



Université de –BATNA 2–

Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle

Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle



# THÈSE

Présentée pour obtenir le grade de

**DOCTEUR**

EN

**Hygiène & Sécurité Industrielle**

**Option : Gestion des Risques**

PAR

**Mme. MELLAL Leila**

---

Contribution à la conception d'une plateforme  
d'anticipation et d'aide à la décision  
en management de projets

---

Soutenue le 07/05/2016 devant le Jury composé de :

Dr. Mohamed-Djamel MOUSS, Professeur à l'Université de Batna 2,	<i>Président</i>
Dr. Mébarek DJEBABRA, Professeur à l'Université de Batna 2,	<i>Rapporteur</i>
Dr. Lylia BAHMED, Professeure à l'Université de Batna 2,	<i>Examinatrice</i>
Dr. Hocine ALI-KHODJA, Professeur à l'Université de Constantine 1,	<i>Examineur</i>
Dr. Abderahmane DIB, Maître de Conférences A à l'Université Oum El-Bouaghi	<i>Examineur</i>
Dr. Leila BOUBAKER, Maître de Conférences A à l'Université de Batna 2,	<i>Invitée</i>

# Dédicaces

## **A mes parents**

*Tous les mots du monde ne sauraient exprimer la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être.*

*C'est grâce à vos encouragements et consolation que j'ai pu continuer.*

*Pour tout ce que vous faites pour mes enfants qui vous adorent,  
ma reconnaissance éternelle et mon infini amour.*

## **A mon défunt mari.**

*Au nom d'Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux «إن لله و إن إليه راجعون». A dieu nous appartenons et à lui nous retournerons.*

*Au père de mes enfants, **LAGOUNE Ahmed** qui nous a quitté le 03 mars 2015 qu'il repose en paix et que Dieu tout puissant lui accorde sa clémence et sa miséricorde....*

## **A mes filles Hana-Rania, Dhikra-Chourouk, Djihene-wouroud, ma petite Hasna-Malak «Riteje» et à mon fils Abderrahim-Raouad**

*A ma raison de vivre et de continuer, je ne pourrai jamais exprimer assez ma profonde affection, tous mes sentiments d'amour et de tendresse envers vous.*

*Seule votre réussite donnera un sens à ma vie*

*Vous demeuriez pour toujours le flambeau illuminant le chemin de ma vie.*

*A tous ceux qui m'ont donné la force de continuer .....*

**Je dédie cette thèse**

*MELLAL Leïla*

# Remerciements

*Ce travail a été réalisé au sein du Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI) sous la direction de Monsieur DJEBABRA Mébarek, Directeur du LRPI et Professeur à l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle de l'Université de Batna auquel je tiens à exprimer ma profonde gratitude et à remercier vivement pour m'avoir fait confiance et accepté de diriger mes travaux de recherches de magister et de doctorat et d'avoir mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour la bonne réalisation de mon travail.*

*Mes remerciements vont également aux membres du Jury qui ont accepté d'évaluer mon travail plus particulièrement à madame et messieurs : le professeur Mohamed-Djamel MOUSSE ayant présidé le Jury du mémoire d'ingénieur, de magister et enfin de thèse de doctorat ainsi qu'au professeur Lyliya BAHMED, le professeur Hocine ALI-KODJA et enfin le docteur Abderahmane DIB.*

*Mes sincères remerciements à l'ensemble des enseignants de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle. Mes remerciements vont bien évidemment à l'ensemble du personnel de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle.*

*Un très grand merci à mes amies qui m'ont soutenue et aidée durant les moments les plus difficiles, m'ont donné beaucoup de courage et d'affection, tout particulièrement à Leila BOUBAKER, Saadia SAADI, Fleur ABOT, Nora ABDESSELEM, Nora OUZRAOUI, Samia HARIZ, Lyliya BAHMED, Leila AOURAGH, Yamina FEDALI et SEFOUHI Linda.*

*Je ne remercierai jamais assez mes parents et ma grand-mère maternelle, pour leurs prières et leurs bénédictions, mon père mon symbole de courage, de générosité et de fierté, et ma mère symbole de tendresse et d'affection, sans elle je n'aurais pas pu réussir.*

*Mes remerciements les plus chaleureux à mes filles; Hana-Rania, Dhikra-Chourouk, Djihene-Wouroud mes poupées qui m'encouragent et me poussent tout le temps à travailler, ma petite Hasna-Malak «Riteje» qui a donné un autre sens à ma vie ; source de courage et de tendresse, elle illumine notre vie et à mon adorable fils Abderrahim-Raouad le petit homme de la famille, ses discussions m'impressionnent beaucoup, il me dit «Tu es la meilleure maman au monde que tout enfant souhaite avoir,...». Je souhaite me libérer plus à vous mes petits.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et reconnaissance à mes chers et adorables frères et sœurs ; Soraya, Djamila« Mimi », Ryma, Salah-Eddine, Hacene, Abdelghani et Abdeldjallil, pour m'avoir soutenue et partagé ma douleur et ma peine, vous m'avez fait preuve d'amour fraternel et de générosité, que Dieu nous unissent à jamais. A mes belles sœurs en particulier Assma qui m'a beaucoup soutenue et encouragée. A mes neveux et nièces; ma préférée Nihele, mes adorés Wafid, Wail, Taha, Iness, Alla-Eddine, Ahmed, Chaima, Djoumana et la petite Riheb.*

*Nombreux sont ceux que je n'ai pas cités, qu'ils m'en excusent et trouvent toute ma reconnaissance dans ces quelques lignes.*

*Merci à toutes et à tous.*

*MELLAL Leïla*

# Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Index des figures

Index des tableaux

Liste des abréviations

**Introduction Générale** 09

**Introduction des concepts principaux** 14

## **CHAPITRE 1 : A propos de la performance de projets : cas des projets environnementaux**

Introduction 17

1.1. Notions générales associées aux projets environnementaux 18

1.1.1. Notion de projet environnemental 18

1.1.2. Notion de la performance d'un projet environnemental 20

1.1.3. Notion d'indicateurs de performance 21

1.1.4. Notion de suivi-évaluation d'un projet environnemental 25

1.2. Le système de suivi-évaluation d'un projet environnemental 29

1.2.1. Opérationnalisation des indicateurs de performance 29

1.2.2. Étapes du système de suivi-évaluation d'un projet  
environnemental 30

Conclusion 36

## **CHAPITRE 2 : A propos des méthodes d'aide à la décision pour l'évaluation de la performance des projets environnementaux**

Introduction 38

2.1. De la notion d'aide à la décision à la notion d'évaluation  
de projets environnementaux 38

2.2. Méthodes d'aide à la décision 41

2.2.1. Méthodes monocritères 41

2.2.2. Méthodes multicritères 45

2.3. Méthodes d'aide à la décision dédiées aux projets environnementaux :  
Cas de projets d'infrastructures routières 48

Conclusion 51

### **CHAPITRE 3 : Contribution à la construction collaborative dans les projets environnementaux**

Introduction	52
3.1. De la co-activité à la construction collaborative dans les projets	54
3.1.1. A propos de la notion de co-activités dans les projets	54
3.1.2. A propos de la construction collaborative dans les projets	55
3.1.3. A propos des méthodes de la construction collaborative dans les projets	55
3.2. Proposition d'une démarche de pratique collective axée sur trois actes clés : anticiper, prévoir et prévenir	57
3.2.1. Examen détaillé de ces trois actes clés	57
3.2.2. A propos de l'aide à la décision basée sur les relations performances économiques et performances environnementales	60
Conclusion	63

### **CHAPITRE 4 : Contribution à la construction d'une pratique collaborative gouvernée par des méthodes typiques d'aide à la décision**

Introduction	65
4.1. À propos de l'éco-conception des projets	66
4.2. Application de la démarche de pratique collaborative proposée à l'éco-conception des systèmes par le biais des méthodes ACB/ACE	67
4.2.1. Étapes d'optimisation d'éco-conception des systèmes industriels	67
4.2.2. Discussions des résultats obtenus	77
4.3. Application de la démarche de pratique collaborative proposée à l'éco-conception des systèmes par le biais de la méthode ELECTRE	78
4.3.1. Méthode préconisée pour le déploiement d'Electre I	78
4.3.2. Application au projet Boosting	81
4.3.3. Résultats	83
Conclusion	87

<b>Conclusion générale</b>	89
<b>Références bibliographiques</b>	91
<b>Annexes</b>	99
<b>Résumé</b>	118

# *Liste des figures et tableaux*

## **Liste des figures**

<b>Figure 1.1-</b> Classification des indicateurs environnementaux (ISO 14031, 1999)	24
<b>Figure 1.2-</b> Liens entre les différents indicateurs environnementaux (ISO 14031, 1999)	24
<b>Figure 1.3-</b> Modèle DIC pour la capitalisation de la connaissance (Boubaker et al., 2010)	34
<b>Figure 1.4-</b> Procédure de développement de la mémoire de projet supporté par le modèle DIC (Boubaker et al., 2012)	35
<b>Figure 3.1 -</b> Les risques interférents ou de co-activité (Julien et al, 2011)	54
<b>Figure 3.2 -</b> Processus d'anticipation des « conflits »	58
<b>Figure 3.3 -</b> Allocation d'objectif projet en sous-objectifs (Saadi et al, 2011)	59
<b>Figure 3.4 -</b> Processus simplifié d'allocation d'un objectif environnemental	59
<b>Figure 4.1-</b> Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité d'un système réparable	69
<b>Figure 4.2-</b> Configurations possibles du système retenu	70
<b>Figure 4.3-</b> Comparaisons possibles des différentes configurations du système retenu	70
<b>Figure 4.4-</b> Espace réduit de comparaisons des différentes configurations du système retenu	76
<b>Figure 4.5-</b> Configuration optimale du système retenu	77
<b>Figure 4.6-</b> Démarche de la méthode « Electre I » (Maystre et al., 1994)	81
<b>Figure 4.7-</b> Localisation des stations (sud, nord et centre) du champ Hassi R'Mel, Algérie	82
<b>Figure 4.8 -</b> Démarche d'évaluation du projet Boosting 2	83
<b>Figure 4.9 -</b> Graphe de sur-classement	87

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1-</b> Les indicateurs environnementaux selon OCDE (2008)	23
<b>Tableau 1.2-</b> Différences et complémentarité entre suivi et évaluation	28
<b>Tableau 1.3 -</b> Comparaison entre données quantitatives et données qualitatives	31
<b>Tableau 2.1 -</b> Principaux critères d'évaluation de projets (Kébé, 2006 ; Gret, 2006)	40
<b>Tableau 2.2 -</b> Extrait d'une synthèse de méthodes basées sur des ratios	42
<b>Tableau 2.3 -</b> Extrait d'une synthèse de méthodes basées sur le calcul d'actualisation	43
<b>Tableau 2.4 -</b> Synthèse de méthodes matricielles	44
<b>Tableau 2.5 -</b> Extrait de méthodes multicritères	45
<b>Tableau 2.6 -</b> Synthèse des méthodes financières et économiques	48
<b>Tableau 4.1-</b> Données relatives au système étudié	74
<b>Tableau 4.2-</b> Résultats relatifs aux différentes configurations de $SS_1$ et $SS_2$	75
<b>Tableau 4.3-</b> Résultats relatifs aux configurations de $SS_{1_1}$ et $SS_{1_2}$	76
<b>Tableau 4.3-</b> critères retenus dans le projet Boosting 2	84
<b>Tableau 4.4-</b> Pondération des critères	85
<b>Tableau 4.5-</b> Matrice de performances du projet Boosting 2	85
<b>Tableau 4.6-</b> Échelle des poids retenus dans le cadre du projet Boosting 2	86
<b>Tableau 4.7 -</b> Matrice d'agrégation de performances du projet Boosting 2	86

## *Liste des abréviations*

ACB	Analyse Coût-Bénéfice
ACV	Analyse de Cycle de Vie
AFITEP	Association Francophone de management de projet
AFNOR	Association Française de Normalisation
CAD	Comité d'Aide au Développement
CBA	Cost Benefit Analysis
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la Réalité
HAZOP	HAZard and OPérability
ICE	Indicateur de Coûts Environnementaux
IE	Indicateurs Environnementaux
IFAC	Fédération Internationale des Comptables
IPE	Indicateur de Performance Environnementale
IPEF	Indicateur de Performance Environnementale Financier
IPMA	International Project Management Association
IR	Indicateur de Ressources
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
OCDE	Organisation de Collaboration et de Développement Economique
PMBok	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PRINCE2	PRojects IN Controlled Environments
SI	Système Industriel
S&V	Suivi et Evaluation



# *Introduction Générale*

L'objectif du management de projets est de piloter, gérer et conduire à bien des projets. Et afin de répondre à cet objectif, il est nécessaire d'apporter des méthodes et des outils d'aide à la décision en vue de favoriser et d'optimiser la production de solutions innovantes et de qualité (Verdoux, 2006).

Par ailleurs, les outils classiques de management de projets ont prouvé leur puissance dans plusieurs réalisations. Seulement, ces approches classiques de la planification y compris la gestion du risque et du suivi d'exécution des projets ne suffisent plus à elles seules à garantir les conditions de succès des projets (Bérubé, 2006).

Dès lors, de nombreuses études montrent que le succès des projets dépend en grande partie de la capacité d'anticipation tout au long des processus de management de projets (Bryde, 2005). Cette capacité dépend principalement des processus d'aide à la décision et de résolution de problème, qui mettent en œuvre des outils, des modèles, et des connaissances.

Pour mieux étayer la prise de décision et rendre les projets moins risqués, il faut souligner l'importance de la construction d'une plateforme qui s'appuie sur un processus efficace et des outils pertinents dont la mise en place n'est pas sans poser des difficultés.

Il est connu que ces processus et outils sont confrontés à certaines difficultés et enjeux qui peuvent provoquer la remise en cause du projet (Hughes et al, 2004) :

- En terme de processus ; les démarches de management par les processus suivent généralement les étapes inspirées de la méthode de gestion de la qualité (PDCA - Plan Do Check Act). La formulation des objectifs est une étape cruciale dans la mesure où elle permet de préciser vers où on veut aller et ce qu'on souhaite améliorer. Cette étape permettra aussi de s'assurer que tous les membres de l'équipe ont la même compréhension du projet et travaillent dans la même direction, le cas contraire revient à signer l'arrêt ou la perte de contrôle du projet. Bien évidemment chaque processus est donc caractérisé par un nombre de phases, donc plusieurs décisions en séquences et chaque décision courante influence la décision qui suit.

De plus, la décision est l'aboutissement d'un processus, plus ou moins long, faisant intervenir un ou plusieurs individus. Lorsqu'il y a plusieurs acteurs mis en jeu dans le processus, la décision est le fruit d'échanges, d'interactions entre les différents acteurs. La multiplicité des acteurs ajoute un niveau de complexité au processus de décision puisqu'il faut prendre en

compte les spécificités et les avis de chacun. Par conséquent le processus de décision est un processus « chaotique », qui s'élabore de manière progressive (Schärli, 1985).

- En termes d'outils nous précisons que le choix de la meilleure décision, faisant intervenir plusieurs points de vue généralement contradictoires, constituent un défi pour les managers de projets. Afin d'aider ces managers dans la prise de décision en environnement imprécis et/ou incertain, l'évaluation fournit des outils leur permettant de progresser dans la résolution de ces problèmes; pour cela cette dernière nécessite que des critères soient mis en place.

Etant donné que; les projets comportent de nombreuses contraintes et sources de risques qui tiennent tant du management que de l'organisation de l'équipe projet, de la technique et de l'environnement du projet, le projet est au centre d'un contexte mouvant lié aux environnements économiques (hyper-compétitivité, pression des actionnaires, exigences de performances...), au contexte technologique (moyens de communication, matériaux, ...), au contexte social (différences des valeurs du travail selon les cultures, les conflits sociaux...), la protection de l'environnement, le contexte juridique (réglementation, judiciarisation, contrôle juridique des entreprises...). Ce contexte est donné à l'équipe projet; elle le subit en grande partie et ne peut pas le modifier, seulement connaître sa position par rapport à lui, plus ou moins favorable à la réussite du projet, indépendamment de la façon dont il sera géré par la suite (Verdoux, 2006).

Ces contraintes se révèlent être des indicateurs essentiels de performance de projet dont il est important de les évaluer.

Dans ce contexte, l'optimisation monocritère n'est souvent pas le reflet de la réalité et elle devient multicritères lorsque le problème comporte plusieurs objectifs incluant des contraintes, souvent contradictoires, ou lors de la sélection de nouveaux projets d'une entreprise.

Tout cela montre la nécessité des méthodes qui peuvent tenir compte de plusieurs critères sans les réduire à un seul, et qui s'adaptent face aux conflits qui apparaîtront entre ceux-ci. Il existe de nos jours de nombreuses méthodes d'aide à la décision dont les fondements sont complètement différents (RAYMOND, 2009).

Compte tenu de ces difficultés, les approches « processus efficace » et « outils pertinents » doivent être solutionnés de manière plus approfondie.

Etant donné que, nos travaux sont construits autour des axes suivants :

- L'intégration de la politique environnementale dans les systèmes industriels est un challenge d'une grande importance à relever sous forme de projet, d'où notre intérêt à ces projets environnementaux.

Malgré la prise de conscience de la problématique de l'intégration de la dimension environnementale par les entreprises comme projet dans plusieurs travaux de recherche anglophones très récents, on note l'absence de références francophones qui traitent cette problématique à l'exception des travaux de (Personne en 98 et Gazerian en 99). (Gondran, 2001) qui se penchent sur le SME et sa mise en place, mais pas en tant que projet.

- Les comportements et positions qu'adoptent les organisations face à cette problématique varient grandement et génèrent des conflits dans la construction collaborative du projet. Certains considèrent encore l'environnement comme un centre de coûts, tandis que d'autres y perçoivent des opportunités. La confrontation des stratégies et pratiques mises en œuvre par les entreprises dont la réalisation des projets tend à montrer que la mesure du succès reste avant tout économique.
- Les théories et études empiriques visant à décrire et à tester les relations qui existent entre performance environnementale et performance économique opposent encore aujourd'hui deux visions et prouvent l'existence de deux situations, des situations « win-win » à travers lesquelles ces deux performances sont conjointement améliorées et des situations « win-lose » où la performance économique décroît strictement avec l'augmentation de la performance environnementale.

*Eu égard à ce que nous avons évoqué, nous précisons que le management de projet bénéficie déjà d'une bonne base en matière de processus, d'outils et de méthodes, mais nous avons vu que ces processus et outils sont confrontés à certaines difficultés plus précisément quand il s'agit des projets environnementaux où plusieurs contraintes s'imposent et certaines décisions pourraient changer, ce qui nous amène à la question de recherche: Comment maîtriser ces difficultés pour permettre une meilleure prise de décision et une performance de projet optimisée?*

En tenant en compte de tout ce qui précède, (les difficultés et les axes de nos recherches) le projet se trouve au centre de ces problématiques à gérer et d'où certaines hypothèses découlent et constituent les points d'intérêts de notre thèse de doctorat:

- Qu'en est-il pour les projets environnementaux?
- Comment anticiper les difficultés d'une construction collaborative générées par la multiplicité des acteurs et assurer une meilleure visibilité du projet?
- Comment résoudre le problème de la relation entre performance environnementale et performance économique?
- Quelle méthodes d'aide à la décision utilisée et quels sont les critères à prendre en considération?

A ce propos et pour répondre à ces questions, plusieurs pistes peuvent être empruntées :

- L'élaboration d'une démarche à intégrer dans le processus du management de projet ; basée sur la construction d'une même vision des objectifs du projet;
- Gérer au mieux les contraintes environnementale et économique, aux quelles notre vision de gestion et d'amélioration de la performance projet porte une solution par la création d'une « synergie » entre amélioration environnementale et création de valeur et des cas aussi où d'autres contraintes s'imposent;
- La prise de décision est à l'issue d'une évaluation, il est alors important d'illustrer les concepts d'aide à la décision et de l'évaluation dans les projets.
- L'apport des méthodes d'évaluation dans la prise de décision où l'intérêt est porté en fonction des objectifs sur une évaluation monocritère ou multicritère. Ces critères peuvent être relatifs aux caractéristiques intrinsèques du projet et/ou à ses retombées économiques, techniques et

même sociales qui peuvent occasionnés des perturbations de différents ordres allant de simple modification à la remise en cause du projet. Ce qui vient illustrer la potentialité de critère dont certains semble incontournable il s'agit notamment de l'intégration de l'environnement comme contrainte pour évaluer les projets ;

- L'adaptation et/ou l'amélioration du champ d'action des méthodes d'évaluation dans les projets environnementaux.

Le but de cette recherche est donc:

- D'aider à l'anticipation et à la prise de décision en projet :
  - Diminuant la divergence et les conflits dans une construction collaborative, par une meilleure conception d'objectifs et par voie de conséquence, augmenter le niveau de perception et de visibilité de la vocation du projet.
  - En fournissant une aide méthodologique pour des décisions rationnelles.
  - En mettant à disposition des méthodes d'aides à la décision dans la résolution des problèmes des projets environnementaux.
- Optimiser l'efficacité de la prise de décision quand il s'agit de performance environnementale et performance économique dans un projet.

Cette thèse a pour objet de cadrer ces problématiques et d'atteindre nos objectifs, via les pistes citées ci-dessus de manière plus explicite mettant à la disposition des acteurs d'une construction collaborative dans un projet une démarche décisionnelle plus éclairée. D'où la structuration proposée du présent manuscrit de thèse de doctorat :

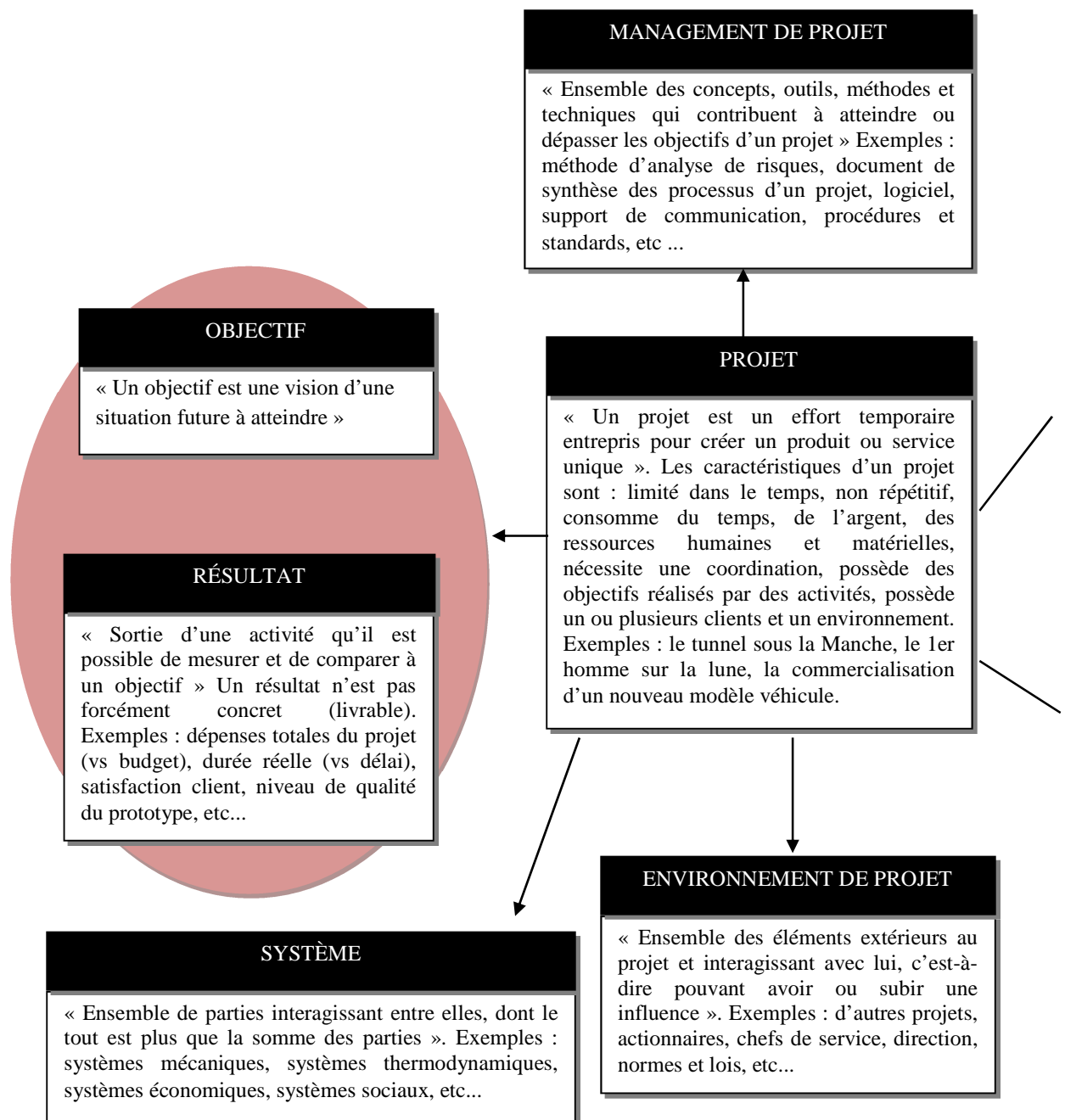
- i- Dans le premier chapitre l'intérêt est porté sur la performance des projets d'une manière générale et les projets environnementaux en particulier. Nous proposons alors de développer de nouvelles méthodes de conception de systèmes industriels compétitifs qui doivent être réalisés à coûts raisonnables mais avec un niveau plus élevé de technologies et de performances. Dès la conception on doit donc prendre en considération de nombreuses contraintes liées, à la production et surtout celles liées à l'environnement. Le but est donc de coupler les objectifs liés aux performances et aux contraintes industrielles (Profit, coût, fiabilité, ...) avec ceux de l'environnement. Ce qui explique la nécessité de certains outils d'aide à l'optimisation de la performance de ces projets et qui constitue l'un des objectifs de ce chapitre, parmi eux ; nous citons le système de « suivi-évaluation » de projet environnemental par le biais de la capitalisation des connaissances environnementales et l'apport des méthodes d'aide à la décision pour la capitalisation des connaissances environnementales.
- ii- Le deuxième chapitre est dédié dans sa totalité aux méthodes d'aide à la décision pour l'évaluation de la performance des projets environnementaux. Avant de traiter l'apport de ces méthodes nous avons vu utile de faire d'abord une synthèse de ces méthodes. Dans ce contexte et dans un premier temps, des méthodes dites monocritères et multicritères feront

l'objet d'une présentation détaillée. Dans un second temps, des méthodes typiques aux projets environnementaux (cas de projets d'infrastructures routières) seront également présentées.

