyclopedia of Leadership, McGraw-Hill*, vol. 1, p. 322-325.

Yonkeu Samuel, Traore Oumar, Yomba Keptukwa Serge. 2009. « Etude d'impact environnemental et social de la mise en place du barrage à buts multiples de Samendeni au Burkina Faso: volet centrale hydroélectrique ». *Liaison énergie francophonie*, n° 83, p. 32-41.

Zwikael O, et Sadeh A. 2007. « Planning effort as an effective risk management tool ». *Journal of Operations Management*, vol. 25, n° Copyright 2007, The Institution of Engineering and Technology, p. 755-67.