- iii- Le troisième chapitre aborde des notions couramment utilisées dans les projets (environnementaux) à savoir : la co-activité, la collaboration coopérative, la co-conception. L'intérêt des rappels de ces notions est évident, il nous permet de structurer ces notions capitales pour les projets environnementaux et de traiter les problèmes générés par le travail collaboratif entre les acteurs projets dans une démarche structurée en trois étapes ; anticiper, prévoir et prévenir, cette structuration a pour objectif de dresser les scénarios de collaboration en vue d'une pratique collective et consensuelle dans les projets environnementaux. Nous tenterons aussi d'intégrer dans cette démarche une méthodologie pouvant être monocritère ou multicritère basée sur la relation entre la performance économique et la performance environnementale et contribuant à pallier les difficultés et les pressions subies lors d'une construction collaborative d'un projet afin d'aboutir à une concrétisation idéale de l'objectif projet.
- iv- Enfin, le quatrième et dernier chapitre a pour objet de mettre en avant l'apport de notre démarche suggérée dans le chapitre précédent et de capitaliser cette dernière. En effet, les méthodes de base qui cadrent les processus consensuels, souffrent des limites bien connues dans la littérature spécialisée dans le domaine de la recherche consensuelle, alors nous développons par le biais des méthodes d'aide à la décision du type monocritère (cas de la méthode ACB) et multicritère (cas de la méthode ELECTRE) une solution aux problèmes de décision. Dans ce contexte, nous appliquons dans un premier temps la méthode ACB sur un exemple académique et qui consiste à comparer les coûts et les bénéfices d'une logique qui s'appuie sur la relation conflictuelle entre production et protection de l'environnement et dans un second temps, sur un projet industriel réel qui nous incite à prendre en compte de l'aspect multicritère du projet et de la potentialité de chaque critère notamment le critère qui a pour objectif l'intégration de l'environnement dans le processus décisionnel; nous avons eu recours à la méthode ELECTRE .

Ces quatre chapitres sont précédés par une double page qui introduit les définitions de certains concepts utiles pour la suite et bien évidemment, suivie par une conclusion générale qui dresse le bilan du travail dans le cadre de cette thèse ainsi que les perspectives projetées pour les travaux futurs.

# *Introduction des concepts principaux*



## ORGANISATION

### ORGANISATION

« Mise en œuvre rationnelle et structurée des moyens de production, de gestion et de coordination entre les différents organes et services d'une entreprise. » Exemples: un service comptable, une filiale, une équipe projet, ... toute structure humaine à plusieurs personnes est une organisation.

### RESPONSABILITÉ

« Obligation pour un individu ou un groupe de réaliser ce pour quoi il a été affecté ». La responsabilité comprend la notion de garant, mais n'implique pas un effort direct de la part de l'individu. Voir exécution. Exemples : être responsable de la réussite d'un projet, être responsable de la réduction des coûts, être responsable du matériel informatique.

### DÉCISION

« Choix humain effectué entre plusieurs alternatives ». Le terme décision englobe à la fois le processus de prise de décision (les actions qui amènent à la décision) et le résultat de ce processus (la décision elle-même). Exemples : la décision de lancer un projet, la décision d'affecter une mission à une personne, la décision de recommencer un travail non satisfaisant, la décision d'arrêter un projet, etc..

## PROCESSUS

### PROCESSUS

Deux possibilités : « enchaînement d'activités ou de tâches aboutissant à un résultat » ou « enchaînement d'actions aboutissant à un résultat ». Comme une activité est un ensemble d'actions, cela revient au même. mais les deux existent.

### COMPETENCE

« Qualité ou connaissance requise pour exécuter une tâche, remplir une fonction, etc ». Exemples : programmation informatique, management d'équipe, manipulation d'outils, mathématiques,...

### RESSOURCE

« Moyen matériel ou immatériel dont dispose une collectivité pour répondre à une situation défavorable ,ou à un besoin». Exemples : un individu, une machine, un outil, une compétence, de l'argent, une technologie.

### EXECUTION

« Procéder à (la réalisation d'un projet), faire (ce qui a été décidé). Réaliser (une œuvre, un ouvrage) en suivant un plan, des directives. » Exemples : réaliser un cahier des charges, développer une maquette informatique, construire un prototype, ...

### ACTION

« Fait de faire quelque chose, de réaliser une volonté, une intention ».

### ACTIVITE/TACHE

« Une activité est un ensemble d'actions élémentaires réalisables par des ressources, avec une certaine durée, produisant des résultats. » la distinction entre activité et tâche se fait souvent au niveau de la taille : une activité est décrite comme un ensemble de tâches, elles-mêmes ensembles d'actions élémentaires. Exemples : réaliser une étude de résistance des matériaux, rédiger un document de synthèse, assembler des poutrelles, souder des tubes, réaliser une enquête d'opinion,

**La problématique** consiste à surmonter les difficultés couramment rencontrées dans le déploiement des approches « processus efficaces » et « outils pertinents » en management de projets

### Chapitre 1

- ☛ Mise en évidence de la nécessité d'usage d'un système de « suivi-évaluation » pour les projets environnementaux dans le but de l'évaluation de leurs performances.
- ☛ Montrer l'apport des méthodes d'aide à la décision pour la capitalisation des connaissances environnementales

### Chapitre II

Synthèse bibliographique des méthodes d'aide à la décision pour l'évaluation des performances des projets environnementaux → choix des méthodes (ACB & ELECTRE) en tant qu' « outils pertinents » de management de projets

### Chapitre III

Proposition d'une démarche de construction collaborative dans les projets pour mieux cadrer le déploiement des « processus efficaces » en management de projets.

### Chapitre IV

Usage des méthodes retenues (ACB et ELECTRE) pour illustrer la pertinence de la démarche de construction collaborative en management de projets.



# 1

## A propos de la performance des projets environnementaux

*Nous souhaitons, dans ce chapitre positionner notre travail de thèse et de développer notre problématique axée sur la performance et l'optimisation des projets environnementaux.*

*En effet, tous les secteurs de l'industrie, laissent une empreinte sur l'environnement du fait qu'ils utilisent de l'énergie ou des matières premières, produisent des déchets ou des effluents que l'on retrouve ensuite dans le milieu naturel. De tels impacts, qui peuvent survenir aux différents niveaux (local, régional ou mondial) peuvent nuire à la santé. Ils varient selon les phases du cycle de vie d'un produit et en fonction des matières premières utilisées, de la conception du produit, de la technologie et des recherches appliquées lors de sa fabrication, des processus de transformation et de fabrication utilisés, du type de bien créé, de l'emballage du produit, de son mode de distribution aux consommateurs et, enfin, de son sort final<sup>1</sup>.*

*Avant 1980, la plupart des sociétés adoptaient une approche technique non coordonnée face à la protection de l'environnement. On projetait des installations et des processus en n'accordant qu'une attention distraite à leur impact, privilégiant une technologie en « bout de chaîne » qui se contentait de répondre aux prescriptions des réglementations. A partir des années 1980, les sociétés leaders ont évolué vers une approche plus globale, fondée sur la prévention où les facteurs environnementaux étaient intégrés dès les premières phases de mise en projet (AEE, 1995). De nos jours, cette prévention environnementale s'est renforcée par l'anticipation des facteurs de dégradation environnementale grâce aux développements de démarches et d'outils appropriés (Laville, 2008).*

---

<sup>1</sup> Il peut être éliminé, réutilisé ou recyclé.

*Ce chapitre s'articule donc, d'une part autour de toutes les actions en faveur de l'environnement, de l'éco-conception de systèmes industriels dès la phase projet et d'autre part du développement des projets environnementaux. L'objectif est de développer de nouvelles méthodes de conception de systèmes industriels compétitifs.*

*Les systèmes en question doivent être réalisés à coûts réduits mais avec un niveau plus élevé de technologies et de performances. La phase de conception doit prendre en considération de nombreuses contraintes liées au bon fonctionnement de systèmes<sup>2</sup>, à la production et surtout celles liées à l'environnement. Le but est de coupler les objectifs liés aux performances et aux contraintes industrielles (Profit, coût, fiabilité, ...) avec ceux de l'environnement.*

*Pour atteindre cet objectif, ce chapitre se propose de faire le point sur les notions de base relatives aux projets environnementaux et à l'évaluation de leurs performances. Ces rappels sont nécessaires pour introduire méthodologiquement nos contributions présentées dans la suite du présent travail.*

## **1.1 Notions associées aux projets environnementaux**

### **1.1.1 Notions de projet environnemental**

Rappelons qu'un projet se présente souvent comme une séquence d'événements et d'activités qui ne sont pas nécessairement exécutées par les mêmes opérateurs (Ezratty, 2012) distingue deux principales périodes de projets<sup>3</sup> : une première période, qui va de l'idée initiatrice du projet à la décision formelle de le réaliser et une seconde période, qui va de cette décision à la mise en utilisation du résultat.

Les projets environnementaux sont des projets qui intègrent la dimension environnementale et qui visent à améliorer la situation environnementale dans le domaine de la pollution diffuse.

Les projets environnementaux sont des projets fédérateurs à caractère national ou international :

- sur le plan national, il s'agit des projets qui visent les domaines de la biodiversité, la pollution hydrique, végétale et atmosphérique, la dégradation des sols, ...
- sur le plan international, nous citons à titre de rappel les quatre conventions environnementales internationales : la Convention sur la diversité biologique, la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, la Convention de Stockholm sur les POP (Polluants Organiques Persistants), la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique.

L'intégration de la dimension environnementale dans des projets est non seulement une question transversale qui permet de s'assurer que tous les impacts environnementaux résultant des activités de développement sont pris en considération mais c'est également une action

---

<sup>2</sup> Donc à leur sûreté de fonctionnement traduite par les clauses de : sécurité, fiabilité, disponibilité et maintenabilité.

<sup>3</sup> Pour rappel, la première période est sensiblement analogue dans tous les types de projets, (cohérence, pertinence, consistance du projet) alors que la seconde période est assez différente selon les types de projets.

collaborative nécessitant l'implication de tous les acteurs environnementaux. En effet, l'action principale dans un projet environnemental oscille autour des changements de comportements humains. C'est pour cette raison que le principe d'implication ou de participation est fondamental. Mieux encore, la participation du public en matière de décision environnementale a fait l'objet d'un accord international dit "convention d'Aarhus" (ville du Danemark) signé en 1998 par 39 pays, dans le but (Drobenko, 1999), de favoriser la participation du public à la prise de décisions environnementales et par voie de conséquences à l'amélioration de l'information environnementale fournie par les autorités publiques.

Il est alors évident de se demander comment considérer les aspects significatifs pour l'environnement à l'intérieur des processus de gestion de projet et si, en les considérant, certaines décisions pourraient être différentes ?

Pour répondre à ces questions, la littérature disponible sur ce sujet se réfère à la modélisation des neuf domaines de connaissances proposées par le PMBOK et elle analyse comment intégrer les facteurs d'impact environnemental dans chaque domaine. Le but visé est d'assurer la prise en compte de ces facteurs dans tous les processus décisionnels de gestion de projet (Salvini, 2010) :

- *Management de l'intégration* : Les préoccupations environnementales sont à considérer lors de l'établissement de la charte de projet et de l'énoncé préliminaire. Le processus de maîtrise des modifications doit assurer que les impacts sur l'environnement soient toujours pris en compte dans l'évaluation et l'intégration des modifications. Dans les intrants aux différents processus, le PMBOK mentionne les facteurs environnementaux de l'organisation et les actifs organisationnels. Or, le souci pour l'environnement est sans doute un élément important de la culture de l'organisation tout comme les normes et les règlements à respecter dans un domaine d'activité. L'existence d'un système de gestion de l'environnement selon la norme ISO14000 représente un actif organisationnel.
- *Management du contenu* : Dans le processus de la maîtrise du contenu du projet, toute modification au contenu devra prendre en considération l'impact sur l'environnement au même titre que les impacts sur les coûts ou sur les délais. Selon les cas, un changement du contenu du projet n'aura pas d'impact sur l'environnement et donc cette dimension n'affectera pas la valeur du projet, ou, au contraire, les impacts environnementaux auront un certain poids. Le processus décisionnel pourra, par la suite, privilégier d'autres aspects que l'environnement. Mais ce qui est important c'est de considérer cette dimension dans le processus décisionnel.
- *Management des délais et des coûts* : Le management des délais devra comprendre la planification et la gestion des activités reliées au support de la politique environnementale de l'organisation. Le management des coûts pourra également inclure les estimations, les prévisions budgétaires et le suivi des coûts des activités associées à la politique environnementale.
- *Management de la qualité* : Dans ce domaine, on retrouve les activités en support du système de gestion environnementale selon les normes ISO 14000. Selon la nature des projets, il sera également possible de retrouver des activités spécifiques (contrôle qualité, assurance qualité, audit) visant à assurer la satisfaction des exigences en matière environnementale du produit ou service issu du projet.

- *Management des ressources humaines* : Dans le domaine du management des ressources humaines, on pourra retrouver la sensibilisation et la formation des membres de l'équipe de projet à l'intégration des préoccupations environnementales.
- *Management des communications* : Dans le plan de communication il faudra, lorsque ce sera applicable, ajouter des éléments d'information spécifiques destinés aux parties prenantes du projet qui ont des préoccupations en matière d'environnement (ex. les regroupements environnementalistes ou de citoyens). De plus, il serait important d'intégrer aux rapports d'avancement de projet les activités relatives à l'environnement.
- *Management des risques* : Lors de l'analyse des risques, l'analyse des impacts sur l'environnement et sur la politique environnementale de l'organisation pourra porter à catégoriser différemment les risques et, en conséquence, à planifier différemment les mesures de mitigation.
- *Management des approvisionnements* : L'intégration des préoccupations environnementales pourra se traduire par le choix de fournisseurs qui adoptent une politique environnementale ou par la réalisation d'activités de sensibilisation des fournisseurs à la politique environnementale de l'organisation.

### **1.1.2 Notion de performance d'un projet environnemental**

La performance a longtemps été réduite à sa dimension financière et ce n'est qu'au cours du vingtième siècle qu'elle s'élargit pour prendre en compte d'autres dimensions comme la dimension sociétale et la dimension environnementale (Daaboul, 2012). Le terme performance dans sa définition française désigne le résultat d'une action, voire de son succès (Bourguignon, 1995). Dans le contexte du management, c'est «la réalisation des objectifs organisationnels, quelles que soient la nature et la variété de ces objectifs. Cette réalisation peut se comprendre au sens strict (résultat, aboutissement) ou au sens large du processus qui mène au résultat (action)....» (Bourguignon, 2000).

La mesure de la performance est essentielle à tout système organisationnel visant à s'améliorer et à progresser vers des objectifs (Voyer, 2006). Selon Lebas (1995), la performance est un outil opérationnel. En effet, selon lui la performance est un élément pour la prise de décision. D'après le dictionnaire de gestion (Burlaud et al., 2004), la performance est la réalisation d'un objectif. Mais cet objectif diffère selon la partie concernée : pour les actionnaires il s'agit de la création du profit, pour l'entreprise il peut s'agir d'augmenter sa part de marché ou d'offrir des produits d'une meilleure qualité.

La performance liée au pilotage des processus d'entreprise est reconnue sous le nom de performance industrielle qui fut l'objet d'un grand nombre d'études. Selon Vernadat (1999) et Daaboul (2012), la performance industrielle englobe l'organisation, ses compétences et ses motivations.

Par ailleurs, de nombreux concepts sont liés à la performance dans le contexte industriel. La performance repose sur l'efficacité et l'efficience (Neely et al., 2005), efficacité, efficience et pertinence (Jacot, 1990) ou encore l'efficacité, l'efficience, la pertinence et l'effectivité (Bescos,

1995). Cependant, quel que soit le terme utilisé, le mot « performance » reste un terme évasif. Bourguignons (1995) l'appelle « mot-valise » où chacun met le concept qui lui convient en laissant le contexte prendre en charge la définition (Neely et al., 2002) et rend ainsi le concept de performance contextuel (Neely, 2007 ; Shah, 2012).

Dans ce contexte, la gestion environnementale a longtemps constitué un domaine à part des autres fonctions organisationnelles. Désarticulée du reste du système industriel, celui-ci ne pouvait avoir qu'un impact négatif sur la performance économique en générant des dépenses additionnelles. En effet, la croyance populaire pense plutôt que la protection de l'environnement engage un fardeau financier additionnel aux organisations (Ambec & Lanoie, 2008). Conséquemment, la protection de l'environnement est généralement associée à une baisse de la performance économique menant par le fait même à une baisse de la compétitivité et rentabilité.

Au courant des vingt dernières années, ce paradigme a été remis en question à maintes reprises (Gore, 1993 ; Porter, 1991).

Porter (1991) fut l'un des premiers à contribuer à l'ébranlement de ce paradigme en étudiant les effets d'une réglementation environnementale plus stricte, et donc d'une augmentation de la protection de l'environnement sur la performance économique des organisations (Da Silva, 2013).

### **1.1.3 Notions d'indicateurs de Performance**

Un indicateur en général, est « un élément ou un ensemble d'éléments d'information significative, un indice représentatif, ... résultant de la collecte de données sur un état, sur la manifestation observable d'un phénomène, ou sur un élément lié au fonctionnement d'une organisation » (Voyer, 2006). En outre un indicateur de performance est selon les deux définitions les plus couramment utilisées :

- « Une information devant aider un acteur, individuel ou collectif, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou devant lui permettre d'évaluer un résultat » (Lorino, 1997),
- « Une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou d'un système par rapport à une norme, un plan ou un objectif déterminé dans le cadre d'une stratégie d'entreprise » (AFNOR FD X-50-158).

Dans la première définition, l'indicateur de performance est un élément de connaissance contribuant à la prise de décision, tandis que dans la deuxième définition, l'indicateur est vu comme un chiffre qui informe sur un état relatif à un contexte connu. Selon la Norme AFNOR FD X-50 158, un indicateur est « une information choisie, associée à un critère, destinée à en observer les évolutions à intervalles définis ».

Selon Guennou (2001), une mesure d'un indicateur de performance, prise isolément est, équivalente à un indicateur d'état et porte peu d'intérêt, tandis qu'une mesure couplée à un

objectif, à des variables d'actions, à des moyens d'actions et à un plan d'action détermine une dynamique de progrès en cohérence.

Par ailleurs, dans notre gestion quotidienne, nous utilisons différents indicateurs qui se décomposent en cinq catégories : quantité (nombre, volume, taux,...), qualité, montant (bénéfice, coût, prix), temps (délai et fréquence), et une combinaison de ces facteurs (Voyer, 2006).

Ceci représente une première typologie des indicateurs en général. Mauchand (2007) montre que la typologie des indicateurs de performance s'effectue selon l'objet à analyser (produit, objet d'entreprise, système), la nature des données à quantifier et les variables d'action. Mais la typologie des indicateurs de performance s'effectue aussi selon le type de la performance en question<sup>4</sup> (Daaboul, 2011).

Les indicateurs de performance sont un moyen d'apprécier les divers aspects d'un projet, programme ou stratégie de développement : ressources, processus, produits, résultats et impacts. Lorsqu'ils s'appuient sur un solide travail de collecte de données (par exemple, au moyen d'enquêtes formelles), puis d'analyse et de diffusion de ces informations, ces indicateurs permettent aux gestionnaires de suivre l'avancement de l'action entreprise, d'en déterminer les résultats, et de prendre les mesures correctives qui amélioreront la prestation des services. Il est important d'associer les principales parties prenantes à la définition des indicateurs, car il y aura ainsi plus de chances que celles-ci sachent les comprendre et les utiliser pour la prise de décision (Mackay, 2007)

#### *A. Les indicateurs environnementaux*

Les indicateurs environnementaux condensent les données environnementales diffuses en une information concise et pertinente. Ceux-ci assurent la surveillance et le suivi des améliorations de la performance environnementale à travers l'établissement de cibles environnementales, en plus de poser les bases de comparaison face aux autres organismes. Ils fournissent également l'information nécessaire quant à la divulgation des informations environnementales aux parties prenantes (Jasch, 2009 ; Boubaker et al., 2014).

Pour ce faire, les indicateurs quantifient différents éléments de la performance environnementale, dont les impacts environnementaux des activités, la conformité réglementaire, la gestion environnementale interne, les relations avec les parties prenantes et les systèmes de gestion (Henri and Journeault, 2008).

Nous distinguons deux classifications pour les indicateurs environnementaux, la première selon OCDE et la deuxième selon la norme ISO 14031 :

---

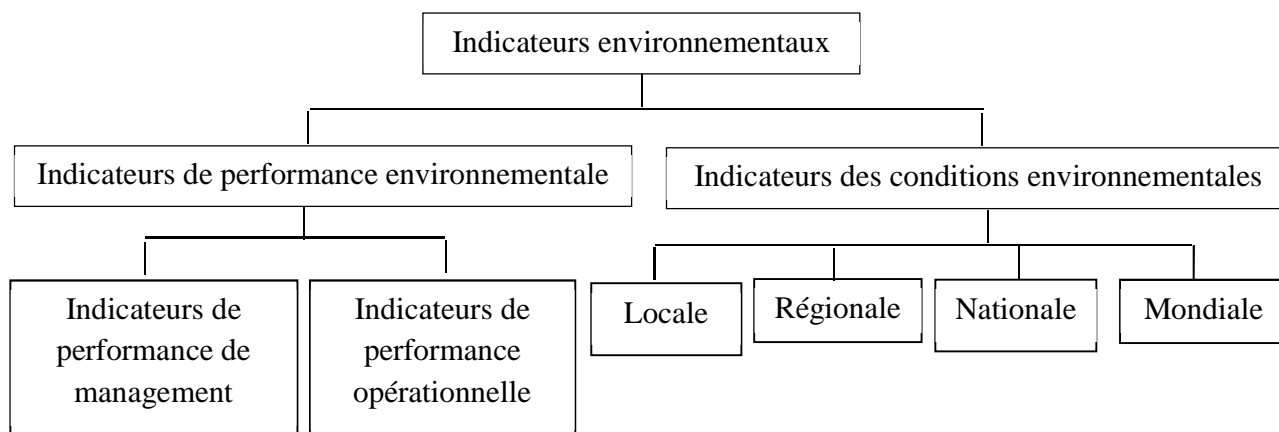
<sup>4</sup> Sociale, financière, stratégique, humaine...

- Les travaux menés par l'OCDE qui portent sur plusieurs catégories d'indicateurs, chacune correspondant à un objectif et à un cadre particulier. Le tableau suivant résume la typologie d'indicateurs environnementaux donnée par cette organisation (Halata, 2012).

**Tableau 1.1-** Les indicateurs environnementaux selon OCDE (2008)

<i>Types d'indicateurs</i>	<i>Objectifs poursuivis</i>
Les Indicateurs principaux d'environnement (IPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivre les progrès et les performances en environnement</li> <li>- Analyser les politiques d'environnement</li> </ul>
Les indicateurs clés d'environnement (ICE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informer le public</li> <li>- Donner les signaux clés aux décideurs politiques</li> </ul>
Les indicateurs sectoriels d'environnement (ISE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promouvoir la prise en compte des préoccupations environnementales</li> </ul>
Les indicateurs dérivés de la comptabilité environnementale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promouvoir la prise en compte des préoccupations environnementales dans les politiques économiques et dans les politiques de gestion des ressources</li> </ul>
Les indicateurs de découplage d'environnement (IDE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurer les progrès vers un développement durable</li> <li>- Mesurer le niveau de découplage entre les pressions environnementales et la croissance économique</li> </ul>

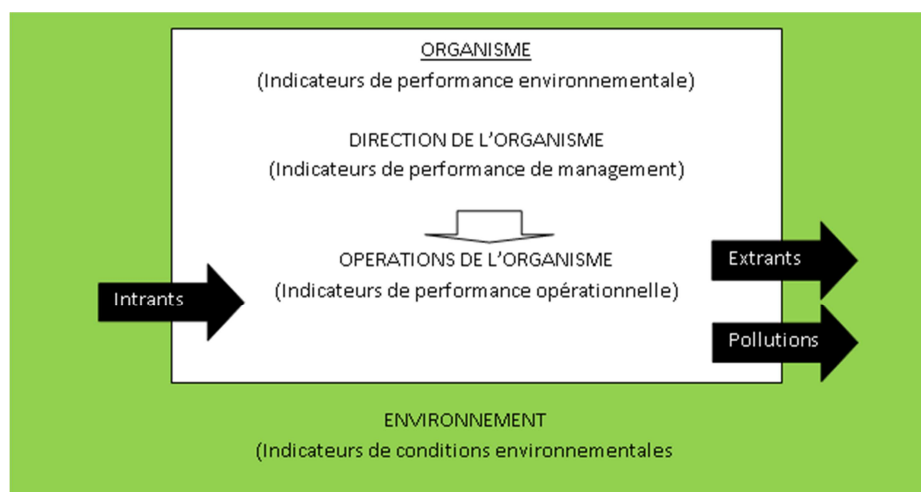
- La norme ISO 14031 classe les indicateurs environnementaux en deux catégories (Figure 1.1) :
  - o les indicateurs de performance environnementale s'intéressent à la performance de l'organisme qui, en allouant ses ressources et en prenant des décisions relatives à l'environnement, va dicter la façon dont ses opérations auront un impact sur l'environnement en termes d'efficacité et d'efficience environnementales,
  - o les indicateurs de condition environnementale axée sur la génération de pollution découlant des activités de l'organisme qui aura un impact sur le milieu naturel environnant de l'organisme et donc sur la condition environnementale du milieu naturel. Cette dernière va évoluer en fonction de la performance environnementale de l'organisme. L'organisme pourra suivre cette évolution à l'aide des indicateurs de condition environnementale.



**Figure 1.1** - Classification des indicateurs environnementaux d'après (ISO 14031, 1999)

L'examen de la figure ci-dessus montre que la norme scinde les indicateurs de performance environnementale en deux catégories : les indicateurs de performance de management et les indicateurs de performance opérationnelle.

La figure I.2 présente le lien entre les différents indicateurs et la relation entre la direction de l'organisme, ses opérations et la condition de l'environnement (Da Silva, 2013).



**Figure 1.2** - Liens entre les différents indicateurs environnementaux d'après (ISO 14031, 1999).

D'après la figure ci-dessus, les indicateurs de performance de management (**IPM**) mesurent les efforts déployés par la direction pour influencer la performance environnementale des opérations de l'organisme. Quant aux indicateurs de performance opérationnelle (**IPO**) mesurent la performance des opérations de l'organisme quant à la génération de déchets, de rejets et d'émissions (Da Silva, 2013) - Voir annexe 1-.



## **B. Les Indicateurs de Performance Environnementale Financiers (IPEF)**

L'évaluation des coûts environnementaux de la comptabilité de gestion environnementale sert d'abord comme un outil permettant d'éclairer le processus de prise de décisions relatives aux enjeux environnementaux. En particulier, les données de coûts permettent de traduire la performance environnementale dans un langage que les gestionnaires et la direction peuvent comprendre et qui est partagé par l'ensemble des acteurs de l'organisme. Afin d'optimiser cette fonction, les éléments recensés par la comptabilité de gestion environnementale peuvent servir à construire des indicateurs de performance environnementale qui relient les données physiques et financières liées à la gestion environnementale. Ces indicateurs peuvent venir supporter l'évaluation de la performance environnementale en servant plusieurs fonctions telles que : l'évaluation des projets d'investissement environnementaux, l'identification des opportunités d'amélioration environnementale et économique, ... etc. En d'autres termes, la transformation des données de coûts environnementaux en IPEF permet de simplifier l'interprétation des données et de répondre à des besoins informationnels critiques lors de prise de décisions. Conséquemment, la construction des IPEF dépend de la structure adoptée pour évaluer les coûts environnementaux et de l'approche de comptabilité de gestion environnementale retenue. Ainsi, il est utile d'arrimer les besoins et les motivations de l'organisme avec les techniques et approches utilisées. De la même manière, le choix des IPEF doit découler d'une identification des besoins d'information de l'organisme et de la direction (Da Silva, 2013).

### **1.1.4 Notion de suivi-évaluation de la performance d'un projet environnemental**

Comme les projets interviennent dans des situations socio-économiques compliquées, qui sont elles-mêmes dynamiques, une planification et une conception de projet ne peut jamais prévoir avec exactitude une situation future souhaitée et par conséquent les objectifs à atteindre. Il faut donc un instrument qui fournit des informations structurées et continues sur la performance d'un projet, à tout moment. Il faut, en conséquence, anticiper et suivre continuellement l'exécution du projet et l'adapter à la réalité dynamique par une évaluation et un ajustement. Un système de suivi et d'évaluation doit donc être orienté vers les processus décisionnels et non pas vers le rapport final.

Ce dispositif de suivi-évaluation permet de collecter, de traiter et de diffuser des informations au près d'un ensemble d'acteurs impliqués dans la mise en œuvre du projet environnemental, afin d'aider à la prise de décision. En effet, le suivi-évaluation d'un projet environnemental s'appuie notamment sur des indicateurs<sup>5</sup> à renseigner tout au long du projet. En fonction de la complexité du projet environnemental et de ce que l'on souhaite mesurer, le nombre et la nature de ces indicateurs peuvent être très variables.

---

<sup>5</sup> A la fois qualitatifs et quantitatifs.

De même, ces indicateurs sont valorisés par le biais d'outils de collecte (tableaux pour centraliser les données recueillies) et d'aide à la décision (tableaux de bord et notes de synthèse donnant une vision analytique des données recueillies) (Désille et al., 2010).

Notons également qu'un dispositif de suivi-évaluation permet de vérifier si les objectifs d'un projet environnemental seront atteints et de prendre des mesures correctives si nécessaire. Autrement dit, ce dispositif de suivi-évaluation facilite la prise de décisions sur des bases objectives (Désille et al., 2010).

Signalons par ailleurs que le suivi et l'évaluation sont des démarches distinctes mais complémentaires (Tableau 1.2) :

- Le suivi : c'est un processus continu de collecte et d'analyse d'informations pour apprécier comment un projet (un programme ou une politique) est mis en œuvre, en comparant avec les performances attendues. C'est le tableau de bord qui fournit des informations régulières sur le fonctionnement d'un projet (Casley and Lury, 1995).

Selon Oguniyi (2008), le suivi désigne le contrôle régulier et continu des moyens mis en œuvre, des réalisations, des résultats et de l'impact des activités de développement au regard des résultats affichés. Il peut être entrepris à tous les niveaux des opérations qu'il s'agisse d'un projet, d'un programme, d'un secteur, d'un pays ou du monde. Autrement dit, le suivi consiste en la collecte et l'analyse systématique des informations au fur et à mesure de la progression d'un projet/programme dans le but d'en améliorer la rentabilité et l'efficacité. Il est basé sur des objectifs établis et des activités planifiées durant la phase de planification du travail.

- L'évaluation intervient seulement après un certain délai et demande des investigations plus approfondies. C'est une mesure, aussi systématique et objective que possible, des résultats d'un projet (d'un programme ou d'une politique), en vue de déterminer sa pertinence, sa cohérence, l'efficacité de sa mise en œuvre, son efficacité et son impact ainsi que la pérennité des effets obtenus (Casley and Lury, 1995).

Selon Oguniyi (2008), l'évaluation consiste en l'examen systématique d'un projet/programme prévu, en cours ou achevé. Elle a pour objet d'apporter une réponse à des questions spécifiques ainsi qu'à porter un jugement d'ensemble sur une opération et à en tirer des enseignements destinés à améliorer les actions, la planification et les décisions futures. L'évaluation désigne l'examen systématique et objectif des programmes opérationnels et des activités en vue de déterminer dans quelle mesure ils produisent les résultats souhaités. Contrairement au suivi, l'évaluation vise à établir la causalité et l'attribution. Elle sert de fondement à la responsabilité et à l'apprentissage, tant au niveau des agents et de la Direction qu'au niveau des bénéficiaires. Les données d'information recueillies dans le cadre des évaluations sont utilisées pour définir de nouvelles orientations, de nouvelles politiques et de nouvelles procédures. L'évaluation n'est pas un jugement de valeur ou une sanction. Elle est un outil efficace d'aide à la décision.

Selon Whannou (2012), l'évaluation est une activité périodique qui consiste à mener des investigations approfondies sur l'état de la mise en œuvre du projet/programme pour apprécier le niveau de réalisation des résultats et des objectifs. Elle signifie l'analyse des informations recueillies au cours du processus du suivi et leur appréciation au regard des objectifs poursuivis. L'évaluation est l'examen périodique, de la performance et du succès en cours ou achevé d'un projet/programme/plan.

Il s'agit d'un exercice de durée limitée qui fait apparaître les effets sur la société, le groupe cible bénéficiaire, l'environnement ou l'économie locale et/ou nationale<sup>6</sup>.

Le groupe de travail sur l'évaluation de l'aide au développement CAD décrit l'évaluation en ces termes : « Appréciation systématique et objective d'un projet, d'un programme ou d'une politique, en cours ou terminé, de sa conception, de sa mise en œuvre et de ses résultats. » L'évaluation offre essentiellement la possibilité de découvrir ce qui est correct ou non et ce qu'il faut améliorer. Elle est l'occasion de faire preuve d'honnêteté et d'objectivité en présentant des résultats valables, équilibrés et exacts se fondant sur des faits concrets.

Les analystes des projets, mettent souvent l'accent sur quatre types d'évaluation en fonction du moment où elles sont réalisées (Whannou, 2012 ; Strauss, 2014) :

- évaluation ex ante : évaluation préalable effectuée en vue de la décision de financement. Elle sert à concevoir le projet de la manière la plus cohérente et pertinente possible, fournit la base nécessaire pour la surveillance et les évaluations ultérieures et permet de s'assurer, dans toute la mesure du possible, que les objectifs sont qualifiés,
- évaluation ex post : évaluation effectuée un certain temps après la réalisation du projet. Elle a pour objet de vérifier l'impact effectif par comparaison avec les objectifs globaux initiaux,
- évaluation finale : évaluation effectuée immédiatement après la réalisation du projet. Elle sert à établir si, et dans quelle mesure, les résultats attendus ont été atteints et quels ont été les facteurs de succès ou d'échec,
- évaluation in itinere (évaluation chemin faisant) : évaluation effectuée de manière concomitante à la réalisation du projet en vue de permettre une éventuelle réorientation. Elle concerne principalement les premières réalisations et premiers résultats permettant un jugement initial sur la qualité de la mise en œuvre.

L'évaluation est également une appréciation systématique et objective d'un projet, d'un programme ou d'une politique, en cours ou terminé, de sa conception, de sa mise en œuvre et de ses résultats. Son but est de déterminer la pertinence et l'accomplissement des objectifs, l'efficacité en matière d'atteinte des résultats, l'efficacité, l'impact et la durabilité.

---

<sup>6</sup> Rapport final présenté sur la stratégie de suivi-évaluation des projets et programmes de développement par le Ministère de l'Economie et des Finances du Burkina-Faso, 2009.

Une évaluation devrait fournir des informations crédibles et utiles et d'intégrer les leçons de l'expérience dans le processus de décision des bénéficiaires et des bailleurs de fonds (OCDE, 2002).

**Tableau 1.2** - Différences et complémentarité entre suivi et évaluation

	<i>Suivi</i>	<i>Evaluation</i>
<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer l'efficacité, modifier le plan d'activité ou l'affectation des ressources.</li> <li>• Clarifier les objectifs et leur transformation en indicateurs de performance.</li> <li>• Comparer régulièrement les réalisations par rapport au plan.</li> <li>• Communiquer les progrès aux responsables et les alerter sur les difficultés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examiner les relations causales conduisant des activités aux résultats, expliquer pourquoi certains résultats attendus n'ont pas été atteints.</li> <li>• Examiner la mise en œuvre.</li> <li>• Fournir des enseignements, améliorer l'efficacité, les effets, l'impact de la future programmation.</li> </ul>
<i>Principales activités</i>	Définition des indicateurs, recueil régulier d'informations, comparaison avec le plan, comptes rendus	Appréciation, mesure systématique des effets, recherche des causalités par des méthodes rigoureuses
<i>Fréquence</i>	Périodique : journalier, hebdomadaire, mensuel, trimestriel,... selon les variables et les programmes	Épisodique, à mi-parcours, en fin de programme, a posteriori
<i>Source d'information</i>	Essentiellement des informations fournies par le système de gestion	Informations de suivi complétées par des études, des enquêtes, des analyses, des entretiens
<i>Effectué par</i>	L'équipe de réalisation du projet	Evaluateurs extérieurs au programme
<i>Destinataire principal du rapport (pour suite à donner)</i>	Chef de projet, équipe de réalisation	Autorités ayant décidé de la réalisation du programme

## 1.2 Le système de suivi-évaluation d'un projet environnemental

Afin de gérer la complexité croissante des projets environnementaux, il faut un instrument qui fournit des informations structurées et continues sur la performance de ces projets. Il s'agit du système de Suivi-Evaluation (S&E) de projets environnementaux qui est un moyen de soutenir le processus d'apprentissage continu de l'équipe du projet pendant l'exécution de celui-ci. Cet instrument doit s'intégrer dans les procédures organisationnelles du projet et ayant comme tâches : conception et mise en place, collecte et gestion de l'information, réflexion critique (sur les enseignements de l'expérience et sur l'information recueillie) pour améliorer l'intervention et la communication des résultats et la production des rapports.

Evidemment, pour que le système de S&E fonctionne, il faut disposer de ressources suffisantes et mettre en place les moyens et les compétences appropriés<sup>7</sup>. En conséquence, un système de S&E qui fonctionne de manière satisfaisante contribue à orienter la stratégie d'intervention et à assurer l'efficacité des opérations pour l'ensemble des acteurs clés du projet environnemental. Il constitue l'un des éléments de la gestion d'ensemble du projet où chaque étape du cycle du projet implique la réalisation de certaines tâches de S&E par des acteurs spécifiques.

De même, un plan opérationnel détaillé de S&E doit être préparé et argumenté clairement lors de la phase de démarrage du projet.

Enfin, le système de S&E devra lui-même être suivi et mis à jour régulièrement pendant toute la durée du projet (Désille et al., 2010).

### 1.2.1 Opérationnalisation des indicateurs de performance

Rappelons tout d'abord que les indicateurs fournissent des informations de S&E vitales pour la prise de décisions à chaque niveau et à chaque étape de l'exécution du projet. Un indicateur est donc une variable qui mesure un aspect du projet en terme de changement. Un indicateur est utilisé pour montrer les changements sur les progrès qu'un projet s'achève dans la réalisation d'un résultat spécifique. C'est donc une information qui fournit une indication pour la prise de décision.

On distingue cinq niveaux d'indicateurs (Rascol-Boutard et Amans, 2007) :

- *intrants* qui mesurent les ressources fournies pour exécuter les activités,
- *processus* qui mesurent les activités exécutées, ce sont des données quantitatives,
- *extrants* qui mesurent les produits ou les services offerts,
- *effets* qui mesurent le changement dans le comportement des bénéficiaires ainsi que l'atteinte des objectifs. Les effets mettent, également, l'accent sur les résultats immédiats ou à moyen terme du projet,
- *impacts* qui mesurent le résultat à long terme.

---

<sup>7</sup> Il est souvent nécessaire d'engager des actions de renforcement des compétences.

Un fois un indicateur est choisi de façon appropriée, il aura besoin d'être mieux défini pour être opérationnel. Dans ce contexte, des questions clés sont utiles pour une telle opérationnalisation (Rascol-Boutard et Amans, 2007):

- Sources des données et fréquence de leurs collectes
- Fréquence de traitement et d'analyse de l'indicateur
- Niveau d'agrégation dans le temps et l'espace
- Cible objective de l'indicateur qui a besoin d'être atteinte
- Seuil (valeur minimale ou maximale) pour lequel il faut déclencher une action
- Nature de la décision ou action quand le seuil est atteint

### ***1.2.2 Etapes de conception et de mise en place du système de S&E d'un projet environnemental***

La conception d'un système de S&E s'effectue généralement en six (06) étapes détaillées ci-après, au cours desquelles des tâches précises sont réalisées afin de répondre à des questions bien précises.

#### ***A. Définition des objectifs du système de S&E***

Une définition claire des objectifs du système de S&E envisagé permet de prendre plus facilement des décisions clés concernant : les besoins en matière d'information, le nombre d'indicateurs à suivre, les approches méthodologiques, le budget, le renforcement des capacités, l'allocation des ressources, le type de communication nécessaire, etc.

Cependant, définir des objectifs contribue à garantir que les résultats attendus du projet sont réalistes et permettent de : planifier les ressources, suivre et rendre compte de l'état d'avancement du projet par rapport aux objectifs définis et d'orienter la prise de décision.

Ainsi, au moment du démarrage du projet, il est primordial que cette réflexion soit approfondie par toutes les parties concernées. L'objectif du S&E du projet lorsqu'il est clairement défini permettra de préciser ce que l'on attend du système d'autant plus qu'en élaborant cet objectif, on est nécessairement amené à réfléchir sur la nature du projet et sur la nature des informations dont on aura besoin pour une gestion satisfaisante du projet (Oguniyi, 2008). Pour définir clairement l'objectif du système de S&E, il est conseillé de se poser la question suivante : Pourquoi avons-nous besoin de mettre en place un système de S&E ?

Une fois que tous les acteurs mis d'accord sur la même vision de l'objectif du système, il faudra préciser son champ d'application. En effet, compte tenu de la nature du projet, le S&E ainsi que des ressources et de l'expertise disponibles, les réponses aux questions suivantes aident à définir clairement le champ d'application du système de S&E :

- Quelle est l'importance du financement potentiel disponible ?
- Quel est le degré de participation souhaitable et faisable des parties prenantes ?
- Quel doit être le degré de détail des données quantitatives ou qualitatives ?
- Quel est le type d'étude de référence souhaitable et faisable ?
- Quelles sont les capacités actuelles des parties prenantes en matière de S&E ?

L'objectif de base du S&E d'un projet environnemental est de fournir les informations nécessaires pour assurer une gestion orientée vers l'impact et de faire participer les principaux partenaires au mécanisme de réflexion critique destiné à améliorer la mise en œuvre du projet. Il s'agit d'un projet où l'objectif central du système est de renforcer la capacité des acteurs et de gérer les ressources sur lesquelles ils ont un pouvoir décisionnel. Il leur fournira des informations et des analyses permettant d'identifier les progrès réalisés.

## **B. Collecte et gestion des données**

Après avoir défini les besoins du projet en matière d'informations, une collecte fiable et une bonne gestion des données doivent être mises en place afin d'être efficacement analysées et utilisées comme informations. La collecte et la gestion de données sont indissociables dans la mesure où le traitement des données commence au moment où celles-ci sont collectées (WMO, 2012).

Rappelons que les données se transforment en informations puis en connaissances sur lesquelles se basent les décisions (Boubaker, 2012). De même, les données sont de la matière brute qui n'a pas encore de signification. Leur synthèse et leur analyse ajoutent du sens et produisent de l'information. La connaissance apparaît lorsque l'information renvoie à une situation concrète qu'elle explique et dont elle tire des enseignements utiles à une décision (FIDA, 2002).

Les éléments clés de la collecte des données se résument en : un établissement d'un équilibre entre données quantitatives et qualitatives, une élaboration d'une méthode adéquate de recueil de données et, enfin, une analyse des données.

Ces trois éléments sont détaillés ci-après.

### **B.1. Etablissement d'un équilibre entre les données quantitatives et qualitatives**

Lors de la planification de la collecte de données, il est important de prévoir la quantité de données quantitatives et qualitatives qui seront utilisées. Le tableau suivant définit et compare les deux types de données.

**Tableau 1.3** - Comparaison entre données quantitatives et données qualitatives.

*Source : (WMO, 2012)*

<i>Données quantitatives</i>	Les données quantitatives s'appuient sur des nombres pour mesurer et expliquer (comptes, coefficients, pourcentages, proportions, scores moyens, etc.). Les méthodes quantitatives utilisent généralement des approches structurées (réponses codées aux enquêtes) qui fournissent des données précises pouvant être analysées du point de vue statistique et reproduites (répliquées) aux fins de comparaison.
<i>Données qualitatives</i>	Les données qualitatives s'appuient sur des mots pour mesurer et expliquer (rapports d'observations, descriptions de cas représentatifs, perceptions, jugements de valeur, etc.). Les méthodes qualitatives utilisent des techniques semi-structurées (observations et entretiens) pour permettre une

	compréhension en profondeur des attitudes, des croyances, des motivations et des comportements. Elles sont généralement plus participatives et reflètent mieux la réalité.
--	--

Les données quantitatives sont souvent considérées comme plus objectives et moins biaisées que les données qualitatives. Les données qualitatives ne représentent pas une mesure exacte de ce qui est étudié, les généralisations ou les comparaisons sont limitées, tout comme la crédibilité des observations et des jugements. Toutefois, les méthodes quantitatives peuvent être très coûteuses et peuvent exclure les explications et les perceptions des individus sur le *pourquoi* de quelque chose et ce que les gens en pensent.

Des débats récents (WMO, 2012) ont révélé qu'aussi bien les méthodes qualitatives que quantitatives avaient des caractéristiques subjectives (biaisées) et objectives (non biaisées). Par conséquent, il est souvent recommandé d'adopter une méthode mixte qui exploite les avantages des deux approches : les données quantitatives mesurent ce qui est arrivé et les données qualitatives examinent comment et pourquoi c'est arrivé. Les méthodes qualitatives peuvent, dès les premières phases d'un projet, mettre en évidence des problèmes qui seront ensuite examinés en profondeur à l'aide des méthodes quantitatives ou inversement.

### **B.2. *Elaboration des méthodes et outils spécifiques de collecte de données***

Plusieurs méthodes et outils de collectes de données sont disponibles<sup>8</sup>. Parfois, il faudra définir de nouvelles méthodes/nouveaux outils, mais, le plus souvent les méthodes/outils existants pourront être adaptés.

### **B.3. *Gestion de données***

La gestion des données fait référence aux processus et aux systèmes qu'un projet utilise pour stocker et gérer les données de S&E de manière systématique et fiable, ainsi que pour y accéder. C'est une composante essentielle du système de S&E qui relie la collecte des données à leur analyse et leur utilisation. Une mauvaise gestion des données entraîne des pertes de temps, d'argent et de ressources dues essentiellement au surplus de données.

### **C. *Analyse des données***

L'analyse des données est le processus par lequel les données collectées (brutes) sont transformées en informations utilisables. C'est une étape essentielle du processus de planification du S&E car elle conditionne l'information rapportée et la manière dont elle sera utilisée tout au long du cycle du projet.

---

<sup>8</sup> Ils sont synthétisés en annexe 2.



Les données analysées et la méthode utilisée sont en grande partie déterminées par les objectifs et les indicateurs de performance du projet. L'analyse des données doit être alignée sur les objectifs évalués, en respectant généralement les étapes suivantes (WMO, 2012) :

- *Préparation des données*, appelées souvent « réduction » ou « organisation » des données, consiste à convertir les données dans un format mieux adapté à l'analyse. Le format dans lequel les données sont enregistrées et communiquées peut jouer un rôle important dans l'organisation des données et le renforcement de l'analyse critique. Par exemple, un tableau de suivi des indicateurs peut être élaboré pour surveiller les résultats de l'indicateur, mais aussi pour enregistrer l'objectif prévu de l'indicateur et le pourcentage de l'objectif atteint. Ce qui permet de faciliter l'analyse critique de la variance (différence entre les objectifs prévus et les résultats réels).
- *Analyse des données* qui peut être descriptive ou interprétative. L'analyse descriptive consiste à mettre en évidence les principales constatations – situations, états et circonstances dévoilés par les données collectées – tandis que l'analyse interprétative contribue à donner un sens et une explication aux constatations et à établir entre elles une relation de cause à effet. L'analyse descriptive est axée sur ce qui s'est passé, alors que l'analyse interprétative cherche à expliquer pourquoi cela s'est passé – quelle(s) peu(ven)t être la/les cause(s). Ces deux types d'analyse sont interdépendants et utiles pour le compte rendu d'informations dans la mesure où l'analyse interprétative s'appuie sur l'analyse descriptive.
- *Validation des données* qui permet de déterminer s'il faut procéder à une autre analyse et quelle méthode sera employée.
- *Présentation des données* qui met en évidence les constatations et conclusions clés tirées des données. De nombreux formats peuvent être utilisés pour présenter les données, les descriptions écrites, les matrices/tableaux, les graphiques, les calendriers, les histogrammes ou diagrammes circulaires, la cartographie, les radars, les diagrammes de Venn, les calendriers/chronologies et les diagrammes causaux.

#### **D.** *Capitalisation de connaissances*

##### **D.1-** *Méthodes et modèles de la capitalisation de connaissances*

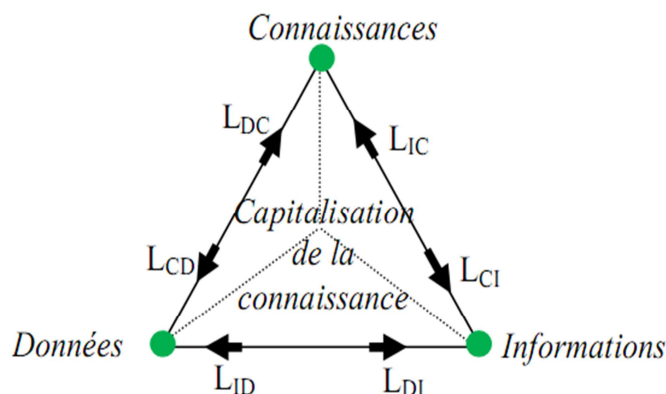
Il s'agit non seulement de traiter des moyens de conserver les connaissances créées dans les projets au cours de leur S&E, mais aussi de savoir comment s'assurer de leur mise à disposition pour les projets suivants. En d'autres termes il s'agit de l'exploitation de la connaissance acquise (Boubaker et al., 2010). Dans ce contexte, Matta et al. (1999) définissent une mémoire de projets comme une mémoire des connaissances et des informations acquises et produites au cours de la réalisation des projets. A ce propos, plusieurs approches de capitalisation des connaissances dédiées à la mémoire de projets ont été proposées (Matta et al., 1999). Des approches dont certaines des méthodes (IBIS, QOC, DRAMA et SAGACE) sont définies pour représenter les connaissances relatives à la prise de décision issue des réunions et des discussions menées dans

un projet. D'autres méthodes (DRCS et EMMA) fournissent des formalismes pour décrire les résultats intermédiaires et pour supporter la gestion d'un projet (l'organisation, le planning, etc).

D'autres approches (REX, MKSM, CYGMA, Atelier FX, Approche componentiel Framework et Common KADS) ont aussi été développées pour capitaliser les connaissances à partir de documents textuels, d'experts ou d'autres types de sources.

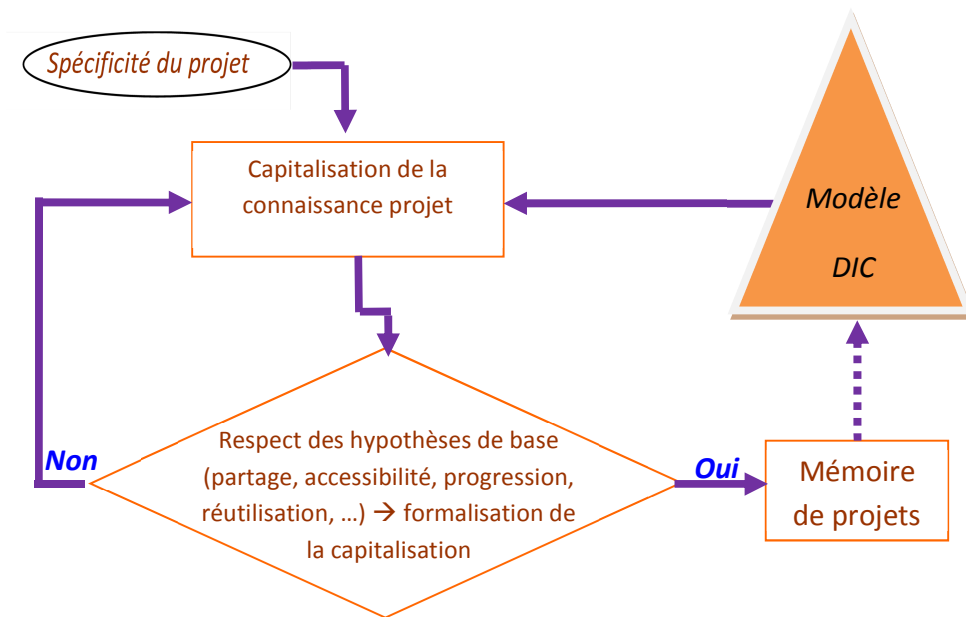
Les problèmes rencontrés dans un projet aussi bien en conception que lors S&E ainsi que leur résolution sont rarement formalisés en vue d'une utilisation ultérieure. Cette partie d'un projet est aussi importante à mémoriser que les caractéristiques d'un projet (contexte et résultats) et son organisation. Pour pallier cette carence, le modèle DIC (Boubaker et al., 2010) permet de mettre en avant, partant de leur création, les connaissances et les informations qui peuvent être réutilisées dans les projets.

C'est un modèle de capitalisation de la connaissance et un modèle support pour le développement de la mémoire de projet dont l'examen de la figure 1.3 montre que la procédure de développement de la mémoire projet est basée sur la capitalisation de la connaissance qui est un processus fondé principalement sur les acteurs impliqués dans la construction de la mémoire projet (Abel, 2008).



**Figure 1.3** - Modèle DIC pour la capitalisation de la connaissance d'après (Boubaker et al., 2010)

Cette capitalisation de la connaissance-projet est supportée à son tour par le modèle DIC. Ainsi, la procédure de construction de la mémoire projet est initialement du type mono-projet. C'est pour cette raison que le respect de certaines hypothèses s'avère nécessaire afin que la mémoire développée s'exploite utilement dans une procédure multi-projets (trait en pointillé dans la figure 1.4).



**Figure 1.4** - Procédure de développement de la mémoire de projet supporté par le modèle DIC d'après (Boubaker et al., 2012).

Dans le contexte du S&E des projets environnementaux, le modèle DIC a pour principal objectif la capitalisation de la connaissance environnementale traduite par la création puis l'exploitation de la connaissance environnementale à des fins de transfert et de mémorisation de cette connaissance. En effet, les savoirs de l'entreprise exprimés par les connaissances explicites et les savoirs-faire, exprimés par les connaissances tacites sont à la base de la gestion de l'entreprise et notamment la gestion des questions environnementales afin d'améliorer les performances du management de projet.

Rappelons que les données environnementales peuvent être présentées par des indicateurs environnementaux tels que les indicateurs de suivi et à leur tour ces indicateurs peuvent être interprétés par des critères d'évaluation.

Lors du suivi, ces indicateurs sont référenciés soit aux normes, réglementations (valeurs retenues par l'entreprise) soit à des valeurs retenues par la prise de décision constituant un référentiel du projet. Et le traitement de ces informations lors de l'évaluation en utilisant certaines méthodes d'évaluation (ou méthodes d'aide à la décision) constituent un support de connaissances.

Les informations qui découlent de cette comparaison lors du suivi et de l'exploitation des informations lors du développement permettent de décrire une situation de réalisation du projet vis à vis de l'environnement. Cette situation environnementale caractérisée par des valeurs qualitatives et quantitatives, permet de créer des connaissances et de faire le point sur l'action du décideur.

Ces connaissances environnementales vont permettre une meilleure intégration des préoccupations de l'environnement et la capitalisation de la connaissance environnementale à travers le model DIC. Ce modèle, nous permet, non seulement de créer des projets assignés à l'environnement dont la finalité est une meilleure maîtrise des risques environnementaux, mais également de créer de nouvelles connaissances permettant leur exploitation dans l'aide à la décision, et leur conservation constitue un mémoire de connaissances de projet.

### **D.2- Apport des méthodes d'aide à la décision pour la capitalisation de connaissances**

Les méthodes et les outils d'aide à la décision permettent d'apporter des réponses pertinentes à des problématiques diverses mettant en œuvre plusieurs choix possibles (Mazouni, 2009) pour une meilleure approche du management des risques : De la Modélisation Ontologique du Processus Accidentel au Système Interactif d'Aide à la Décision.

Ces méthodes d'aide à la décision sont des outils ayant une démarche méthodologique sous forme d'une chaîne (succession d'étapes) complète de traitement de l'information utile à la décision, dans le cadre de l'évaluation des scénarios en management de projet. D'où le couplage de méthodes d'aide à la décision et capitalisation de connaissances.

### **D.3- Apport de l'ingénierie de la connaissance pour la capitalisation de connaissances**

L'ingénierie de la connaissance fait partie de la gestion de la connaissance (donc de sa capitalisation). Elle se distingue par son recours à l'ingénierie de systèmes complexes intelligents tels que (Darses et Falzon, 1996) : les systèmes experts, le datamining, l'intelligence artificielle, etc.

Il est important de signaler que les échecs qu'ont connus les systèmes experts et avec l'arrivée de l'internet, l'ingénierie de la connaissance a connu des évolutions multiples. C'est le cas par exemple de : l'évolution vers une ingénierie documentaire (Guyot, 2012), l'évolution vers de nouvelles ontologies permettant une meilleure restitution des systèmes de base de connaissances (Deniau, 2003) et de l'usage de nouvelles approches en matières de capitalisation des connaissances associées à la conception de produits : ingénierie concurrente et ingénierie collaborative appelée également co-conception (Darses et Falzon, 1994).

Dans ce contexte, nous détaillerons dans les chapitres trois et quatre, notre contribution en matière d'ingénierie collaborative.

## **Conclusion**

*Tout au long de ce chapitre, l'intérêt s'est porté essentiellement sur les principales notions associées aux projets environnementaux ainsi que sur les systèmes de S&E, même apparus récemment ont fait désormais partie intégrante du management de projet, occupe une place de choix et remplissent diverses fonctions à savoir la mesure de la performance de ces projets, outil de gestion...*

*Dans le but de proposer des procédures de suivi et d'évaluation et créer un système de gestion qui servira de plate-forme d'anticipation et d'aide à la décision, nous avons élaboré une démarche d'optimisation contenue dans le chapitre quatre, supportée par des méthodes et des outils de suivi et d'évaluation et présente un potentiel de réussite dans les projets environnementaux.*

*Et afin d'affiner d'avantage le concept de S&E, nous nous focalisons dans le chapitre suivant sur les méthodes d'aide à la décision pour l'évaluation des projets environnementaux.*

# 2

## À propos des méthodes d'aide à la décision pour l'évaluation de la performance des projets environnementaux

*L*e choix de la meilleure décision, faisant intervenir plusieurs points de vue, constitue un défi pour les managers de projets. Afin d'aider ces managers dans la prise de décision en environnement imprécis et/ou incertain, plusieurs méthodes d'usage courant sont disponibles.

*En management de projets, ces méthodes permettent d'intégrer un ou plusieurs critères tant qualitatifs que quantitatifs afin d'évaluer et de sélectionner les projets. S'intégrant dans ce contexte, l'objectif de ce chapitre consiste en une présentation de façon synthétique des méthodes de sélection et d'évaluation de projets qui constituent un outil d'accompagnement à la planification et à la préparation du plan d'évaluation et par conséquent à la prise de décision.*

*Cette synthèse méthodique d'aide à la décision pour l'évaluation des projets environnementaux sera cadrée, logiquement, par un rappel succinct des principaux concepts associés à l'évaluation de projets.*

### **2-1. De la notion d'aide à la décision à la notion d'évaluation de projets environnementaux**

D'après Ketele & Chastrette (1988) l'évaluation « est le processus qui consiste à recueillir un ensemble d'informations pertinentes, valides et fiables, puis à examiner le degré d'adéquation entre cet ensemble d'informations et un ensemble de critères choisis adéquatement en vue de fonder la prise de décision .... Évaluer c'est simultanément porter un jugement sur le

*résultat d'une mesure, donner une signification à ce résultat par rapport à un cadre de référence, un critère, une échelle de valeur et tout ceci dans le but de prendre une décision».*

L'évaluation de projet est donc (Mellal & al., 2011):

- Une appréciation périodique de l'efficience, de l'efficacité, de la durabilité et de la pertinence d'un projet dans le contexte des objectifs fixés. Elle est généralement entreprise sous forme d'examen indépendant du contexte, des objectifs, des résultats, des activités et des moyens déployés, dans le but de tirer des leçons pouvant aider à la prise de décision future. L'évaluation cherche, par conséquent, à déterminer aussi systématiquement et objectivement que possible la pertinence, l'efficience et l'effet d'un projet, en fonction de ses objectifs.
- La cueillette et l'analyse systématiques de l'information sur le rendement réel d'un projet. Elle vise à analyser la pertinence, ses progrès, son succès et son efficacité en fonction du coût. L'évaluation compare les résultats prévus avec les résultats réels obtenus par un projet. C'est un outil qui permet de faire un diagnostic (BTA, 2005).

L'objectif de l'évaluation de projets est de fournir aux décideurs des outils leur permettant de progresser dans la résolution de problèmes décisionnels faisant intervenir plusieurs points de vue généralement contradictoires. Il n'est, dès lors, plus question de découvrir des solutions optimales, des décisions les meilleures selon chacun des points de vue, mais d'aider le décideur à dégager une ou plusieurs solutions de compromis, en accord avec son propre système de valeurs.

Donc, définir des objectifs concrets est l'une des étapes cruciales de l'élaboration d'un projet et de la mise en œuvre de l'évaluation. Le manque de clarté des objectifs provoque généralement une perte de contrôle du projet. En conséquence, ils doivent toujours être les plus clairs possibles et être mis par écrit ou explicités à l'ensemble des partenaires du projet.

Pour une bonne collaboration entre ceux qui évaluent et les différents acteurs du projet, l'évaluation aura lieu dans les buts de fournir un éclairage au processus de décision, d'optimiser l'utilisation des ressources tant humaines, que techniques et financières, et enfin d'encourager et de soutenir les nouveaux projets innovants.

Selon le type d'évaluation qu'il s'agit, les objectifs visés ne seront pas les mêmes. À titre d'illustration, l'évaluation en amont a pour objet de mettre l'accent sur les retombées potentielles des projets aussi bien économiques que scientifiques, aussi bien directes qu'indirectes. Cette évaluation concerne donc la formalisation et la définition des projets en termes de décisions stratégiques. Par contre, l'évaluation en aval est souvent axée sur le bilan, les résultats obtenus et l'analyse de la façon dont les ressources et les moyens ont été affectés à un projet.

Ces deux types d'évaluation de projets sont souvent complétés par une évaluation intermédiaire dont l'intérêt réside dans le fait qu'elle est interactive avec l'évolution du projet et constitue de ce fait un outil de gestion pour les décideurs. En effet, selon Saadi & al. (2011), l'évaluation

intermédiaire du projet consiste en une matérialisation de l'allocation de l'objectif projet en sous-objectifs.

Évidemment et quel que soit le type d'évaluation du projet (en amont, pendant ou en aval), cette évaluation nécessite l'élaboration des critères d'évaluation qui sont définis par des expressions qualitatives sur une échelle ordinale ou quantitatives sur une échelle cardinale permettant de juger la conséquence, désignée aussi par le terme de performance, d'une variante (ou action potentielle) vis-à-vis d'un objectif ou d'une contrainte, tous deux relatifs au projet considéré (Sayagh, 2007).

Les critères d'évaluation de projets peuvent être relatifs aux caractéristiques intrinsèques du projet et/ou à ses retombées socio-technico-économiques. Néanmoins, certains critères semblent parfois incontournables. Il s'agit notamment de l'efficacité, l'efficacités, l'impact, la viabilité, et la pertinence du projet considéré.

Dans le tableau suivant, une explication de ces différents termes est effectuée afin de fournir un éclairage sur ces différentes notions.

**Tableau 2.1** – Principaux critères d'évaluation de projets d'après (Kébé, 2006 ; Gret, 2006).

<i>Critères</i>	<i>Signification</i>
<p>Efficiences</p> <p>Efficacités</p>	<p>Elle mesure les résultats aussi bien qualitatifs que quantitatifs par rapport aux ressources.</p> <p>L'efficacité s'intéresse alors à l'optimisation des moyens mobilisés par le projet, et donc en général, aux rapports coûts/efficacité de ses réalisations (infrastructures ou services).</p> <p>Il convient de distinguer la notion d'efficacité par rapport à celle d'efficacités car cette dernière va au-delà de la question du moindre coût et vise à déterminer si les résultats obtenus correspondent bien aux objectifs assignés. Donc et pour ce qui est de l'efficacités, il s'agit de mesurer le degré de réalisation des objectifs du projet ou de déterminer si ces objectifs devraient normalement être atteints d'après les résultats obtenus.</p>
Impact	C'est la mesure des effets directs, indirects, économiques, sociaux, techniques ou environnementaux des résultats du projet.
Pertinence	Ce critère examine l'adéquation entre les objectifs d'un projet et les moyens. Il s'agit, d'une part d'éviter le surdimensionnement coûteux et d'autre part de se donner les moyens d'atteindre un certain niveau de satisfaction, ou même plus simplement de garantir la faisabilité du projet.
Viabilité	C'est la durabilité ou la reproductibilité du projet. Elle s'attache aux effets à long terme du projet et à la plus ou moins grande pérennité de ses résultats et de ses effets.



Cohérence	Il s'agit de s'interroger sur la stratégie et les méthodes : les moyens, les activités, les résultats attendus vont-ils permettre d'atteindre les objectifs visés ? Sont-ils cohérents les uns avec les autres (cohérence interne) ? Sont-ils adaptés au contexte du projet (cohérence externe) ?
-----------	---

Un bref commentaire de ces critères :

- La pertinence et la cohérence d'un projet dépendent pour l'essentiel de sa conception et des principaux choix stratégiques préalables à sa mise en œuvre. L'examen de ces deux critères demande du recul. Il est plutôt du domaine de l'évaluation, mais doit s'appuyer sur des données récoltées par le suivi ;
- Lorsque sa conception est cohérente, l'efficacité et l'efficience de l'action dépendent avant tout de sa mise en œuvre. Leur appréciation continue est du domaine du suivi. L'évaluation peut en faire la synthèse, mais ne peut pas s'y substituer ;
- L'impact et la viabilité d'un projet ne peuvent s'apprécier qu'à posteriori de ses résultats. La mesure du premier nécessite des études spécifiques qui permettent de comparer des situations « avant/après » ou « avec/sans » l'action du projet.

## **2.2.Méthodes d'évaluation de projets environnementaux (ou d'aide à la décision)**

En fonction des conditions d'évaluations, de la nature et de la disponibilité des informations relatives au projet à évaluer, plusieurs méthodes d'évaluation existent aujourd'hui. Elles peuvent être regroupées en deux grandes familles (Mellal et Djebabra, 2011) : les méthodes monocritères (ou empiriques), et les méthodes multicritères (ou des scores).

### **2.2.1. Méthodes monocritères**

Appelées également méthodes empiriques, cette famille de méthodes d'évaluation est subdivisée en trois catégories : les méthodes de sélection basées sur des ratios (ou des indices de performance), les méthodes de sélection issues du calcul d'actualisation et les méthodes matricielles.

#### **A- Méthodes de sélection basées sur des ratios (ou indices de performance)**

Ce sont des méthodes à dominante financière (Kébé, 2006). Elles sont conçues pour déterminer au préalable l'enveloppe globale (financière ou budgétaire) du projet. Une synthèse de ces méthodes est fournie par le tableau suivant.

**Tableau 2.2** – Extrait d’une synthèse de méthodes basées sur des ratios.

Méthodes	Principe de la méthode	Commentaire
Ratios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R_1 = \frac{\text{Coût total d'un projet}}{\text{Valeur ajoutée d'un projet}}</math></li> <li>• <math>R_2 = \frac{\text{Coût total d'un projet}}{\text{Coût total des projets de la même catégorie}}</math></li> <li>• <math>R_3 = \frac{\text{Valeur ajoutée d'un projet}}{\text{Valeurs ajoutées des projets de la même catégorie}}</math></li> </ul>	La primauté de l’aspect financier au détriment de l’aspect technique et commercial.
Indices	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>I_1 = \frac{\text{Valeur espérée d'un projet}}{\text{Investissement juste nécessaire}}</math></li> <li>• <math>I_2 = \frac{\text{PRT} \times \text{PRC} \times \text{VA} \times \sqrt{\theta}}{\text{Coût du projet}}</math></li> <li>• <math>I_3 = \frac{\text{VExPR}}{\text{Coût du projet}}</math></li> </ul> <p>Dans <math>I_2</math> : PRT est la Probabilité de Réussite Technique            PRC est la Probabilité de Réussite Commerciale            VA est la Valeur Ajoutée du projet  <math>\theta</math> est la durée de vie du projet</p> <p>Dans <math>I_3</math> : VE est la valeur des économies due au projet ou au revenu procuré par l’investissement du projet.            PR probabilité de succès du projet.</p>	Ces méthodes ne prennent pas les valeurs financières en fonction du temps

Dans le tableau 2.2, les ratios  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  relatent l’aspect coût global de projets. Ces trois ratios n’ont pas de libellés. D’autres, tel est le cas d’indices  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$  sont connus sous les noms de : *désirabilité* ou *score index* pour l’indice  $I_1$ , *PACIFIO* pour l’indice  $I_2$  et *OSLEN* ou de *revenu* pour  $I_3$ .

D’une manière générale, ces indices, qui sont exprimés sous forme de ratios ou indices, sont le fruit d’estimations personnelles par des expérimentés en la matière. Cependant et mise à part la simplicité de la formulation de ces méthodes, deux critiques majeures sont énoncées envers ces méthodes (Kébé, 2006) : la subjectivité des estimations et la primauté de l’aspect financier au détriment de l’aspect technique. De plus, l’aspect stratégique n’est pas pris en compte dans ce type de méthodes.

**B-** *Méthodes basées sur le calcul d’actualisation*

Ces méthodes sont basées soit sur le principe de l’autofinancement actualisé soit sur le taux interne de rentabilité économique (Kébé, 2006).

Le tableau suivant fournit un extrait de ces méthodes:

**Tableau 2.3** – Extrait d’une synthèse de méthodes basées sur le calcul d’actualisation.

<i>Méthode</i>	<i>Caractéristiques et Principe de la méthode</i>	<i>Commentaires</i>
DISMAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode conçue au départ pour sélectionner des projets dans l’industrie chimique.</li> <li>- Le principe consiste à maximiser la valeur actuelle nette (P) en tenant compte de leur chance de réussite technique (<math>R_t</math>) et de leur chance de réussite commerciale (<math>R_c</math>) :</li> </ul> $P = \frac{R_t \times R_c \times \sum C_i}{(1+r)^i} ;$ <p>Avec : <math>C</math> = revenu total à la fin de chaque année  <math>r</math> = taux de rentabilité désiré  <math>i = 1.. n</math></p>	La difficulté majeure réside dans la détermination des probabilités de succès commercial et technique.
HESS	<p>Méthode dynamique permettant d :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D’intégrer les opérations monétaires.</li> <li>- D’effectuer une programmation dynamique en fonction de la variation du <b>taux d’actualisation</b> et de la durée de vie du projet.</li> <li>- De calculer la valeur actuelle nette (P) par l’expression suivante :</li> </ul> $P = \int_0^n C(t)e^{-jt} dt$ <p>Où C(t) est la valeur ajoutée du projet i dans le temps et j étant le taux d’actualisation instantané.</p>	L’intérêt majeur de cette méthode réside dans la prise en compte du facteur temps pour l’évaluation des projets. Cependant, les contraintes techniques sont toujours omises.
Coût-Valeur ou Analyse Coût-Bénéfice (ACB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détermination de l'ensemble des facteurs de sensibilité du projet et la détermination à priori de l'impact de leurs modifications en cours de route sur la réussite du projet.</li> <li>- Donnée par le rapport entre les bénéfices directs et indirects du projet aux coûts également directs et indirects <b>actualisés</b> :</li> </ul> $B/C = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} Bt(1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^{t=n} Ct(1+i)^{-t}} ;$ <p>Où :</p> <p><math>Bt</math> est les bénéfices du projet pendant la période t.  <math>Ct</math> est les coûts du projet pendant la période t.  <math>i</math> est le taux d’actualisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité de prise en compte de contraintes : techniques, sociales, économique, organisationnelles et réglementaires.</li> <li>- Difficultés d’évaluation des bénéfices.</li> <li>- Elle peut servir d’aide à un grand nombre de décisions stratégiques.</li> </ul>

Dans le tableau ci-dessus, il est important de noter que l'Analyse Coût-Bénéfice (ACB) permet de compléter les méthodes précédentes basées sur le calcul d'actualisation.

### C- Méthodes matricielles

Ces méthodes sont à l'origine d'une démarche macro-économique et ont pour objectif de représenter sous forme matricielle la contribution d'un projet en ce qui concerne la valeur commerciale d'un produit, d'une procédure ou d'un service ainsi que la valeur commerciale du projet lui-même.

Les méthodes matricielles sont des méthodes qualitatives nécessitant l'expression de plusieurs critères afin de définir le profil de chaque projet (Udisubakti, 2000). Ce sont des méthodes issues de la théorie de décision et peuvent être scindées en deux familles de matrices (tableau 2.4) : les matrices d'analyse qui se focalisent sur l'analyse économique des projets et les matrices de décision plus connues sous le nom de grilles d'appréciation.

**Tableau 2.4** – Synthèse de méthodes matricielles

Méthode	Caractéristiques et Principe de la méthode	Commentaires
matrices d'analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode conçue pour évaluer les retombées d'un projet.</li> <li>- L'évaluation se fait par le produit de deux matrices : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dans la première matrice, figurent les résultats des actions du projet à partir de leurs influences sur un ensemble de facteurs relatifs aux attributs du projet.</li> <li>✓ Dans la deuxième matrice, l'objectif serait de déterminer les effets économiques des résultats du projet.</li> <li>✓ L'inversion du produit de ces deux matrices permettrait de détecter les meilleures actions à entreprendre.</li> <li>✓ La diagonalisation de la première matrice permettrait de hiérarchiser les difficultés des actions du projet.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ces matrices présentent des insuffisances pour asseoir la décision.</li> <li>- La diagonalisation de la première matrice permettrait de hiérarchiser les difficultés des actions du projet.</li> </ul>
Matrices de décision	<p>La Méthode consiste à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Énumérer les critères relatifs à l'évaluation,</li> <li>✓ Pondérer chaque famille de ces critères par un consensus unanime des évaluateurs,</li> <li>✓ Effectuer un classement des projets,</li> <li>✓ Comparer les classements deux à deux à l'aide de l'indice de SPEARMAN:</li> </ul> <p>Le degré de corrélation du classement de l'expert A par rapport à l'expert B est égal à <math>\frac{1 - 6 \sum d_i^2}{n(n-1)}</math></p> <p>Avec : <math>d_i</math> : différence absolue entre deux classements  n : nombre de projets à classer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette méthode nécessite une quantité d'informations difficiles à réunir surtout lors de l'évaluation en aval.</li> <li>- Cette méthode est connue également sous l'appellation PROFILE (PROgrammed Functional Indices for Laboratory Evaluation).</li> </ul>

### 2.2.2. Méthodes multicritères

Appelées également méthodes des scores, ces méthodes nécessitent au préalable qu'une liste de projets ou solutions potentielles soit dressée, ainsi que des critères soient définis et pondérés pour un total de 100%. Juger ensuite chacun des projets par rapport à chacun des critères, Agréger ces jugements et enfin attribuer une note globale à chaque solution ou projet, qui permet de le classer par rapport aux autres projets. Une échelle préalablement définie permet à l'utilisateur de faire la notation.

La majeure différence qui existe entre les méthodes d'analyse multicritère réside dans la façon de pondérer les critères et d'agréger les résultats de l'analyse pour choisir la solution optimale (Lehoux et Vallée, 2004 ; Delvecchio, 2006). De ce fait, les méthodes d'agrégations multicritères peuvent être divisées en trois catégories (tableau 2.5) : méthodes avec agrégation complète, méthodes avec agrégation partielle et méthodes avec agrégation locale.

**Tableau 2.5** – Extrait de méthodes multicritères

<i>Catégorie</i>	<i>Méthodes</i>	<i>Principe de la méthode</i>	<i>Commentaires</i>
Agrégation complète	Somme pondérées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour une matrice de profits :  <math>a = \max_i \sum_{j=1}^m e_{ij} p_j</math> ; avec <math>i = 1..n</math>            a: valeur globale d'une action ou projet</li> <li>- Pour une matrice de coûts :  <math>a = \min_i \sum_{j=1}^m e_{ij} p_j</math> ; avec <math>i = 1..n</math></li> </ul>	Méthode idéale pour les problèmes à une seule dimension.
	Produits pondérés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaque alternative comparée aux autres en multipliant des ratios (un pour chaque critère) :</li> </ul> $R\left(\frac{a_K}{a_L}\right) = \prod_{j=1}^m \left(\frac{a_{Kj}}{a_{Lj}}\right)^{p_j}$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>m = Nombre de critères de décision</li> <li><math>a_{ij}</math> = Valeur de l'alternative i pour critère j</li> <li><math>p_j</math> = Poids du critère j</li> </ul>	Méthode similaire à la somme pondérée mais avec utilisation des produits au lieu des sommes (Ounnar, 1999).
	Processus de hiérarchie analytique (AHP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décomposition d'un problème complexe en une structure hiérarchique (niveaux)</li> <li>- Effectuer les combinaisons binaires</li> <li>- Plusieurs matrices requises</li> <li>- Calcul des vecteurs (poids, priorités)</li> <li>- Pratique pour des critères intangibles</li> <li>- Meilleure alternative : <math>A = \max_i \sum_{j=1}^m e_{ij} x p</math> avec <math>i = 1..n</math></li> </ul>	Décomposition du problème complexe et examen en plusieurs niveaux

	<p>Théorie de l'utilité multi attribut (MAUT)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche à mesurer l'utilité totale qui peut être tirée de chacune des actions potentielles</li> <li>- Elle est obtenue en combinant les utilités élémentaires ou partielles que présente cette action aux yeux des différents critères</li> <li>- L'utilité totale <math>U_A(x_1, x_2, \dots, x_n)</math> associée à l'action à évaluer sur les critères 1, 2, ..., n peut être obtenue selon une formule additive : <ul style="list-style-type: none"> <li><math display="block">U_a(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(x_i(a))</math></li> <li>ou multiplicative :</li> <li><math display="block">U_a(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \alpha_i + \beta_i u_i(x_i(a))</math></li> </ul> </li> </ul> <p><math>u_i(x_i(a))</math> : utilité générée par rapport au critère i si l'action a considérée a la performance <math>x_i</math>  <math>p_i</math>, <math>\alpha_i</math> et <math>\beta_i</math>: poids du critère i</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La difficulté principale de cette méthode réside dans la complexité d'estimer la fonction d'utilité.</li> <li>- Évite de pondérer arbitrairement les critères.</li> </ul>
Agrégation partielle	Electre	Appelée également méthode de sur classement, Electre permet de calculer les indices de concordance et de discordance, de définir leur seuil afin de classer les solutions par ordre de priorité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette méthode est plus fiable que les méthodes de pondérations simples (sommées et produits pondérés).</li> <li>- Cette méthode s'est développée au fil du temps en plusieurs versions (II, III et IV).</li> </ul>
	Autres méthodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prométhée I et II</li> <li>- Melchior</li> <li>- Qualifex</li> <li>- Oreste</li> <li>- Regim</li> <li>- Naiade</li> </ul>	

Agrégation locale et itérative	Méthode des Cônes d'amélioration	L'idée consiste à choisir les points préférables d'un ensemble correspondant à des actions potentielles. On sélectionne les points préférables qui forment un cône. On choisit un point dans ce cône et on recommence la procédure jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'amélioration possible.	Ces méthodes ont pour but de chercher en premier lieu une solution de départ. Par la suite, on procède à une recherche itérative pour trouver une meilleure solution. En plus des méthodes citées ci-contre, il y a lieu de rappeler également la méthode Branch and Bound et la méthode Tabou.
	Goal programming	On fixe d'abord pour chaque critère la valeur de l'évaluation que l'on désire avoir. Pour chaque action, on détermine pour quel critère l'évaluation est la plus éloignée de la cible (donc le critère le moins respecté). L'action étant la moins à l'écart est la meilleure.	

L'examen du tableau précédent montre que les méthodes multicritères permettent d'agrèger plusieurs critères avec l'objectif de sélectionner une ou plusieurs actions. En management de projets, la divergence des Objectifs-Projets nécessite la recherche d'une solution des meilleurs compromis possibles. D'où l'intérêt des méthodes multicritères.

Les méthodes sommes et produits pondérés sont également appelées méthodes de pondération simples que l'on utilise lorsqu'on est confronté à un problème d'agrégation multicritères (Venderpooten, 2008). Notons que dans le cas où les critères sont qualitatifs, les paramètres sont évalués subjectivement moyennant une échelle subjective (par exemple : faible, moyen et élevé). On essaye ensuite de transformer ces notes en un score dans une échelle numérique appropriée (Mellal & al., 2009) : 1 pour faible, 2 pour moyen et 3 pour élevé.

Les méthodes de pondération simples permettent d'évaluer les solutions vis-à-vis de chaque critère séparément. Le résultat d'analyse est une liste de priorités qui montre le classement des solutions selon cette analyse. L'avantage des méthodes de pondération simple réside dans leur simplicité. Cependant, les principales limites concernent en particulier, la sensibilité des résultats vis-à-vis de la manière de normaliser les  $a_{ij}$  et l'effet d'une sommation ou d'un produit, ainsi que l'attribution arbitraire du poids relatif.

La méthode AHP, qui procède par décomposition d'un problème complexe de décision en un ou plusieurs niveaux de détails hiérarchiques, a comme avantage de mesurer la cohérence des

comparaisons effectuées par le décideur aux différents niveaux d'hierarchisation (Guesdon, 2011).

Enfin et en comparaison des méthodes d'agrégation complète, les résultats des méthodes d'agrégation partielles sont parfois peu clairs car ils sont basés sur une analyse du graphe des relations qui est difficile et complexe. De plus, le nombre d'opérations de comparaisons à réaliser sur chaque paire de variantes (pour n variantes, on a n. (n-1) comparaisons à réaliser) peut se révéler considérable en présence de nombreuses variantes (Sayagh, 2007).

### 2.3. Méthodes d'aide à la décision dédiées aux projets environnementaux : cas de projets d'infrastructures routières

Dans le domaine des projets d'infrastructures routières, les critères peuvent être nombreux et il est nécessaire de les regrouper en familles de critères notamment afin de faciliter l'appréciation de leur importance relative par le décideur (Tille, 2000). Il est en effet plus facile de procéder à une pondération sur six ou sept critères que sur une vingtaine de critères.

Le choix de ces derniers doit être cohérent. Cette cohérence est vérifiée si les trois conditions (exhaustivité, cohérence et indépendance) sont respectées (Sayagh, 2007).

Du point de vue de l'évaluation et de la sélection de projets publics en général nous pouvons classer ces méthodes par deux types principaux (Udisubakti, 2000 ; Chen et Zedek, 2005) : méthodes financières gouvernées par la notion de rentabilité du point de vue de l'entrepreneur privé (rentabilité financière ou des profits) et méthodes économiques gouvernées par la notion de rentabilité du point de vue de la collectivité (exemple : réduction du nombre d'accidents, aménagement du territoire...).

Ces méthodes sont résumées par le tableau suivant.

**Tableau 2.6** – Synthèse des méthodes financières et économiques

Catégorie	Méthodes	Principe de la méthode	Commentaires
Méthodes financières	Valeur Actuelle Nette (VAN)	VAN ou bénéfice net actualisé est la somme actualisée, au taux d'actualisation du plan (état) des avantages monétarisés du projet, diminuée de toute dépenses d'investissement, d'entretien et d'exploitation, actualisées à la même date. Le critère de choix d'un projet consiste à ne retenir que ceux qui ont le plus grand bénéfice actualisé.	Cette méthode (critère) est normalement la meilleure, mais elle dépend du taux d'actualisation.



	Taux de Rentabilité Interne	Cette méthode est appelée également méthode du taux d'actualisation. Suivant son principe, les projets à retenir sont ceux dont le taux de rentabilité égale ou dépasse le taux d'actualisation du Plan (état).	Cette méthode a l'avantage d'être pratique et indépendant dans son calcul du taux d'actualisation.
	Taux de Rentabilité Immédiate	Ce taux est le rapport entre le bénéfice de la première année d'exploitation du projet et le coût économique d'investissement.	Cette méthode permet de déterminer la date optimale de mise en service du projet.
Méthodes économiques	Productivité Marginale Sociale (PMS)	Le PMS est fourni par : $PMS = \frac{V}{K} - \frac{C}{K} + \frac{R.B}{K}$ Avec : K = Coût de l'investissement initial V = Valeur du produit au prix du marché + valeur ajoutée indirecte - coût de la matière première importée. C = Coût total de financement (main d'œuvre, matières premières locales, amortissement) B = économies de devises résultant de l'investissement R = Coefficient de pondération.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les éléments V, C et B sont calculés pour une année.</li> <li>- Les trois termes de la forme représentent respectivement les effets d'expansion, de coût et de balance.</li> <li>- La méthode de la PMS est de retenir les projets qui maximisent cette fonction.</li> </ul>
	Méthode Coûts - Avantages	Appelée également « Coûts – Bénéfices », cette méthode fait intervenir les avantages et les coûts d'un investissement de transport pour la collectivité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les coûts comprennent le montant d'investissement auquel on ajoute les charges d'exploitation ou frais généraux.</li> <li>- Les avantages peuvent être directs (réduction des frais d'exploitation et autres gains en terme de temps, de sécurité, ...) ou indirects (trafic induit, aménagement du territoire, ...).</li> </ul>

	Méthode des Effets	<p>Sa formulation consiste à trouver l'activité « i » telle que l'expression <math>\sum_j X_{ij}p_{ij}</math> soit maximale.</p> <p>Avec :</p> <p><math>X_{ij}</math> = produits nets de j dûs à i  <math>p_{ij}</math> = probabilité création de l'industrie (ou activité) j après implantation de l'activité i.  j = industrie ou activité née de la création de l'activité i.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette méthode a été élaborée pour sélectionner des projets de production dans les pays en voie de développement.</li> <li>- Elle peut être utilisée pour apprécier des projets d'infrastructures de transport. Elle cherche, donc, à évaluer l'ensemble des conséquences d'un investissement sur l'économie nationale. Celles-ci peuvent se traduire par des effets directs (modification des revenus, ...) et par impacts indirects sur les autres secteurs de l'économie.</li> </ul>
--	--------------------	--	---

L'examen du tableau précédent montre que les méthodes économiques et financières relèvent de la catégorie des méthodes monocritères développées précédemment dans ce chapitre.

Certes, les méthodes multicritères évoquées dans ce chapitre traitent de manière équivalente des critères objectifs quantifiables (cas du bilan financier, par exemple) et des critères subjectifs (cas de l'environnement, par exemple). Cependant, dans les pays en voie de développement (à l'image de l'Algérie), ce sont les méthodes monocritères qui sont les plus déployées sur le terrain.

À notre avis, l'avantage des méthodes qui relèvent de la catégorie monocritères est celui de bien poser le problème au début de l'analyse projets (Coûts-Projets ?, par exemple). Car, c'est la façon de poser le problème qui crée l'existence et la nature d'une solution. Étant donné qu'il y a toujours un critère considéré comme contrainte qui prime au détriment des autres en fonction des objectifs projets.

## **Conclusion**

*La sélection ou l'évaluation des projets présente un problème multicritères et multi-objectifs dont les dimensions peuvent être qualitatives et quantitatives.*

*De plus, certains projets présentent des enjeux et des complexités tels que leur mise en œuvre nécessite une évaluation et un processus de décision bien conçu. Cette problématique est installée aussi bien dans le secteur privé que public et aux différents niveaux hiérarchiques.*

*Pour mener à bien une décision d'une vision synthétique, nous avons présenté, de manière succincte, les principales méthodes d'évaluation et de sélection de projets qui constituent des outils d'aide à la décision. Dans ce contexte, les méthodes retenues dans cette étude ont été classées en méthodes monocritères et multicritères. Cette classification est intéressante, à notre avis, sur deux plans : le premier est celui de la présentation des méthodes et leur catégorisation en grandes approches et le second est celui du choix de la méthode à utiliser.*

*Afin d'illustrer nos propos pour ce qui est du choix des méthodes d'évaluation de projets, signalons qu'un décideur face à un problème ou un besoin, dispose de plusieurs méthodes. Pour choisir une de ces méthodes, le décideur prend en compte un ou plusieurs critères pour juger ces projets. En premier lieu, son choix portera sur une approche monocritère où des méthodes d'optimisation classiques basées sur la définition d'une fonction unique (souvent exprimée en terme économique –monétaire-), constituent des outils d'aide à la décision. Si aucune action n'est la plus performante pour tous les critères (cas de plusieurs critères), et si les critères sur lesquels sont jugés ces projets ou actions sont conflictuels, les méthodes multicritères d'évaluation et de sélection peuvent aider à la décision.*

*C'est cette stratégie de choix progressive entre les méthodes monocritères et multicritères qui nous a motivé à retenir dans la suite de notre travail une méthode monocritère (méthode ACB) et une méthode multicritère (ELECTRE), afin d'aider, non seulement, les décideurs dans l'évaluation des projets environnementaux mais également d'instaurer une collaboration prometteuse entre les acteurs impliqués dans les projets environnementaux. Ceci, fera l'objet des chapitres suivants de la présente recherche.*

# 3

## Contribution à la construction collaborative dans les projets environnementaux : Nouveau paradigme du management de projet

**R**appelons que les normes ISO 10006 (version 2003) et AFNOR X50-105 définissent un projet comme étant : « un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, de coûts et de ressources ».

*Pour réussir un projet et atteindre ses objectifs attendus, le chef de projet, principal acteur de cette réussite doit agir à la fois en termes (Hougron & Cousty, 2015) : d'anticipation (planifier, coordonner, intégrer son projet dans l'environnement), de gestion (budget, équipes, fournisseurs, parties prenantes), d'assurance (qualité, respect des délais, satisfaction des clients) et de communication (négocier, convaincre).*

*Selon Juli (2011) cette réussite est conditionnée par cinq principes : construire la vision, nourrir la collaboration, promouvoir la performance, cultiver l'apprentissage et s'assurer des résultats.*

*Le deuxième principe relatif à « la collaboration dans les projets » est devenu un domaine de recherche en plein essor et une solution pratique notamment dans les grands projets<sup>9</sup> où la mondialisation, le transfert technologique et les contraintes (légalles et autres) liés aux échanges internationaux ont pour conséquence d'avoir à travailler en commun avec de nouveaux partenaires, de plus en plus nombreux, dans des pays dont on ne maîtrise pas la culture managériale.*

*Le travail collaboratif entre les acteurs projets est donc en passe de devenir un élément clé du management de projet et sera, sans doute demain, au cœur des fonctionnements en mode projet. Un champ nouveau, qui demeure encore largement à découvrir, s'offre ainsi à la discipline projet (AFITEP, 2010).*

*Le management de projet bénéficie déjà d'une base solide en matière de processus, d'outils et de méthodes, les corpus de connaissances ont déjà atteint un très bon niveau de maturité et de nombreuses entreprises ont adopté plus ou moins les principes de PMBOK, PRINCE2 ou l'IPMA. Les gestionnaires de projets maîtrisent les techniques requises pour gérer avec succès le projet dans les contraintes de coût, de qualité et de temps. Est-ce suffisant pour gérer le projet dans une construction collaborative, à incidences environnementales où s'ajoutent d'autres contraintes ?*

*Pour rappel, la construction collaborative est une approche systémique par laquelle différentes professions travaillent ensemble pour résoudre un problème (Riccio & Commandré, 2009). Plus précisément, une construction collaborative permet d'impliquer tous les acteurs du projet en vue de mettre en place une modélisation consensuelle.*

*Ce chapitre, dédié à la construction collaborative de projets, a pour objet de faire le point dans un premier temps sur les principales notions associées à la construction collaborative (notamment la co-conception, la Co-activité et l'Ingénierie Collaborative). Dans un second temps, nous présentons une démarche de pratique collective axée sur trois actes clés: l'anticipation, la prévision et la prévention.*

*Signalons que l'intérêt de la démarche suggérée est qu'elle cadre la collaboration de plusieurs acteurs du projet avec des profils différents. Par ailleurs, l'objectif de cette démarche est de dresser les scénarios de collaboration en vue d'une pratique collective et consensuelle dans les projets environnementaux. En d'autres termes, nous tenterons d'intégrer à cette démarche une évaluation pouvant être monocritère ou multicritères contribuant à pallier les difficultés et les*

---

<sup>9</sup> Pour plus de détails, le lecteur pourra consulter la webographie suivante :

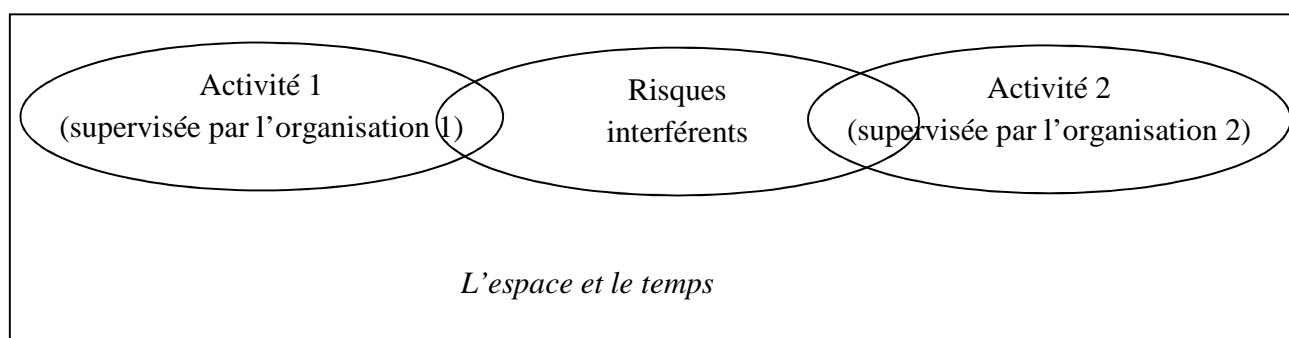
- [http://www.iaat.org/ressources/methodo\\_formation\\_guide\\_methodo.php?id2=22](http://www.iaat.org/ressources/methodo_formation_guide_methodo.php?id2=22)
- <http://www.gestiondeprojet.com/>
- [http://www.cedip.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/conduite\\_de\\_projet\\_cle54dffa.pdf](http://www.cedip.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/conduite_de_projet_cle54dffa.pdf)
- [http://www.magellan-project.com/doc/memoire\\_outils\\_collaboratifs.pdf](http://www.magellan-project.com/doc/memoire_outils_collaboratifs.pdf)
- <http://outils-reseaux.org/wakka.php?wiki=PresentationProjet>
- <http://www.travail-collaboratif.info/?Accueil.fr>

*pressions subies lors d'une construction collaborative d'un projet afin d'aboutir à une concrétisation idéale de l'objectif projet.*

### **3.1. De la Co-activité à la construction collaborative dans les projets**

#### **3.1.1. A propos de la notion de Co-activité dans les projets**

En matière de gestion des risques projets, un des risques les plus importants qu'il faudra gérer est celui de co-activité. Ce risque peut apparaître quand au moins deux activités supervisées par des organisations différentes travaillent dans le même lieu et en même temps (Julien et al., 2011). Il s'agit des risques interférents qu'il faut gérer de manière efficace (figure 3.1).



**Figure 3.1** - Les risques interférents ou de co-activité d'après (Julien et al., 2011)

D'une manière générale, la Co-activité dans les projets signifie la collaboration entre différentes ressources. Cette collaboration engendre des risques dits de Co-activités ou interférents (INRS, 2014). Ces risques sont supplémentaires aux risques générés par les activités de chaque organisation.

Parmi les projets qui sont caractérisés par ces risques interférents figure l'externalisation ou la sous-traitance (Mellal et al., 2009). Dans ce contexte, le management d'un projet d'externalisation s'effectue dans le cadre d'une démarche appropriée composée des étapes suivantes (Mellal, 2009) : définition du projet d'externalisation, faisabilité du projet, mode de réalisation et planification opérationnelle.

Il est important de souligner que la littérature spécialisée dans le domaine de la Co-activité est axée prioritairement sur la gestion des risques interférents où plusieurs démarches ont fait l'objet de développements (INRS, 2014 ; Julien et al., 2011 ; Nguyen, 2011). Cependant, peu d'études sont orientées vers la collaboration entre les différents acteurs d'une même organisation. C'est pour cette raison que nous avons jugé utile de nous intéresser à la réussite de la collaboration sachant que cette réussite nécessite une démarche constructive que nous présentons dans la suite de ce chapitre.

### **3.1.2. A propos de la construction collaborative dans les projets**

Indépendamment des risques interférents, la Co-activité favorise les échanges pluridisciplinaires. En conséquence, elle donne naissance à des échanges des savoirs et savoir-faire.

La construction d'une collaboration est un processus cognitif complexe basé sur les interactions interindividuelles voir même inter-organisationnelles. Cette construction est fondée sur les modalités de régulations individuelles et collectives afin de compenser les perturbations entre les acteurs impliqués dans cette construction collaborative.

Par ailleurs, certains auteurs (Caroly, 2010) affirment que la collaboration suppose la coordination et la concertation. Ceci est traduit par la nécessité de réunir trois conditions pour réussir une collaboration dans un projet :

- les acteurs impliqués dans une collaboration doivent avoir la volonté de collaborer,
- ils doivent avoir les moyens de communiquer entre eux, les moyens de coordination adaptée à la collaboration,
- ils doivent partager un objectif commun.

La collaboration nécessite la construction d'un référentiel opératif commun qui règle les actions des différents partenaires et qui évolue au cours de la Co-activité (Terssac et Chabaud, 1990).

Ce référentiel requiert l'usage des méthodes spécifiques dédiées à la construction collaborative.

### **3.1.3. À propos des méthodes de construction collaborative**

Il est important de rappeler que la mise en place d'une méthode de construction d'une collaboration en management de projet environnemental nécessite en un premier lieu de définir clairement les rôles des acteurs (concernés par la stratégie ou les opérations) impliqués dans cette collaboration. Ces rôles sont définis selon le processus de contrôle et de décision mis en place tout en tenant compte des compétences respectives de chaque acteur (Holsapple & Joshi, 2002). De plus, la participation de plusieurs acteurs dans cette collaboration peut induire à des divergences dans les idées voir même à des conflits (Karapiperis. & Apostolou, 2006).

Les méthodes de construction d'une collaboration ont pour objectif d'atténuer ces divergences et ces conflits sous forme de consensus<sup>10</sup>. Donc, le but principal de ces méthodes est de développer des processus hautement participatifs pour parvenir à un consensus (Ressad-Bouidghaghen, 2013). En conséquence, une divergence d'idées ou un conflit est indispensable dans le processus de consensus.

---

<sup>10</sup> Ces méthodes sont également dénommées méthodes de consensus.

Un processus de consensus est, donc, évolutif et participatif. C'est un processus de transformation d'une proposition pour arriver à une décision acceptée par les acteurs impliqués dans une collaboration. Ce processus doit inclure les étapes suivantes (Vodoz, 1994) :

- une analyse collective d'un problème et des acteurs impliqués dans une collaboration,
- un choix collectif cohérent de la méthode de consensus qui permet de parvenir à une décision collective,
- la formulation collective de propositions (en intégrant les objections),
- la décision collective,
- la mise en application de la décision collective,
- une évaluation du processus.

Un examen rapide de ces étapes, suscite deux remarques :

- un tel processus développe une dynamique de coopération, c'est à partir d'un conflit (ou une divergence d'idée) dans une collaboration qu'une proposition collective est formulée pour gérer ce conflit puis améliorée par le processus consensuel pour débusquer de nouveaux conflits jusqu'à l'aboutissement à une décision collective,
- l'avantage majeur d'un tel processus est qu'il favorise le développement de l'intelligence collective<sup>11</sup> (Noubel, 2007).

Parmi les méthodes de base qui cadrent les processus consensuels, citons, à titre d'exemple, la méthode de comparaison par paires (Genane & Gilbert, 2004), la méthode des votes (Balinski & Laraki, 2012), la méthode Delphi (Linstone & Turoff, 1975), la méthode du Groupe Nominal (Delbecq & VandeVen, 1971) et la méthode d'argumentation IBIS (Kunz & Rittel, 1970).

L'ensemble de ces méthodes permettent l'émergence de projets collectifs respectueux des acteurs impliqués dans ces projets. Toutefois, ces méthodes souffrent des limites bien connues dans la littérature spécialisée dans le domaine de la recherche consensus (Neuman, 2006 ; Bourrée et al., 2008).

À notre avis, la limite commune à l'ensemble de ces méthodes réside dans leur traitement subjectif des conflits pour cause de différence des statuts des acteurs impliqués dans un projet collaboratif. En conséquence, la meilleure solution permettant de pallier les carences de ces méthodes consensuelles est de développer une pratique collective moyennant des méthodes d'aide à la décision plus appropriées à la construction d'une collaboration en management de projets. Le choix de la méthode adéquate dépend, en particulier, de la nature du projet et de la compétence des acteurs impliqués dans le projet.

---

<sup>11</sup> L'intelligence collective est un ensemble des capacités de compréhension, de réflexion, de décision, et d'action d'un collectif de travail restreint issu de l'interaction entre ses membres et mis en œuvre pour faire face à une situation donnée présente ou à venir complexe (Greselle, 2007).



Dans la section suivante, nous proposons une démarche de pratique collective axée sur trois actes clés: l'anticipation, la prévision et la prévention..

### **3.2. Proposition d'une démarche de pratique collective axée sur trois actes clés : anticiper, prévoir et prévenir**

Un retour sur le processus consensuel, présenté précédemment, montre que le conflit traduit par une divergence d'idées est généré, d'une part par la différence de statuts, donc de compétences et de perception, et d'autre part, par le problème de partage des connaissances et de communication est le carburant du moteur de ce processus. Conséquemment, la pratique collective doit être orientée vers le conflit en vue de son maîtrise moyennant trois actes clés: l'anticipation, la prévision et la prévention.

#### **3.2.1. Examen détaillé de ces trois actes clés**

##### *A. Anticiper pour une meilleure visibilité du projet environnemental*

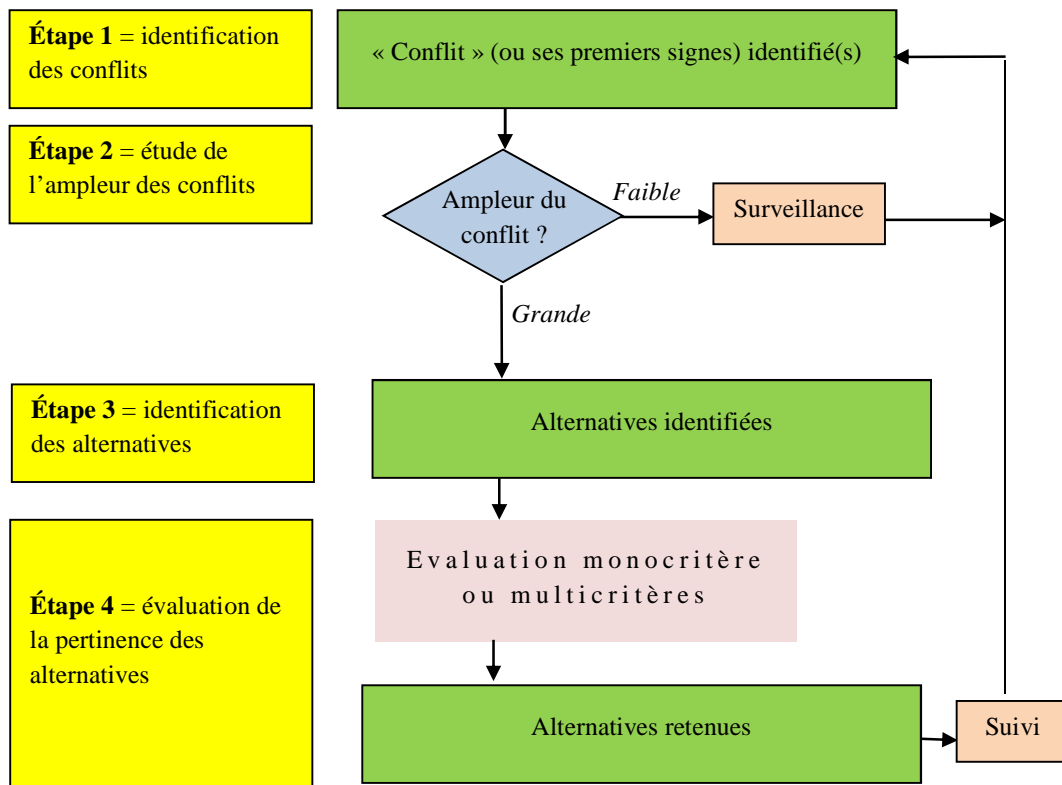
L'anticipation a pour avantage d'identifier les premiers signes de conflits. Son déploiement est conditionné par l'identification des flux d'informations qui circulent entre les différents acteurs et les supports de connaissance (Bouzaine et al., 2005). Elle est le meilleur moyen de maîtriser les conflits.

Afin de réussir l'anticipation des conflits, nous nous inspirons des étapes de la stratégie d'anticipation du vieillissement des composants—développée par Bouzaine et al. (2005) avec celles du processus consensuel que nous avons présentées dans la page précédente.

La démarche préconisée est composée des étapes suivantes (figure 3.2) :

- identification des conflits (ou de leurs premiers signes) : c'est-à-dire, faire un recensement des divergences des idées proposées pour un projet environnemental,
- étude de l'ampleur du conflit par rapport au management du projet,
- identification des alternatives,
- évaluation de leur pertinence.

Une première remarque relative aux étapes de cette démarche montre que l'anticipation d'un conflit est conditionnée, en particulier, par l'acquisition des informations relatives au conflit et l'appréciation de l'impact de l'alternative retenue pour faire face au conflit.



**Figure 3.2** - Démarche d'anticipation des « conflits »

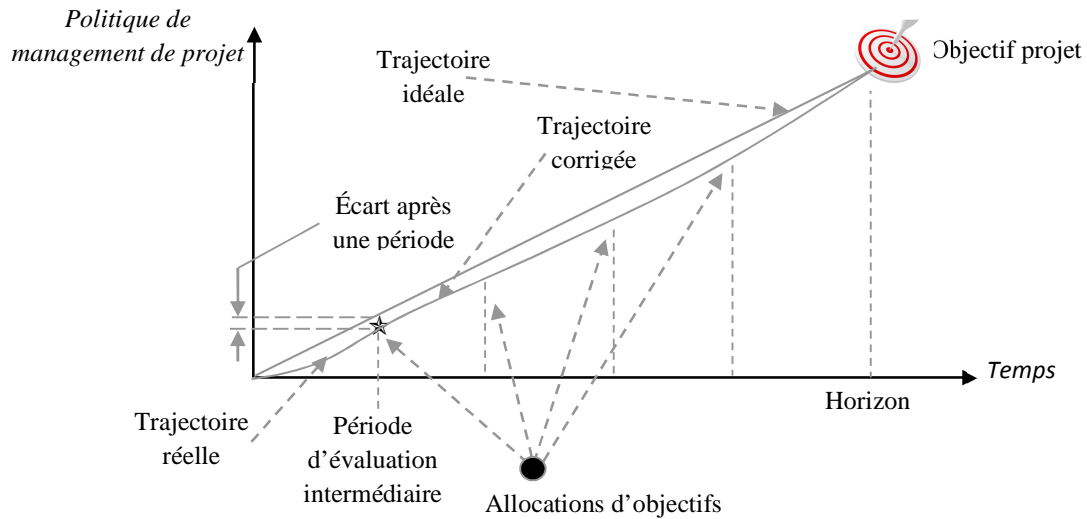
Une seconde remarque relative aux étapes de cette démarche montre que le recours aux méthodes d'aide à la décision monocritère via l'analyse « coût-efficacité » ou multicritères (Electre, par exemple), cherchant un compromis entre les différents conflits, occupe une place de choix dans cette démarche d'anticipation. Car elle permet de mettre en avant des considérations d'efficacité et d'efficience. À ce titre, les enseignements que l'on peut en tirer contribuent à développer et à renforcer la collaboration, dans un domaine où les décisions reflètent fortement des choix collectifs. Dans le cadre du projet environnemental il s'agit de faire un choix de solution collective au projet à incidences environnementales.

### *B- Prévoir l'évolution de la construction collaborative du projet environnemental*

Pour réussir l'anticipation des "conflits", il est impératif de prévoir l'évolution du projet environnemental moyennant l'allocation des objectifs environnementaux (Saadi et al., 2011). En effet, l'allocation des objectifs environnementaux débute par une définition plus précise de ces objectifs. Car le manque de clarté des objectifs<sup>12</sup> environnementaux provoque généralement une perte de contrôle du projet. En conséquence, ils doivent toujours être les plus clairs possibles et être mis par écrit ou explicités à l'ensemble des acteurs du projet.

<sup>12</sup> Sachant qu'un objectif, d'une manière générale et environnemental en particulier doit répondre à plusieurs critères dont en voici cinq qui se regroupent sous l'acronyme **SMART** (Simple ou Spécifique/ *Specific*, Mesurable/ *Measurable*, Atteignable/ *Achievable*, Raisonnable ou Réaliste/ *Realistic* et Temporellement défini/ *Time-bound*).

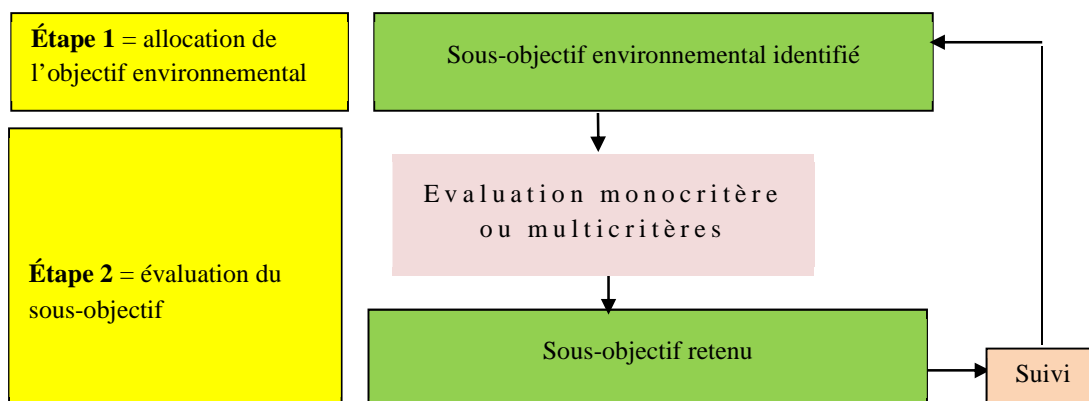
Dans ce contexte et afin d'assurer une bonne collaboration entre les différents acteurs du projet, l'évaluation d'un projet doit être supportée par des évaluations intermédiaires dont l'intérêt réside dans le fait qu'elle est interactive avec l'évolution du projet et constitue de ce fait un outil de gestion pour les décideurs. En effet, selon Saadi & al. (2011), l'évaluation intermédiaire du projet consiste en une matérialisation de l'allocation de l'objectif projet en sous-objectifs (figure 3.3).



**Figure 3.3** – Allocation d'objectif projet en sous-objectifs d'après (Saadi et al., 2011).

Dans la figure 3.3, les périodes d'évaluation intermédiaires ont pour but d'ordonner les décisions afin d'atteindre l'objectif global (ou objectif projet). L'allocation de cet objectif en sous-objectifs permet de bien ordonner les décisions et faciliter, par voie de conséquences, le pilotage du projet. En effet, les évaluations intermédiaires par périodes bien définies permettent de concrétiser la prévision de l'évolution du projet, objet de cette étape de la démarche que nous proposons dans ce chapitre.

Évidemment, chaque sous-objectif sera évalué sur la base de critères bien définis cadrés par une approche monocritère ou multicritères (figure 3.4).



**Figure 3.4** - Processus simplifié d'allocation d'un objectif environnemental.

### *C- Prévenir les déficiences de la construction collaborative dans le projet environnemental*

La figure 3.3 montre l'intérêt de compléter les actions précédentes (anticipation et prévision) par une action de prévention. En effet, les évaluations intermédiaires par périodes (cf. figure 3.3) permettent de gérer les dérives et d'optimiser la convergence de la trajectoire corrigée vers l'objectif global grâce à des définitions plus ponctuelles des actions de prévention. Par voie de conséquences, l'allocation temporelle de l'objectif environnemental en sous-objectifs s'avère nécessaire afin de cadrer les mesures préventives à prendre ou pour anticiper les dérives et concrétiser le respect de l'objectif projet (Saadi & al., 2011).

Pour rappel, ces dérives sont schématisées dans la figure 3.3 par les écarts entre la trajectoire réelle et la trajectoire idéale. La somme de ces écarts est égale à l'écart global, formalisé par l'objectif projet. L'allocation de l'objectif projet en sous-objectifs, où chaque sous-objectif est associé à une période, permet de suivre par périodes l'évolution du projet. Toute dérive engendre, nécessairement, des retards dans le respect de l'objectif projet (en termes de délais, par exemple). Ces derniers sont proportionnels à l'étendue de la dérive elle-même fonction de l'action de récupération de la dérive (action de correction et/ou de régulation). Afin d'anticiper toute dérive, des actions de prévention sont nécessaires. Ces actions permettent d'éliminer ou d'atténuer la probabilité d'apparition des dérives et de créer une trajectoire corrigée faisant aboutir à l'objectif global projet. La planification de ces actions préventives s'effectue en se référant aux périodes associées à l'horizon T.

Le processus de prévention des dérives (ou déficiences) dans le projet est le même que le processus d'anticipation où le terme « conflit » dans la figure 3.2 est substitué par le vocable « dérive » et le terme « alternatives » par « mesures préventives ».

Ces substitutions montrent, une autre fois, l'intérêt primordial de l'utilisation de méthodes d'aide à la décision monocritère ou multicritères dans la démarche de pratique collaborative.

Dans la présentation de la démarche préconisée de pratique collective, nous pouvons confirmer, d'une part, la forte complémentarité entre les actions d'anticipation, de prévision et de prévention, et, d'autre part, la nécessité d'effectuer des évaluations en utilisant des méthodes d'aide à la décision monocritère et multicritères. A ce propos, cette aide à la décision est basée sur les relations entre performances environnementales et économiques que nous détaillerons dans la section suivante.

#### ***3.2.2. A propos de l'aide à la décision basée sur les relations performances économiques et performances environnementales***

Comme la collaboration nécessite la construction d'un référentiel opératif (opérationnel) qui coordonne et maîtrise les actions et les activités des différents partenaires constituant l'organisation projet, l'application de la démarche préconisée de pratique collective dans ce référentiel nécessite l'intégration de méthode d'aide à la décision.

Le choix de ces méthodes est supporté par les orientations suivantes :

- La gestion de projet plus précisément environnemental a fortement évoluée et dépasse aujourd'hui le simple cadre législatif. Les politiques environnementales, les marchés et les attentes des diverses parties prenantes placent en effet les entreprises face à de nouveaux enjeux dont la perception et la maîtrise peuvent avoir des impacts en terme de compétitivité ;
- Les comportements et positions, qu'adoptent les organisations face à la problématique varient grandement. Certains considèrent encore l'environnement comme un centre de coûts, tandis que d'autres y perçoivent des opportunités. La confrontation des stratégies et pratiques mises en œuvre par les entreprises dans la réalisation des projets tend à montrer que la mesure du succès reste avant tout économique ;
- Les théories « traditionaliste » et « révisionniste » s'attachant à décrire les relations qui existent entre performance environnementale et performance économique opposent encore aujourd'hui deux visions.

Alors, au centre de ces orientations se trouvent le projet et la capacité de gérer au mieux les contraintes environnementale et économique, auxquelles les méthodes d'aide à la décision portent une solution par la création d'une « synergie » entre amélioration environnementale et création de valeur. La raison pour laquelle le choix des méthodes à retenir dans le cadre de la pratique collaborative est basé sur les relations entre performance environnementale et performance économique.

Une revue de certains travaux théoriques et empiriques mérite d'être effectuée, vu que ces travaux ont étudié les relations pouvant être établies entre performance environnementale et performance économique. Et dans ce contexte nous tentons de répondre à une question qui se pose : Est-il possible d'établir une relation entre performance environnementale et performance économique ? Nous espérons par la suite dans le chapitre quatre, par l'intermédiaire de cette réponse construire une méthodologie basée sur des modèles didactique et empirique mettant en exergue les relations entre ces deux performances et leur réussite.

#### *A- La théorie des relations entre performances environnementale et économique*

L'hypothèse la plus courante consiste à percevoir cette théorie dans une optique conflictuelle opposant compétitivité et gestion écologique (Wagner, 2003 ; Harscoet, 2007).

Les industries qui génèrent des impacts importants sur l'environnement seraient alors désavantagées lors de l'occurrence de réglementations plus sévères, notamment à cause des coûts élevés de mise en conformité qu'elles supportent. Ce point est appuyé par la théorie néoclassique, dans laquelle le but des réglementations environnementales est de corriger les effets externes par l'imposition de coûts aux pollueurs (Harscoet, 2007).

La perspective «révisionniste», qui affirme que les améliorations de la performance environnementale est une source potentielle d'avantages concurrentiels puisqu'elle peut mener à des procédés plus efficaces, à des améliorations de productivité, à des coûts de mise en conformité moins élevés et à la création de nouveaux marchés, n'est apparue qu'à partir des années quatre-vingt-dix (Porter et Van Der Linde, 1995 ; Wagner, 2003).

Selon les «révisionnistes», les entreprises qui font face à des coûts importants pour leurs activités polluantes, reçoivent dans le même temps des incitations à la recherche de nouvelles technologies et d'approches de production, qui réduisent les coûts de mise en conformité, ainsi que les coûts de production par l'amélioration de la productivité des ressources. En plus de cela, les entreprises obtiennent l'avantage de l'initiative<sup>13</sup> provenant de la vente de leurs innovations. C'est pourquoi, cette vision confère à la capacité d'innovation un caractère déterminant de la compétitivité, au moins dans une perspective dynamique de long terme (Porter et Van Der Linde, 1995).

Donc théoriquement on envisage deux relations et notre objectif est de mettre en avant dans une pratique collaborative d'éventuelle existence de deux visions et situations. La solution que nous avons envisagée pour concrétiser et créer la situation de synergie entre amélioration environnementale et création de valeur est une estimation du coût supporté par le projet pour une préservation de l'environnement intégré au coût de production d'une manière à assurer une bonne productivité et quantifier les bénéfices induits par cette synergie qui constituera l'objectif projet de notre pratique collaborative. Il semblerait évident d'avoir recours à une analyse «coût-bénéfice» qui consiste à agréger ces deux performances environnementale et économique selon un seul critère.

### **B- L'analyse Coût-Bénéfice**

L'Analyse Coût-Bénéfice (ACB) repose sur un principe simple qui est la comparaison des coûts et bénéfices induits par une décision. Les bénéfices d'une politique environnementale peuvent par exemple être liés à une baisse de la pollution tandis que les dépenses peuvent inclure des coûts de dépollution, de changement de technologie ou de recherche d'un substitut à un produit reconnu toxique. La comparaison directe des coûts et des bénéfices impose donc l'utilisation d'une même unité qui est traditionnellement l'unité monétaire (Harscoet, 2007).

Selon Schulz et Schulz (1989), le recours à des analyses coûts-avantages ou coût-bénéfice dans le domaine de l'environnement aurait en particulier l'intérêt de :

- mieux rendre compte de la dimension économique de la dégradation de l'environnement,
- donner plus d'objectivité au débat sur l'environnement,
- canaliser des ressources financières limitées vers les domaines de l'environnement où leur nécessité se fait sentir avec le plus d'urgence,

---

<sup>13</sup> The first mover advantage.

- sensibiliser les pollueurs aux coûts qu'impliquent leurs activités,
- permettre la mise au point d'indicateurs.

*C- La prise en compte de l'aspect multicritère et l'utilité d'une approche multicritère appropriée*

Mais avec le renforcement du concept de développement durable, les contraintes sont fortes pour aboutir à l'objectif global d'une pratique collaborative du projet et il faut donc définir une stratégie alliant les dimensions économiques, environnementales et sociales, traduisant un aspect qui renforce le caractère multicritère de la performance projet avec notamment un accent particulier mis sur l'évaluation de la performance environnementale.

Par conséquent, la construction collaborative dans les projets environnementaux est une pratique complexe qui nécessite des compromis entre les aspects socio-économiques, environnementaux, techniques, administratifs et légaux. L'analyse coût-bénéfices est souvent utilisée comme un outil décisionnel mais la problématique d'atteinte d'objectif dans un projet environnemental fait appel à un ensemble de critères complexes tels que l'impact environnemental, la sécurité, les risques, les opinions des parties prenantes, difficilement convertibles en valeur monétaire. Ainsi les méthodes d'évaluation multicritères semblent les plus appropriées à l'aide à la décision. Car, elles offrent la possibilité d'analyser des flots d'informations d'origines diverses (Linkov, 2004).

L'analyse multicritères, développée notamment par Roy et Bouyssou (1993), permet une meilleure prise en compte des préoccupations et des valeurs des acteurs lors de l'évaluation des impacts sociaux et naturels des projets. Elle apporte des solutions aux problèmes inhérents aux approches méthodologiques auxquelles nous avons fait allusion précédemment.

Contrairement à l'analyse monocritère, l'analyse multicritère accepte la présence de plusieurs «axes de signification». Elle ne prend plus en compte les conséquences sociales et environnementales uniquement au regard de leur valeur monétaire (analyse coûts/bénéfices), mais aussi du maintien de l'équilibre écologique, du bien-être de la population, etc. Ces axes de signification répondent à des logiques différentes, qui parfois entrent en conflit (Côté et Waaub, 2000).

## **Conclusion**

*En conclusion de la présentation de la démarche préconisée de pratique collective, nous pouvons confirmer les faits marquants suivants :*

- *une forte complémentarité entre les actions d'anticipation, de prévision et de prévention,*
- *la nécessité de l'intégration dans cette méthodologie des méthodes d'évaluation et d'aide à la décision gouvernée par deux approches :*
  - o *une approche monocritère telle que l'ACB quelle que soit l'action choisie de la pratique collective. Conséquemment, les deux méthodes les plus adaptées à ce type d'analyse sont bien : la méthode Analyse Coût-Bénéfice (ACB) et sa version*

*simplifiée dénommée l'Analyse Coût-Efficacité (ACE). A ce propos, il est important de rappeler que la loi américaine impose que toute politique de régulation<sup>14</sup> dont les impacts sont significatifs soit évaluée par une ACB (Treich, 2005),*

- *une approche multicritère qui fait appel dans les projets environnementaux à un ensemble de critères complexes tels que l'impact environnemental, la sécurité, les risques, les opinions des parties prenantes, difficilement convertibles en valeur monétaire.*

*Donc, le chapitre suivant sera consacré à l'application de ces deux approches dans le cadre de la pratique collective basé sur des modèles (scenarios) didactique et empirique (réel).*

---

<sup>14</sup> En économie la régulation fait référence aux actions collectives.



# 4

## Contribution à la construction d'une pratique collaborative gouvernée par des méthodes typiques : cas de l'ACB et ELECTRE

*E*n management de projets environnementaux, la collaboration occupe une place de choix car l'enjeu est de taille : il s'agit de la construction de la qualité environnementale (Boubaker et al., 2014).

*Pour qu'une forte collaboration s'installe correctement, il faut que les organisations industrielles se rendent compte de son importance et de sa promotion qui n'est possible qu'à travers le partage de connaissances environnementales en vue de mieux maîtriser les impacts environnementaux significatifs (Djebabra et al., 2011).*

*L'élaboration d'une pratique collaborative en management environnemental permet d'intégrer les différents points de vue et de mettre en place une modélisation consensuelle (Ressad-Bouidghaghen, 2013).*

*C'est dans ce contexte que s'intègre ce dernier chapitre qui a pour but de présenter la mise en place d'une pratique collaborative dans le cadre de deux projets d'éco-conception (l'un académique et l'autre étant réel).*

#### 4.1. A propos de l'éco-conception des systèmes industriels

Aujourd'hui, l'intégration de la dimension environnementale dans la conception des systèmes industriels complexes n'est plus à discuter. Il s'agit de l'éco-conception qui permet aux industriels de solutionner les problèmes environnementaux au moment de la conception des systèmes industriels et la fabrication des produits (Schiesser, 2011). Son objectif est de réduire l'impact environnemental global des produits (ISO 14062).

L'éco-conception repose sur deux approches fondamentales (Westkämper et al., 2000) :

- approche cycle de vie qui consiste à se focaliser sur l'ensemble des étapes nécessaires pour réaliser les phases concernant l'élaboration, l'usage et l'élimination du produit,
- approche orientée impacts environnementaux engendrés par les systèmes industriels.

Dans ce qui suit, nous nous intéressons à cette seconde approche où notre intérêt sera porté sur la réduction des impacts environnementaux causés par les systèmes industriels.

Il est connu que cette réduction d'impacts environnementaux est un problème multicritère dont l'optimisation relève d'un compromis qui doit satisfaire les contraintes de production (qui engendrent des revenus) et les contraintes environnementales (qui engendrent des coûts environnementaux). Ainsi, lorsque l'intérêt est porté sur l'aspect production, le Système Industriel (SI) s'exprime par le biais de quatre paramètres représentés par l'équation suivante :

$$SI = f(M_o, M_p, E_q, E_n) \quad (4.1)$$

Par contre, l'intégration de la composante environnementale, permet d'ajouter un cinquième paramètre permettant ainsi d'intégrer l'éco-efficience d'une entreprise (cf. équation 4.2).

$$SI^* = f(M_o, M_p, E_q, E_n, I_e) \quad (4.2)$$

Les paramètres figurant dans les équations (4.1) et (4.2) correspondent, successivement, aux : Main d'œuvres, Matières premières, Équipement de Production, Énergie et Impact environnemental significatif.

L'impact environnemental significatif (paramètre  $I_e$  dans l'équation 4.2) désigne l'ensemble des modifications de l'environnement causées par les activités industrielles. L'atténuation de ces modifications engendre nécessairement des coûts environnementaux qui sont souvent pris en charge par les collectivités locales. Dans le cadre de la régulation environnementale, la taxe environnementale est basée sur la rétribution d'une part des coûts environnementaux sur toutes les entreprises qui contribuent à des modifications environnementales (Olewiler, 2005). De ce fait, les entreprises subissent leur juste coût de par cette taxe environnementale (Voir annexe 3). Conséquemment, le coût environnemental peut être exprimé en fonction d'une taxe environnementale unitaire ( $\tau_E$ ) et d'impact environnemental ( $I_E$ ) :

$$C_E = \tau_E \times I_E \quad (4.3)$$

Compte tenu de cette relation conflictuelle entre production et protection de l'environnement, les méthodes ACB/ACE que nous retenons dans cette première application permettent d'opter pour un compromis entre production et protection de l'environnement.

En effet, dans l'analyse monocritère (coût-efficacité) évoquée dans les figures 3.2 et 3.4 du chapitre précédent, on fixe un objectif de Bénéfice (profit) dû au fonctionnement d'un système industriel (donc à sa disponibilité de production) et l'on tente à minimiser les coûts qui lui sont associés.

Autrement dit, l'objectif de cette première application est de proposer une démarche d'optimisation de la configuration des systèmes industriels moyennant une approche mixte intégrant les méthode ACB/ACE, d'une part et les méthodes de sûreté de fonctionnement, d'autre part. Dans le cadre de cette démarche, nous montrerons que les coûts seront pris de manière détaillée et réaliste (coûts techniques, organisationnels et environnementaux).

## **4.2. Application de la démarche de pratique collaborative proposée à l'éco-conception des systèmes industriels par le biais des méthodes ACB/ACE**

### **4.2.1. Étapes de l'optimisation d'éco-conception d'un système industriel**

Rappelons que l'application de la démarche développée dans le chapitre précédent est cadrée par les méthodes d'aide à la décision monocritères (ACB/ACE) et multicritères (ELECTRE).

Dans cette première application, l'intérêt est porté sur les méthodes monocritères évoquées dans le chapitre deux du présent travail. Il s'agit des méthodes ACB/ACE qui permettent d'effectuer et d'optimiser les comparaisons des bénéfices induits par la disponibilité de production du système industriel avec les coûts.

Étant donné que les bénéfices et les coûts ne sont pas constants dans le temps car les coûts sont plus importants que les bénéfices au début de la mission du système industriel puis, normalement, le rapport s'inverse. Les comparaisons doivent être effectuées année après année sur la période de la mission du système industriel.

Compte tenu de la durée de la mission du système industriel assez importante (généralement, plus de 20 ans), il est nécessaire d'opter pour une actualisation des coûts et des bénéfices suivant la formulation suivante :

$$V_A (\text{à } t_0) = \frac{V_F (\text{à } t)}{(1+\alpha)^T} \quad (4.4)$$

- Avec : -  $V_A$  et  $V_F$  sont, successivement, la valeur actuelle (à l'instant  $t_0$ ) et la valeur future (à un instant  $t$ ) des coûts ou bénéfices.  
-  $T$  est le nombre d'années (il est égal à  $t-t_0$ ).

- $\alpha$  (%) est le taux d'actualisation qui prend en considération différents paramètres associés aux différents coûts tels que le taux d'intérêt du marché pour une période comparable ou éventuellement taux d'inflation anticipé, etc.).

L'étude d'éco-conception cadrée par les méthodes ACB/ACE vise, donc, à réaliser toutes les décisions dont les bénéfices sont supérieurs aux coûts (Mellal & Djebabra, 2015). Son application au cas de l'optimisation de l'éco-conception des systèmes industriels permet de dégager trois principales étapes qui intègrent les trois actes de la pratique collective détaillés dans le chapitre précédent.

Ces étapes sont détaillées ci-après.

#### **A- Conditions de mise en œuvre des méthodes ACB/ACE**

Cette première étape consiste, en général, en une vérification de la pertinence des méthodes ACB/ACE par rapport à l'éco-conception d'un système industriel. En effet, les paramètres classiques de conception sont : les attentes des clients, la maîtrise des coûts et la faisabilité technique.

Par conséquent et lors de la conception d'un système industriel, le concepteur doit s'assurer que les différentes architectures envisagées satisfont un certain nombre d'objectifs tels que ceux de production (traduit ici par la maximisation de la disponibilité de production du système industriel) **et** de la sécurité de l'environnement (traduit ici par la minimisation du coût d'impact environnemental).

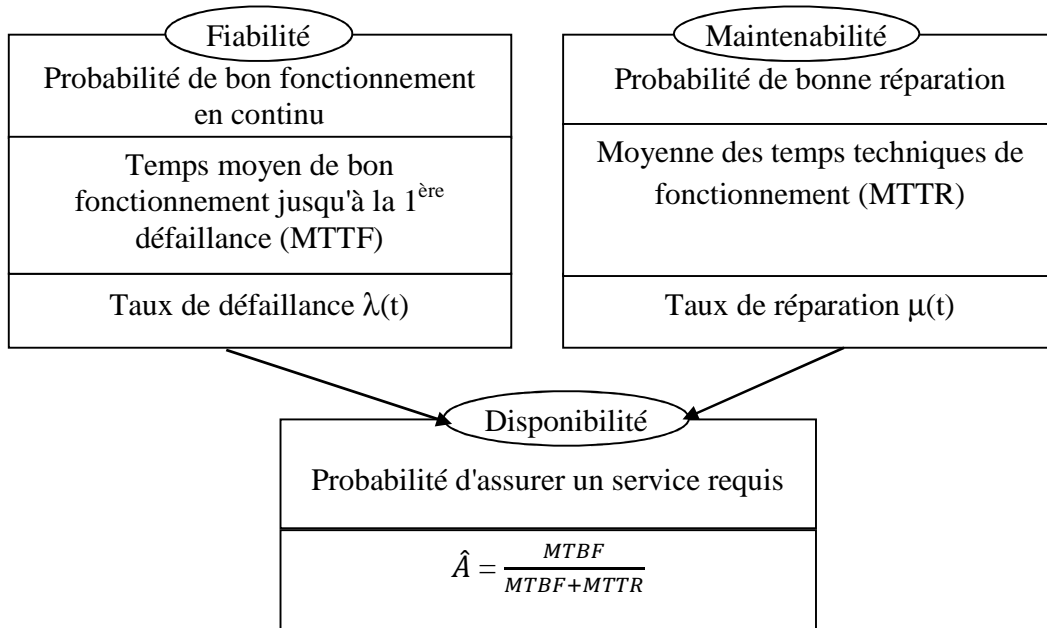
Étant donné que ces deux objectifs sont du type conflictuel, se pose alors le choix de l'architecture optimale qui se fera sur la base d'un coût global à définir. D'où l'usage des méthodes ACB/ACE.

Dans le cas de l'éco-conception des systèmes industriels, la réalisation de cette étape est concrétisée par la construction d'un modèle structurel relatant l'architecture du système à concevoir. D'où le recours à une des méthodes de sûreté de fonctionnement telle que le Diagramme-Bloc-Fiabilité (DBF) qui correspond à la modélisation la plus logique du principe de fonctionnement des systèmes industriels<sup>15</sup> (IEC61078, 2006).

Contrairement à la fiabilité qui s'intéresse au bon fonctionnement du système sur un intervalle de temps  $[t_0, t]$ , la disponibilité s'intéresse au bon fonctionnement à l'instant  $t$ , indépendamment du fait que le système peut avoir une ou plusieurs défaillances avant  $t$ . Elle prend en compte à la fois la fiabilité  $R(t)$  et la maintenabilité  $M(t)$  du système réparable (figure 4.1).

---

<sup>15</sup> L'objectif de cette modélisation est d'évaluer les performances du système industriel en termes de fiabilité et de disponibilité.

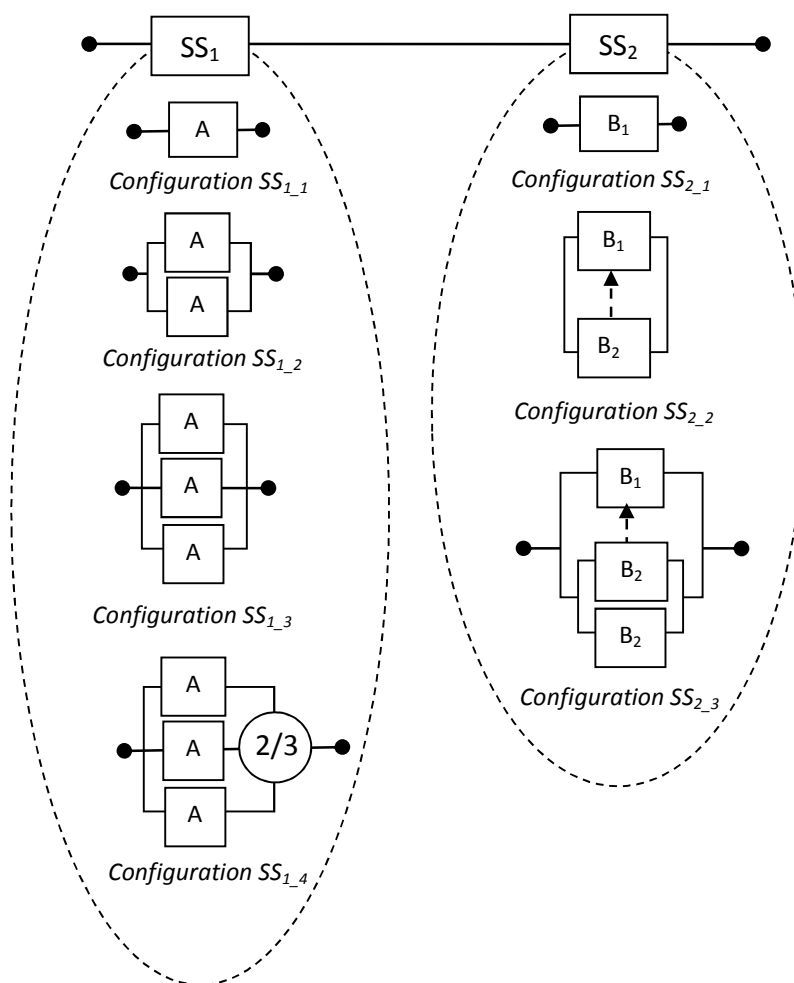


**Figure 4.1.** Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité d'un système réparable.

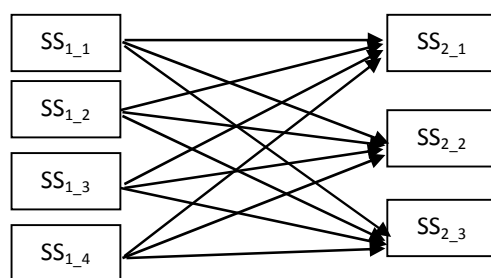
Dans la figure ci-dessus et au cas où les taux de défaillance et de réparation sont constants, la MTBF et la MTTR sont, successivement, les inverses des taux de défaillance et de réparation. Dans ces conditions, l'expression de la disponibilité limite est exprimée par :

$$A_{\infty} = \hat{A} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t A(t) dt \quad (4.5)$$

Pour illustrer cette étape relative aux conditions de mise en œuvre de l'ACB/ACE, nous nous intéressons à un système simple constitué de deux sous-systèmes  $SS_1$  et  $SS_2$  en configuration série (figure 4.2). Pour chacun de ces deux sous-systèmes, le concepteur a le choix entre quatre configurations pour  $SS_1$  et trois configurations pour  $SS_2$  (cf. figure 4.2). D'où un ensemble de **12** configurations possibles pour le système global (figure 4.3).



**Figure 4.2.** Configurations possibles du système retenu.



**Figure 4.3.** Comparaisons possibles des différentes configurations du système retenu.

L'explication des configurations de la figure 4.2 est la suivante :

- les configurations  $SS_{1,2}$  et  $SS_{1,3}$  sont du type redondance active totale (parmi l'ensemble des composants du sous-système  $SS_1$ , au moins un composant doit être en fonctionnement). Tous les composants de ces deux configurations sont identiques ;

- la configuration  $SS_{1_4}$  est du type redondance active partielle (parmi les trois composants du sous-système  $SS_1$ , au moins deux composants doivent être en fonctionnement). Tous les composants de cette configuration sont identiques ;
- la configuration  $SS_{2_2}$  est du type redondance passive froide (un des deux composants est en fonctionnement tandis que l'autre est en attente). Pour cette configuration, le composant en attente ne peut pas avoir de défaillance en état d'attente ;
- la configuration  $SS_{2_3}$  est une redondance passive avec deux composants de secours identiques (le démarrage des composants de secours, qui est parfait, s'effectue simultanément en cas de défaillance du composant principal du sous-système  $SS_{2_3}$ ).

Un examen approfondi des différentes configurations de la figure 4.2 montre qu'il existe deux moyens pour augmenter la disponibilité des systèmes industriels (Mellal & Djebabra, 2015) :

- la première est d'augmenter les disponibilités des composants du système (cas des configurations  $SS_{1_1}$  et  $SS_{2_1}$ ), en diminuant leurs taux de défaillances ou en augmentant leurs taux de réparation. Dans cette approche, il est clair qu'il faut prendre en compte aussi l'existence de composants sur le marché avec de tels taux de défaillance et de réparation ;
- la seconde approche est d'introduire des composants ou des sous-systèmes redondants. Or, l'ajout de composants en redondance augmente le coût total du système. D'où le choix de la meilleure redondance (optimisation de la disponibilité du système et de son coût global).

Pour compléter cette description du système par la méthode Diagramme-Bloc-Fiabilité, nous rappelons ci-dessous les expressions des disponibilités moyennes pour les différentes configurations du système représenté par la figure 4.2 (McCormik, 1981 ; Sherwin and Bossche, 1993; Smith, 1995).

- i- *Configuration série* : l'expression de la disponibilité limite ( $\hat{A}$ ) du système est fournie par l'expression suivante :

$$\hat{A} = \prod_{i=1}^2 \hat{A}_i = \prod_{i=1}^2 \frac{\mu_i}{\lambda_i + \mu_i} \quad (4.6)$$

Avec :  $\lambda_i$  et  $\mu_i$  sont, respectivement, les taux de défaillance et de réparation équivalents des deux sous-systèmes  $SS_1$  et  $SS_2$ .

- ii- *Redondance active totale (en parallèle)* : l'expression de la disponibilité limite ( $\hat{A}$ ) est fournie par l'expression :

$$\hat{A} = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - \hat{A}_k) = 1 - \prod_{i=1}^k \frac{\lambda_i}{\lambda_i + \mu_i} \quad (4.7)$$

Avec :  $\lambda_i$  et  $\mu_i$  sont, respectivement, les taux de défaillance et de réparation du  $i^{\text{ème}}$  composant qui est en redondance active totale avec k composants ( $i= 1..k$ ). Notons, par

ailleurs, que les taux de défaillance et de réparation des composants sont supposés tous constants<sup>16</sup> (loi exponentielle).

iii- *Configuration k parmi n* : où la disponibilité limite est exprimée par :

$$\hat{A} = \sum_{j=k}^n \frac{n!}{k!(n-k)!} \left(\frac{\mu_a}{\lambda_a + \mu_a}\right)^k \left(1 - \frac{\mu_a}{\lambda_a + \mu_a}\right)^{n-k}$$

$$\sum_{j=k}^n \frac{n!}{k!(n-k)!} \left(\frac{\mu_a}{\lambda_a + \mu_a}\right)^k \left(\frac{\lambda_a}{\lambda_a + \mu_a}\right)^{n-k} \quad (4.8)$$

Rappelons que dans le cas de la configuration SS<sub>1\_4</sub>, tous les composants sont identiques et les taux de défaillance et de réparation valent, respectivement,  $\lambda_a$  et  $\mu_a$ .

L'application de la relation (4.8) à la configuration SS<sub>1\_4</sub> permet d'écrire :

$$\hat{A}_{SS_{1_4}} = 3 \left(\frac{\mu_a}{\lambda_a + \mu_a}\right)^2 \left(\frac{\lambda_a}{\lambda_a + \mu_a}\right) + \left(\frac{\mu_a}{\lambda_a + \mu_a}\right)^3 \quad (4.9)$$

iv- *Redondance passive froide* : l'expression de la disponibilité limite de la redondance passive froide est plus compliquée à déduire des relations (4.6) et (4.7). Elle requiert, plutôt, l'usage des méthodes de SdF permettant de tenir compte de la dépendance fonctionnelle entre les éléments du système. Pour les sous-systèmes SS<sub>2\_2</sub> et SS<sub>2\_3</sub>, les expressions des disponibilités limites sont fournies par de nombreux auteurs (Pagès & Gondron, 1980 ; Villemeur, 1988 ; Meyn & Tweedie, 1993) :

$$\hat{A}_{SS_{2_2}} = 1 - \frac{\lambda_{B1}\lambda_{B2}}{\mu_{B1}(\mu_{B1} + \mu_{B2})} \quad (4.10)$$

$$\hat{A}_{SS_{2_3}} = 1 - \frac{\lambda_{B1}2\lambda_{B2}^2}{(\mu_{B1} + 2\lambda_{B2}^2)(\mu_{B2} + \mu_{B1} + \lambda_{B2}^2)(\mu_{B1} + 2\mu_{B2})} \quad (4.11)$$

## B- Évaluation des coûts

Comme nous l'avons énoncé précédemment, la méthode retenue dans cette étude est basée sur le compromis entre la disponibilité de production du système industriel et les différents coûts associés à son fonctionnement. Cette deuxième étape consiste, donc, en une évaluation d'un compromis qui correspond à l'option optimale dégageant le meilleur profit net, noté G, sur une période de référence (T) de la mission assignée au système industriel. Cet indicateur, qui est à la base du coût est exprimé, dans notre cas, par (Cantoni et al., 2000) :

$$G = P - (C_A + C_R + C_D + C_E) \quad (4.12)$$

<sup>16</sup> Rappelons qu'en réalité ces taux ne sont pas constants mais puisque nous nous intéressons au comportement asymptotique des systèmes, donc nous pouvons considérer que ces taux obéissent à la loi exponentielle.



Où :

$$- P = P_1 \cdot T (1 + \alpha)^T \hat{A} \quad (4.13)$$

P (exprimé en termes de monnaie) est le profit brut dû à la disponibilité du système industriel. En se référant à l'expression (4.4), il s'exprime donc en fonction du montant  $P_1$  dû par le client bénéficiaire du service précité (par unité de temps), de sa disponibilité limite ( $\hat{A}$ ), du taux d'actualisation ( $\alpha$ ) et de la durée de mission du système (T).

Évidemment, l'expression de  $\hat{A}$  dépend de la nature de la configuration des deux sous-systèmes  $SS_1$  et  $SS_2$ .

$$- C_A = \sum_{i=1}^N C_i \quad (4.14)$$

$C_A$  est le coût d'acquisition et de mise en service de l'ensemble des N composants du système industriel.

$$- C_R = \sum_{i=1}^N C_{Ri} \cdot (1 + \alpha)^T \int_0^T I_{Ri} \cdot dt \quad (4.15)$$

$C_R$  est le coût de réparation des N composants sur la durée de mission du système T.  $I_{Ri}$  étant la fonction caractéristique de l'état du composant i. Elle est égale à l'unité si le composant i est en cours de réparation et elle est nulle dans le cas contraire.

Rappelons que le paramètre  $C_R$  est proportionnel à la durée cumulée moyenne de réparation (c.-à-d.,  $C_R$  est d'autant important que cette durée cumulée moyenne l'est aussi). En conséquence, nous approchons ce paramètre  $C_R$  par la durée fournie par l'expression suivante :

$$d_k = T \cdot (1 - \hat{A}) \quad (4.16)$$

$d_k$  est la durée moyenne de dysfonctionnement (donc, des réparations) des composants « i » d'une configuration du système.

Une autre approximation du coût d'un système composé de plusieurs sous-systèmes  $SS_i$  ( $i = 1..k$ ) est fournie par l'expression suivante qui fait intervenir les contributions individuelles des indisponibilités limites des deux sous-systèmes :

$$C_R \approx \sum_{i=1}^k \frac{\hat{A}_{SS_i}}{\hat{A}_S} \cdot C_{Ri} \quad (4.17)$$

$\hat{A}_{SS_i}$  étant l'indisponibilité limite du  $SS_i$  et  $C_{Ri}$  étant son coût de réparation.

$$- C_D = C_u \cdot (1 + \alpha)^T \cdot (1 - \hat{A}) \quad (4.18)$$

$C_D$  est le coût de non-respect des délais du service rendu par le système industriel. Avec  $C_u$  est l'indemnité compensatoire unitaire du non serviabilité du système industriel.

$$- C_E = \sum_{i=1}^N i_E \cdot \tau_E \quad (4.19)$$

$C_E$  est le coût environnemental (cf. équation 4.3). Plus précisément, c'est le montant global des coûts de dommages environnementaux causés par le système. Généralement, après l'occurrence d'un impact environnemental significatif, le système industriel est arrêté et n'est pas réparé (Cantoni, 2000). Conséquemment, la probabilité d'occurrence d'un impact environnemental significatif est assimilée à la dé-fiabilité du système industriel. Car, par définition, la fiabilité du système traduit son fonctionnement continu (sans aucune réparation) jusqu'à sa panne.

Afin d'approcher ce paramètre  $C_E$ , nous proposons de faire appel à la notion de durée de vie moyenne «  $\theta$  » qui permet, pour une configuration donnée, de déduire l'instant d'occurrence du dommage environnemental. A ce propos, nous rappelons que par exemple pour les configurations  $SS_{2,1}$  et  $SS_{2,2}$ , cette durée est exprimée par les expressions suivantes :

$$\theta_{2,1} = \theta_{B1} \quad (4.20)$$

$$\theta_{2,2} = \theta_{B1} + \theta_{B2} \quad (4.21)$$

Ces durées sont ensuite exploitées pour déduire le nombre moyen de dommages environnementaux,  $n_S^E$ , sur une période T (durée de la mission du système industriel). Pour les configurations  $SS_{1,2}$  et  $SS_{2,2}$ , nous obtenons :

$$n_{2,1}^E = T/\theta_{2,1} \quad (4.22)$$

$$n_{2,2}^E = T/\theta_{2,2} \quad (4.23)$$

Par analogie avec le paramètre  $C_R$ ,  $C_E$  est également proportionnel au nombre moyen de dommages environnementaux (c'est-à-dire,  $C_E$  est d'autant important que ce nombre moyen de dommages environnementaux l'est aussi).

### C- Évaluation du meilleur coût

Enfin, la dernière étape de notre démarche est celle de la mise en rapport du Coût/Bénéfice par le biais de comparaisons, dans un premier temps, complétée, dans un second temps, par des décisions. Évidemment, les comparaisons des différentes configurations du système industriel (cf. figure 4.2) reposent sur l'acquisition des données sur le système, regroupées dans le tableau 4.1.

**Tableau 4.1-** Données relatives au système étudié

Composant	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Taux de défaillance ( $\lambda$ ) en an <sup>-1</sup>	2.6 E-3	5.3 E-3	3.6 E-3
Taux de réparation ( $\mu$ ) en an <sup>-1</sup>	0.1	0.3	0.1
Coût d'acquisition (10 <sup>3</sup> €)	0.7	4	6
Coût de réparation (10 <sup>3</sup> €)	2.5	1.5	0.5
Coût environnemental $C_E$ (10 <sup>3</sup> €) = 42			
Profit par unité de temps $P_1$ (10 <sup>3</sup> €) = 0.94			
Indemnité compensatoire unitaire $C_u$ (10 <sup>3</sup> €) = 3			
Taux d'actualisation $\alpha$ (%) = 2.5			
Durée de la mission T (années) = 30			

Donc, les comparaisons des différentes configurations des deux sous-systèmes du système industriel peuvent s'effectuer séquentiellement à deux niveaux (Mellal & Djebabra, 2015) :

- **Localement** au niveau des sous-systèmes ( $SS_1$  et  $SS_2$ ). Le but de ces comparaisons (locales) est d'éliminer, à ce niveau, certaines configurations des sous-systèmes qui ne rentrent pas en compétition et de limiter, par voie de conséquences, le nombre total des comparaisons nécessaires pour extraire la configuration optimale du système. Ces comparaisons locales sont effectuées moyennant la méthode Analyse Coûts-Efficacité (ACE), version simplifiée de l'ACB et dont le principe consiste à fixer un objectif en termes d'efficacité (disponibilité ou fiabilité du système industriel, dans notre cas) et de minimiser les coûts permettant d'atteindre cet objectif.
- **Globalement** au niveau du système pour extraire la configuration optimale du système qui fournit le meilleur profit.

L'illustration de cette stratégie de comparaisons locales et globales sur l'exemple de la figure 4.2 est détaillée ci-après.

### C.1. Comparaison locale des configurations des sous-systèmes $SS_1$ et $SS_2$

A partir des données du tableau 4.1 et en utilisant l'ensemble des équations (4.3 à 4.22), nous obtenons les résultats relatifs aux deux sous systèmes  $SS_1$  et  $SS_2$ , regroupés dans le tableau 4.2.

**Tableau 4.2-** Résultats relatifs aux différentes configurations de  $SS_1$  et  $SS_2$ .

Configuration	$SS_{1,1}$	$SS_{1,2}$	$SS_{1,3}$	$SS_{1,4}$	$SS_{2,1}$	$SS_{2,2}$	$SS_{2,3}$
Disponibilité limite	<b>0.975</b>	<b>0.999</b>	<b>0.999</b>	<b>0.998</b>	<b>0.983</b>	<b>0.999</b>	<b>0.999</b>
Coût d'acquisition (€)	700	1400	2100	2100	4000	10000	16000
Coût de réparation (€) substitué par durée cumulée moyenne de réparation	0.76	0.02	0	0	0.52	0	0

Signalons que dans le tableau ci-dessus, les coûts du non-respect des délais ainsi que ceux relatifs aux dommages environnementaux ne sont pas calculés à ce niveau de comparaisons locales des différentes configurations des sous-systèmes. Car ces deux coûts sont dits globaux et en conséquence ils seront évalués lors des comparaisons globales.

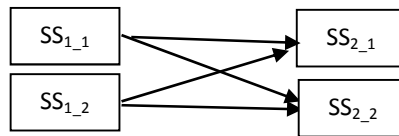
L'examen des résultats du tableau 4.2 montre que l'analyse coût-efficacité des deux sous-systèmes permet de confirmer que :

- Pour le sous-système  $SS_1$ , les configurations  $SS_{1,2}$ ,  $SS_{1,3}$  et  $SS_{1,4}$  ont d'une part pratiquement la même disponibilité limite, et d'autre part la même durée cumulée moyenne d'indisponibilité (donc, de réparation). Par contre, la configuration  $SS_{1,2}$  est avantageuse par rapport aux configurations  $SS_{1,3}$  et  $SS_{1,4}$  ( $SS_{1,2}$  présente le moindre coût d'acquisition). En conséquence, les configurations  $SS_{1,3}$  et  $SS_{1,4}$  sont donc à éliminer.
- Pour le sous-système  $SS_2$ , les configurations  $SS_{2,2}$  et  $SS_{2,3}$  ont la même disponibilité limite et la même durée d'indisponibilité (durée moyenne cumulée de réparation) mais la

configuration  $SS_{2,2}$  est meilleure du point de vue coût d'acquisition. D'où la décision de supprimer la configuration  $SS_{2,3}$  au niveau de  $SS_2$ .

Reste, donc, à départager les configurations  $SS_{1,1}$  et  $SS_{1,2}$  d'une part et  $SS_{2,1}$  et  $SS_{2,2}$  d'autre part. Compte tenu des avantages partagés de ces configurations. La comparaison globale de ces quatre configurations (c'est-à-dire au niveau du système) s'avère nécessaire. Ceci fera l'objet de la section §2.3.2.

Finalement la comparaison locale des configurations possibles des sous-systèmes  $SS_1$  et  $SS_2$  nous a permis de réduire le nombre de configurations à étudier d'un facteur de trois (figure 4.4).



**Figure 4.4-** Espace réduit de comparaisons des différentes configurations du système retenu

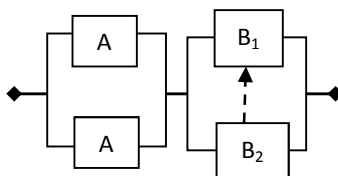
### C.2. Comparaison globale des configurations des sous-systèmes $SS_1$ et $SS_2$

La comparaison globale des configurations restantes ( $SS_{1,1}$ ,  $SS_{1,2}$ ,  $SS_{2,1}$  et  $SS_{2,2}$ ) s'effectue en se référant aux profits nets de ces configurations. Le tableau 4.3 fournit les résultats relatifs à ces comparaisons globales en se basant sur les équations (4.3 à 4.21) et sur les résultats du tableau 4.2.

**Tableau 4.3-** Résultats relatifs aux configurations de  $SS_{1,1}$  et  $SS_{1,2}$

<i>Contribution de la configuration →</i>	$SS_{1,1}$ & $SS_{2,1}$	$SS_{1,1}$ & $SS_{2,2}$	$SS_{1,2}$ & $SS_{2,1}$	$SS_{1,2}$ & $SS_{2,2}$
Disponibilité limite du système	0.9577	0.9745	0.9820	0.9992
Coût d'acquisition (€)	4700	10700	5400	11400
Coût de réparation (€)	93	116	177	170
Coût de non serviabilité (€)	3803.51	2294.65	1619.19	72.10
nombre moyen de dommages environnementaux	0.16	0.06	0.16	0.06
Coût de dommages environnementaux (€)	6720	2520	6720	2520
Total des coûts	15316.84	15630.5	13916.12	14162.35
Profit brut	27008.23	27481.01	27692.65	28177.41
Profit net	<b>11691.39</b>	<b>11850.51</b>	<b>13776.54</b>	<b>14015.06</b>

L'examen des résultats du tableau ci-dessus montre que la configuration optimale du système étudié est celle représentée par la figure 4.5.



**Figure 4.5-** Configuration optimale du système retenu.

#### **4.2.2 Discussions des résultats de l'optimisation d'éco-conception d'un système industriel**

Signalons d'abord que l'ACB est un outil d'aide à la décision (et non pas une règle de décision). Dans ce contexte, son application à un système simple mais suffisamment représentatif nous a permis de mettre en exergue l'intérêt de cette analyse. En effet, l'ambition d'ACB est de proposer un cadre d'analyse simple qui vise à orienter les différentes configurations possibles du système avec un maximum de visibilité. Par ce principe, nous avons montré que la version simplifiée d'ACB (méthode dénommée ACE) permet de supprimer au maximum les configurations non optimales.

Par ailleurs, les formulations retenues pour les différents coûts montrent que les coûts ont été pris de manière réaliste (coûts techniques, économiques et environnementaux).

Étant donné l'importance des coûts environnementaux et du principe du capital environnemental, le recours à des méthodes ACB/ACE permet de maîtriser les impacts environnementaux en amont (au niveau de la phase conception des systèmes industriels). Dans ce contexte, l'usage de l'ACE/ACB dans l'éco-conception des systèmes industriels présente des avantages majeurs :

- mieux rendre compte de la dimension économique de la dégradation de l'environnement,
- donner plus d'objectivité au débat sur l'environnement,
- sensibiliser les pollueurs aux coûts qu'impliquent leurs activités (industrielles, en particulier).

L'application de l'ACE/ACB au système retenu dans cette application nous a permis d'illustrer l'utilité des analyses économiques cadrées par la modélisation comportementale du système. Ainsi, les Diagramme-bloc-fiabilité et les formulations qui leurs sont associées ont apporté une aide précieuse à l'expertise ACE/ACB.

L'avantage de ces formulations (dont certaines sont simplifiées), en plus de leur simplicité, est leur possibilité d'évaluer aisément les performances du système en termes de disponibilité limite, fiabilité, durée moyenne cumulée de réparation, etc.

Notons par ailleurs, que les configurations de base sont simples à exploitées et les conditions de simplification des formulations de ces configurations sont souvent remplies (taux de défaillances et de réparation constants et en plus leur produit est négligeable devant l'unité) (Dhillon, 1980).

Enfin, il conviendrait de signaler que les calculs effectués ci-dessus sont relatifs aux données utilisées et aux hypothèses formulées sur les caractéristiques comportementales du système étudié. Évidemment, dans ces formulations nous n'avons pas pris en considération l'interdépendance des composants du système ainsi que d'autres paramètres de fonctionnement du système (partage de ressources de réparation, tests périodiques pour la détection de défaillances, ...). Mais, même avec ces considérations la combinaison ACB/ACE - méthodes de sûreté de fonctionnement reste valable, car il suffit de déployer d'autres méthodes plus adéquates de sûreté de fonctionnement pour gérer la complexité du système tels que les réseaux de Petri couplés avec la simulation Monte-Carlo (Dutuit et al., 1997).

### **4.3. Application de la démarche de pratique collaborative proposée à l'éco-conception des systèmes industriels par le biais de la méthode ELECTRE**

L'objectif de cette seconde application est de permettre aux acteurs d'une pratique collective de partager les données techniques spécifiques au projet par la mise en place d'une approche multicritères axée sur l'usage de la méthode Electre I<sup>17</sup> qui constitue un outil adéquat d'évaluation et de sélection d'une variante pour la réalisation d'un projet industriel tel que celui de Boosting que nous retenons comme exemple d'application (Mellal et al., 2015).

#### **4.3.1. Méthode préconisée pour le déploiement d'Electre I**

Rappelons d'abord que la méthode retenue dans cette partie de ce chapitre fait partie des méthodes d'évaluation multicritères des projets détaillées dans le chapitre deux du présent manuscrit. Appelées également méthodes des scores, ces méthodes nécessitent au préalable qu'une liste des projets ou solutions potentielles (actions potentielles) soit dressée ainsi que des critères soient définis et pondérés pour un total de 100%. Juger ensuite chacun des projets par rapport à chacun des critères, agréger ces jugements et enfin une note globale, attribuée à chaque solution ou projet, permet de le classer par rapport aux autres projets. Une échelle préalablement définie permet à l'utilisateur de faire la notation.

La différence majeure qui existe entre les méthodes d'analyse multicritère réside dans la façon de pondérer les critères et d'agréger les résultats de l'analyse pour choisir la solution optimale (Lehoux et Vallée, 2004). De ce fait, les méthodes d'agrégation multicritères peuvent être divisées en trois grandes catégories de méthodes avec agrégations (Mellal & Djebabra, 2011) : complète, partielle et locale.

Les méthodes d'agrégation de type ELECTRE font partie de la catégorie d'agrégation partielle. Elles sont dénommées également méthodes de sur-classement (Tille, 2001). Elles visent à aider le décideur à choisir (ELECTRE I et ELECTRE 1S), trier (méthodes de segmentation

---

<sup>17</sup> Appelée : Élimination Et Choix Traduisant la Réalité.

trichronomique), et ranger (ELECTRE III, ELECTRE IV et PROMETHEE) les actions potentielles en fonction d'objectifs fixés.

Dans la suite de ce chapitre, l'intérêt sera porté sur la méthode ELECTRE I qui a été construite pour des problèmes de choix multicritère (problème de choix ou problématique  $\alpha$ ). Dans ce but, elle vise à obtenir un sous-ensemble  $N$  d'actions, appelé noyau  $N$  (où  $N \subset V$ ) tel que toute action qui n'est pas dans  $N$  (donc  $V \setminus N$ ) est surclassée par au moins une action de  $N$ . Ce sous-ensemble (qu'on rendra aussi petit que possible), n'est donc pas l'ensemble des bonnes actions, mais c'est l'ensemble dans lequel se trouve certainement le meilleur compromis cherché. La construction de la relation de sur-classement s'inspire de la règle de Condorcet (Ginting, 2000).

La relation de sur-classement est donc soumise à deux types de conditions : concordance (une majorité de critères doit se dégager en faveur de l'action sur-classante) et une discordance (dans la minorité des critères, il ne faut pas qu'il existe une trop forte pression en faveur d'un sur-classement inverse).

La méthode ELECTRE I est composée des étapes (cf. figure 4.9) suivantes (Schärli, 1985) :

- i. **Etape 1 = Réaliser le tableau des performances** : Il s'agit de déterminer des critères cohérents puis d'évaluer les performances des variantes auprès de chaque critère.

Il est nécessaire de transformer ensuite ces valeurs en notes selon une échelle propre à chaque critère. Ces notes sont ensuite disposées dans le tableau des performances appelé aussi matrice des jugements. La difficulté de cette opération réside dans le fait que cette évaluation doit se baser sur une échelle de jugement chiffrée et dont la longueur est proportionnelle au poids du critère analysé.

- ii. **Etape 2 = Indices de concordance et de discordance** : L'hypothèse de sur-classement  $v_i S v_k$  est vérifiée pour chaque paire de variantes en calculant deux indices, dont les valeurs sont comprises entre 0 et 1 :

- Un indice de concordance global  $C_{ik}$  qui se base sur les indices de concordance spécifique  $c_j(v_i, v_k)$  et les poids des critères  $P_j$ . La valeur de  $C_{ik}$  se détermine ainsi :

$$C_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} c_j(v_i, v_k) \cdot p_j}{\sum_{j=1}^{j=m} p_j} \quad (4.24)$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} c_j(v_i, v_k) = 1 \text{ si } \delta_j(v_i, v_k) \geq 0 \\ c_j(v_i, v_k) = 0 \text{ si } \delta_j(v_i, v_k) < 0 \end{cases}$$

- Un indice de discordance global  $D_{ik}$  qui est calculé en considérant les critères  $c_j$  où  $\delta_j(v_i, v_k) < 0$ . Cette opération, qui est un peu arbitraire, consiste à chercher parmi ces critères, le minimum de  $\delta_j(v_i, v_k)$  ou plutôt le maximum de  $\delta_j(v_k, v_i)$ . La valeur de  $D_{ik}$  se détermine ainsi :

$$D_{ik} = \frac{\text{minimum} [\delta_j(v_i, v_k)] \text{ ou maximum} [\delta_j(v_k, v_i)]}{\text{amplitude de la plus grande échelle}} \quad (4.25)$$

Nous remarquons donc toute l'importance de la dimension à attribuer à l'échelle chiffrée adoptée pour l'évaluation des performances, celle-ci influençant directement la discordance.

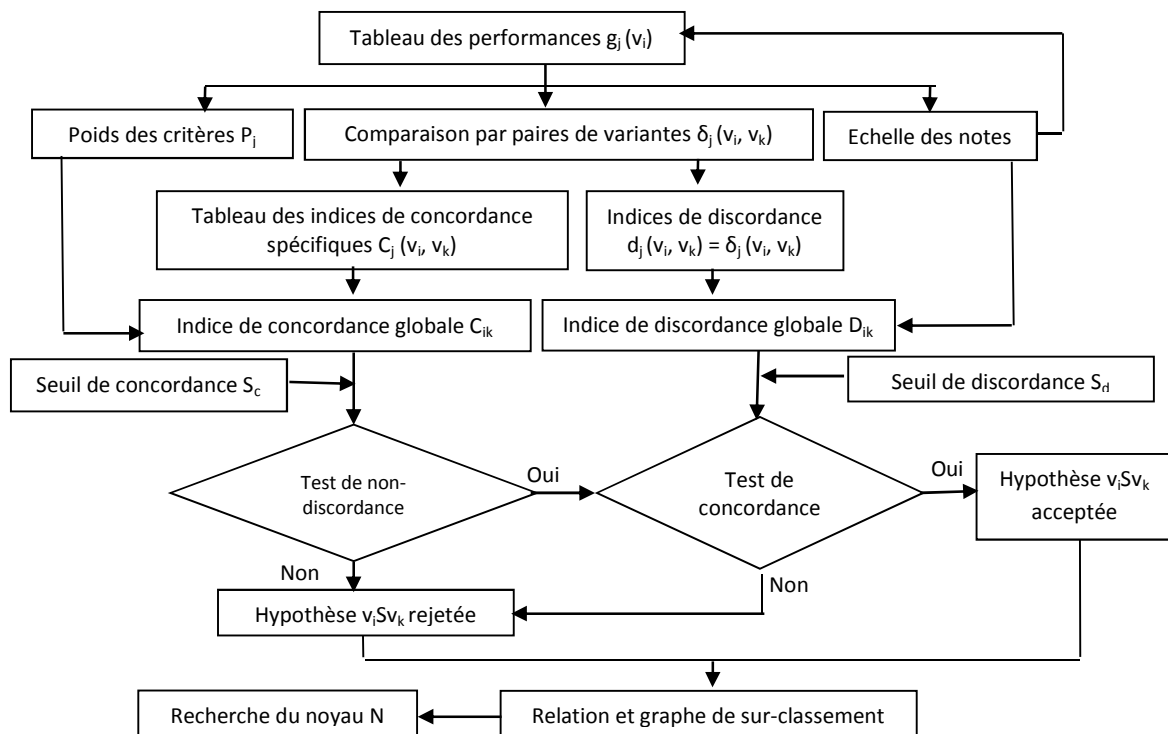
- iii. **Etape 3 = Seuils de sur-classement** : On vérifie ensuite si l'hypothèse de sur-classement  $v_i S v_k$  est respectée en fixant deux Seuils de sur-classement : un seuil de concordance  $S_c$  qui exprime le minimum de concordance requis et un seuil de discordance  $S_d$  qui exprime le maximum de discordance toléré.

On peut prendre en première approche les valeurs suivantes :  $S_c = 0,7$  et  $S_d = 0,2$ . On analyse ensuite les relations entre les variantes. Si les deux tests de concordance ( $C_{ik} \geq S_c$ ) de non-discordance ( $D_{ik} \leq S_d$ ) sont satisfaits, alors on peut affirmer que  $v_i S v_k$ .

- iv. **Etape 4 = Synthèse** : Un graphe de sur-classement représentant les différentes relations de sur-classement  $v_i S v_k$  entre les variantes est établi. Ceci permet de dégager le noyau N qui est défini comme suit ; toute variante n'appartenant pas au noyau est surclassée par au moins une variante appartenant au noyau et ensuite les variantes appartenant au noyau sont incomparables entre elles.

L'appartenance d'une variante au noyau ne signifie pas nécessairement qu'il s'agit d'une bonne solution, le noyau représentant simplement l'ensemble des variantes parmi lesquelles se trouve la « meilleure » et des variantes qui lui sont difficilement comparables. Il s'agit ensuite de procéder à une analyse de robustesse en faisant varier les valeurs des seuils de concordance et discordance de manière à observer le comportement de ce graphe, notamment la stabilité du résultat. Si les seuils sont exigeants ( $S_c = 0,8$  et  $S_d = 0,1$  par exemple), il y a un certain appauvrissement du graphe de sur-classement mais les relations de sur-classement sont très solides. En prenant par contre des seuils peu exigeants ( $S_c = 0,5$  et  $S_d = 0,3$  par exemple), on peut mieux départager les variantes, en faisant apparaître de nouvelles relations de sur-classement, qui sont cependant moins solides.





**Figure 4.6-** Démarche de la méthode « Electre I » d'après (Maystre & Pictet, 1994).

### 4.3.2. Application au projet de Boosting

Le complexe du champ gazier algérien de Hassi R'Mel constitue la plus grande installation de traitement de gaz en Algérie. Suite à la demande croissante du marché gazier national et international, la pression du gaz venant des puits a vu une chute remarquable. Une pression minimale de  $102 \text{ kgf/cm}^2$  ( $1 \text{ kgf/cm}^2 = 98.066,5 \text{ Pa}$ ) est cependant nécessaire pour garantir le bon fonctionnement de l'exploitation. Dans ce contexte et afin de prévenir la chute de pression du gisement, le groupe pétrolier algérien SONATRACH est intervenu dès 2001 avec un projet de compression qui a eu pour objectif d'installer trois stations de compression en amont des modules existants. Ce projet « BOOSTING I » fut réalisé au sein des installations entre 2001 et 2004.

Le projet considéré dans cette étude, constitue la seconde phase du projet de compression « BOOSTING II », a pour but de garantir au gaz extrait la pression nécessaire à son traitement (voir annexe 5). D'où l'objectif du choix de cet exemple : Comment assister l'évaluation et le choix d'une des technologies proposées par les prestataires pour réaliser la phase 2 du projet BOOSTING? Quels sont les critères à prendre en considération de sorte à éviter toute atteinte à l'environnement ?

Rappelons par ailleurs qu'en termes d'environnement avoisinant, la station de Boosting nord est entourée par une zone d'habitations. Toujours à proximité de cette station se trouve la route de

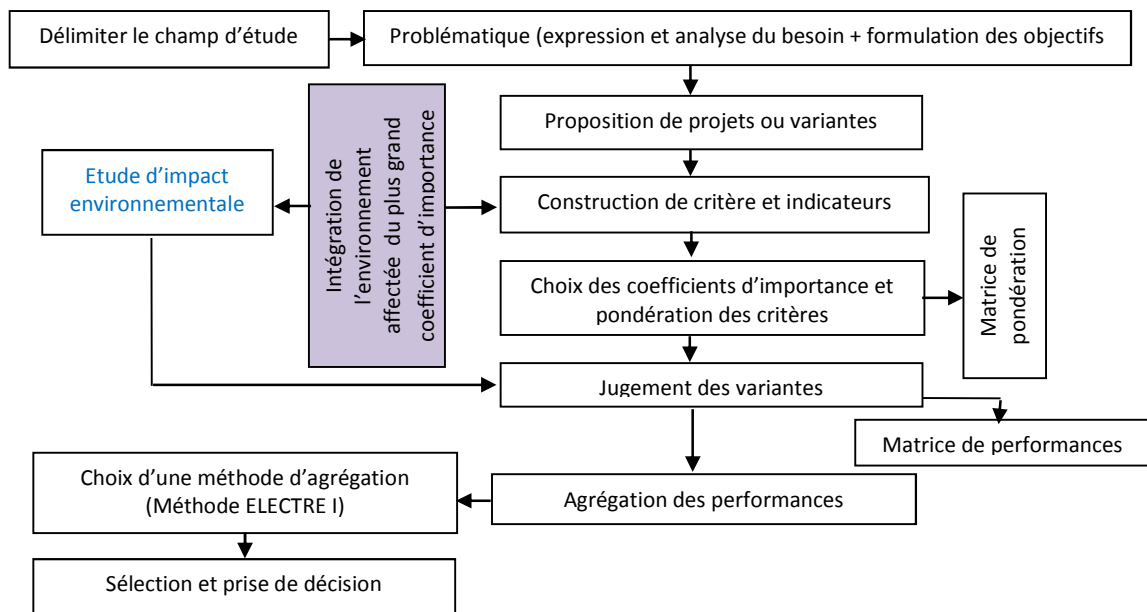
grande circulation reliant deux grandes villes qui sont Hassi R'Mel et Laghouat. De même, la station de Boosting centre, est caractérisée par la présence d'un complexe agricole de culture et d'élevage, géré par le groupe pétrolier SONATRACH. Les premières habitations se trouvent à environ 2 km du site. Aucune zone d'habitations n'existe à l'approche de la station de Boosting sud, la base de vie située à 4 km représente la zone d'habitation la plus proche. Une route principale, la RS24, permet l'accès à cette station par le sud au niveau des zones de torchère (figure 4.7).



**Figure 4.7-** Localisation des stations (sud, nord et centre) du champ Hassi R'Mel, Algérie.

Rappelons que l'application de la méthode ELECTRE I au projet Boosting 2 consiste en un établissement d'une matrice de jugements, appelée également matrice de performance, et d'aboutir à une solution qui répond à nos objectifs.

La figure 4.8 illustre les étapes à suivre pour étayer nos propos



**Figure 4.8:** Démarche d'évaluation du projet Boosting 2.

### 4.3.3. Résultats

#### A- Définition des actions potentielles

Il s'agit de procéder à l'inventaire des variantes (actions potentielles, dans notre cas). Dans le cas du projet Boosting 2, nous disposons de deux prestataires de l'ensemble des variantes  $V = \{JGC, ABB\}$ :

- JGC/ITOCHU : (JGC CORPORATION Japon en groupement avec ITOCHU Japon).
- ABB/SARPI : (ABB Spa Italie en groupement avec SARPI Spa (50% Groupe pétrolier SONATRACH et 50% ABB)).

#### B- Construction de critères

Dans cette étape, il s'agit d'élaborer la liste de critères à prendre en considération qui doivent être en relation avec les contraintes et les objectifs utilisés dans la génération des variantes. Dans ce contexte et d'après les responsables du projet Boosting 2, nous avons retenu une famille de cinq critères  $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5\}$  regroupés dans le tableau suivant:

**Tableau 4.3-** critères retenus dans le projet Boosting 2.

<i>Critère</i>	<i>Spécification</i>
Performance l'environnementale (C1)	<p>L'environnement représente notre critère potentiel, étant donné que notre objectif est d'optimiser la production en assurant la protection environnementale. Ce critère argumente alors notre prise de décision et le choix de la variante par conséquent de la meilleure technologie qui présente peu d'impacts environnementaux.</p> <p>Ce critère définit les impacts du projet BOOSTING sur l'environnement. L'exploitation de cette installation contribue à l'émission de contaminants actuellement ciblés tant au niveau national qu'international tels que les gaz à effet de serre et le rejet de substances toxiques. Selon l'étude d'impact de chaque technologie proposée, nous identifions trois indicateurs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les émissions en monoxyde de carbone CO : 27.18 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> dans le cas de la première variante (JGC) et 26.20 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> pour la deuxième (ABB).</li> <li>✓ Les émissions en oxyde d'azote NOx : 1.73 <math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math> émis en cas de la première variante et 1.93 <math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math> dans le cas de la deuxième.</li> <li>✓ Le bruit : Cet indicateur présente la même valeur pour les deux variantes (95.32 dB).</li> </ul>
Performance technologique (C2)	<p>Un projet de telle envergure engendre nécessairement des risques technologiques. D'où la nécessité du déploiement de l'analyse des risques moyennant des méthodes spécifiques (HAZOP - HAZard and OPerability studies, dans notre cas .(voir annexe 4). En ce qui concerne ce critère, la première variante (technologie du prestataire JGC) est meilleure car ce prestataire est le réalisateur de la phase1 du Boosting mise en service depuis 2004 et assure une fiabilité technologique acceptable. Par contre la phase 2 du Boosting réalisée par ABB et mise en exploitation en 2009 a entraîné des défaillances techniques remarquables (fuite au niveau des vannes, fausses alarmes, saturation du système de contrôle, etc.)</p>
Compétence sécurité (C3)	<p>Ce critère est défini par deux indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les barrières de sécurité qui sont assurées, dans notre cas, par les détecteurs installés dans le turbocompresseur FA (fire alarm), FT (fire temperature), UV (ultra-violet), GD (gaz detector). La première variante (JGC) prévoit 21 détecteurs alors que la deuxième (ABB) prévoit 25 détecteurs.</li> <li>✓ Les statistiques des accidents ou LTI (Lost Time Incident), la moyenne durant cinq ans (2000-2004) est donnée par : <math>LTI_{ABB} = 0.1</math> et <math>LTI_{JGC} = 0.052</math></li> </ul>
Expérience (C4)	<p>Il s'agit, ici, du nombre de projets réalisés en Algérie depuis 1990. Afin de mettre en évidence l'expérience des prestataires au niveau du groupe pétrolier SONATRACH et leur conformité aux règlements algériens.</p> <p><math>Nb_{ABB} = 5</math> et <math>Nb_{JGC} = 8</math>.</p>

Coût (C5)	<p>Suivant ce critère, l'intérêt est porté sur le montant du coût global proposé par chaque prestataire en DA (Dinar Algérien) pour réaliser le projet Boosting 2. Le coût global relatif à la première variante (JGC) est de 3.044.267.000 DA contre un coût global de 2.069.162.692 DA pour la deuxième variante.</p> <p><i>Note</i> : le maître d'ouvrage a exigé le même délai de réalisation du projet (32 mois) pour les deux prestataires. Par conséquent, ce critère n'est pas pris en considération.</p>
--------------	---

### B- Pondération des critères

La pondération des critères traduit l'importance de celle-ci dans la matrice de sélection. La classification des poids est facultative. Mais, nous devons les ranger en trois catégories (tableau 4.4).

**Tableau 4.4-** Pondération des critères

<i>Critère</i>	<i>Indicateur</i>	<i>Poids (en %)</i>
Performance technologique		1.2
Compétence sécurité	Statistiques des accidents	
	Barrières de sécurité	
Sécurité environnementale	Emissions CO	1.8
	Emissions NOx	
	Bruit	
Expérience	Nombre de projets réalisés en Algérie	0.6
Coût		0.4

### C- Tableau de performances

Il s'agit de juger chaque variante par rapport à chacun des critères. L'ensemble des évaluations est présenté dans le tableau suivant, appelé tableau des performances ou matrice des évaluations.

**Tableau 4.5-** Matrice de performances du projet Boosting 2.

<i>Critère → Variante ↓</i>	<i>Performance technologique</i>	<i>Compétence sécurité</i>		<i>Sécurité de l'environnement</i>			<i>Expérience</i>	<i>Coût</i>
		SA	BS	E_CO	E_NOx	Bruit		
ABB (V1)	Moyenne	0.1	25	26.20	1.93	95.52	2	2.069.162.692
JGC (V2)	Bonne	0.05	21	27.18	1.73	95.32	8	3.044.267.000
Poids	1.2			1.8			0.6	0.4

**Légende** : SA = Statistiques des accidents ; BS = Barrières de sécurité ; E\_NOX = Emission NOX  
E\_CO : Emission du CO ; NPRA = Nombre de jours réalisés en Algérie.

### D- Agrégation de performances

Dans l'agrégation des jugements (tableau suivant), toutes les données vont être traduites en notes selon une échelle propre à chaque critère (Poids fort de 0 à 10 ; Poids moyen de 2 à 8 ; Poids faible de 3 à 7). Signalons que la grandeur de l'échelle dépendra de l'importance accordée à la discordance sur ce critère.

**Tableau 4.6-** Échelle des poids retenus dans le cadre du projet Boosting 2.

Critère	Indicateur de critère	Poids (en %)	
Performance technologique		1.2	Poids moyen
Compétence sécurité	Statistiques des accidents		
	Barrières de sécurité		
Sécurité de l'environnement	Emission en CO	1.8	Poids fort
	Emission en NOx		
	Bruit		Poids faible
Expérience	Nombre de projets réalisés en Algérie	0.6	
Coût		0.4	

A partir du tableau précédent, nous obtenons la matrice des agrégations de performances du projet Boosting 2 (tableau suivant).

**Tableau 4.7 -** Matrice d'agrégation de performances du projet Boosting 2.

Critère → Variante ↓	Performance technologique	Compétence sécurité		Sécurité de l'environnement			Expérience	Coût
		SA	BS	E_CO	E_NOx	Bruit	NPRA	
ABB (V1)	3.5	2.5	6	7.5	6	3	4	5
JGC (V2)	6	6	4.5	5.5	7.5	3	5	4
Poids	1.2			1.8			0.6	0.4
Echelle Min-Max	2-8			0-10			3-7	

**Légende :** SA = Statistiques des accidents ; BS = Barrières de sécurité ; E\_NOX = Emission NOx  
E\_CO : Emission du CO ; NPRA = Nombre de jours réalisés en Algérie

### E- Relation de sur-classement pour la détermination des indices de concordance et de discordance

L'indice de concordance est fourni par la relation (4.23) :

$$C(V1, V2) = \frac{0+0+1.2+1.8+0+1.8+0+0.4}{10} = 0.52 ;$$

$$C(V2, V1) = \frac{1.2+1.2+0+0+1.8+1.8+0.6+0}{10} = 0.66$$

Rappelons que l'indice de discordance est fourni par la relation suivante :

$$D(V1, V2) = \frac{1}{\gamma} \max_j [c_j(V2) - c_j(V1)] \quad (4.26)$$

Où :  $\gamma$  est l'amplitude de la plus grande échelle.

D'où l'indice de discordance :

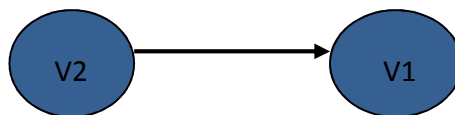
$$D(V1, V2) = \frac{6-2.5}{10} = 0.35 \text{ et } D(V2, V1) = \frac{7.5-5.5}{10} = 0.2$$

### F- Seuils et graphe de sur-classement

Les indices de sur-classement sont successivement :  $S_c = 0.6$  pour l'indice de concordance et  $S_d = 0.2$  pour l'indice de discordance. D'où :

$$V_i \text{ surclasse } V_j: V_i S V_j \text{ ssi } \begin{cases} C(V_i, V_j) \geq S_c \\ D(V_i, V_j) \leq S_d \end{cases}$$

Les seuils de sur-classement ont été obtenus, notre but est d'isoler un sous-ensemble de solutions  $N$  dite noyau. Dans notre cas, il s'agit d'identifier parmi les deux variantes, la meilleure solution sur une majorité des critères et surtout avec le moins d'impact sur l'environnement. En considérant  $S_c = 0.6$  et  $S_d = 0.2$ , nous obtenons le graphe suivant ( $V2 \text{ SV1}$ ) :



**Figure 4.9-** Graphe de sur-classement

### Conclusion

*Dans ce dernier chapitre, nous avons appliqué la pratique d'une collaboration en management de projets. Dans le cadre de cette application, nous avons illustré l'intérêt de d'avoir recours à des méthodes mono et multicritères à l'image des méthodes ACB/ACE et ELECTRE.*

*Ainsi et pour l'usage des méthodes ACB/ACE, nous avons montré que le recours à des formulations simples appuyées par des méthodes de sûreté de fonctionnement telles que la méthode Diagrammes-Blocs-Fiabilité que nous avons utilisé, en grande partie, pour effectuer des analyses ACB/ACE du système retenu est suffisant pour mener à bien une analyse d'éco-conception des systèmes industriels. Dans ce contexte, nous signalons que parmi les motivations qui nous ont incités à nous limiter aux méthodes simples de sûreté de fonctionnement dans notre application et de préparer les acteurs impliqués dans une pratique collective pour les utiliser dans le cadre d'une analyse plus stratégique que l'analyse coût-efficacité. Il s'agit d'Analyse Coût-Management (ACM) que nous préconisons pour une pratique collective en management de projets.*

*Par ailleurs la démarche basée sur la méthode ELECTRE, ce choix permet d'aider le décideur à prendre sa décision quant au prestataire pour la réalisation du projet Boosting 2. Dans notre*

*cas, les résultats obtenus sont en faveur du prestataire japonais JGC. Évidemment, ce choix est dicté par la prise en compte de plusieurs critères parmi lesquels figure l'impact environnemental, critère potentiel dans la prise de décision du projet Boosting 2. Signalons par ailleurs que si l'on se réfère au seul critère "coût du projet", il est évident que le prestataire ABB est meilleur. Cependant et compte tenu des autres critères technico-environnemental, son choix par le groupe pétrolier SONATRACH a eu des conséquences néfastes sur la sécurité de l'installation et celle de l'environnement.*

*En conséquence, la méthode multicritères développée dans cette étude nous a permis, non seulement, d'illustrer sa faisabilité pour la prise en compte de la problématique environnementale en production, mais également de remettre en cause le choix du groupe pétrolier SONATRACH basé sur le seul critère "coût du projet".*



# Conclusion Générale

Le processus de management de projet est caractérisé par un nombre de phases, donc plusieurs décisions en séquence et chaque décision courante influence la résolution des problèmes qui suivent. D'où le caractère de problème de décision séquentielle.

Pour réussir un projet et atteindre ses objectifs attendus, le chef de projet, le principal acteur de cette réussite doit agir à la fois en termes (Hougron & Cousty, 2015) : d'anticipation (planifier, coordonner, intégrer son projet dans l'environnement), de gestion (budget, équipes, fournisseurs, parties prenantes), d'assurance (qualité, respect des délais, satisfaction des clients) et de communication (négocier, convaincre).

Cette réussite est conditionnée par certains principes parmi eux, parmi lesquels le principe de construire la vision, de promouvoir la performance et le principe relatif à la notion de « la collaboration dans les projets ».

Notre objectif est de répondre à notre problématique exposée en introduction générale et qui consiste à surmonter les difficultés couramment rencontrées dans le déploiement des approches « processus efficaces » et « outils pertinents » en management de projets.

D'où l'orientation retenue basée sur l'anticipation et l'aide à la décision et qui consiste à proposer une démarche de pratique collaborative qui cadre la première approche « processus efficaces » et de mobiliser, dans le cadre de cette démarche, des « outils pertinents » permettant d'optimiser les différents objectifs du projet, tout en respectant un ensemble de contraintes industrielles et environnementales. Nous avons développé des méthodes d'optimisation qui sont des méthodes d'aide à la décision en management de projets permettant la conception et la réalisation de système industriels avec un cout réduit et un niveau plus élevé de technologie et de performance.

L'intérêt est porté sur deux types de méthodes; l'une est monocritère représentée par la méthode ACB et appliquée sur un scénario académique et l'autre étant multicritères représentée par la méthode ELECTRE, objet d'une application sur scénario réel industriel.

La méthode Analyse coût-bénéfice (ACB) outil économique nous a permis de concrétiser et de mettre en avant l'apport de cette méthode couplée avec certaines méthodes de sûreté de fonctionnement (SDF) à l'efficacité des processus de décision.

Étant donné l'importance des coûts de la production d'un système, des coûts de la pollution et du prix implicite du capital environnemental, il semblerait approprié d'avoir recours à des analyses coûts-bénéfice pour établir des estimations des dommages subis par l'environnement et de la

lutte contre la pollution. Les États-Unis, par exemple, ont subordonné toutes les réglementations importantes à des analyses coûts-bénéfice en 1981.

Le recours à cette méthode analyse coûts-bénéfice dans le domaine des projets environnementaux plus précisément l'éco-conception de système de production aurait en particulier l'intérêt de:

- Mieux rendre compte de la dimension économique de la dégradation de l'environnement;
- Donner plus d'objectivité au débat sur l'environnement;
- Réduire les conflits d'une construction collaborative dans les projets environnementaux
- Sensibiliser les pollueurs aux coûts qu'impliquent leurs activités.

La mise en place d'indicateur de synthèse de performance environnementale est une évolution importante dans les projets dans la mesure où elle nécessite une approche multicritère faisant intervenir plusieurs contraintes (coût, délai, sécurité du système, fiabilité...) ou acteurs.

Sous ces conditions, la mise en œuvre de la méthode ELECTRE, permet, d'une part, de bien rendre compte de la notion de performance et contraintes, d'autre part, elle est l'occasion de structurer un dialogue très constructif entre les différents acteurs sur la notion de performance environnementale.

Le travail développé dans le cadre de cette thèse de doctorat est très bénéfique pour nous car il nous a permis de pratiquer et par voie de conséquences de nous familiariser avec autant de méthodes d'aide à la prise de décision et même de sûreté de fonctionnement dans le cadre de la démarche de pratique collaborative.

Les résultats obtenus attestent de la robustesse des méthodes déployées et permettent de mieux gérer le comportement consensuel obligatoire dans toute pratique collaborative.

Ces résultats nous offrent un cadre encore plus pertinent pour promouvoir nos contributions en matière de pratique collaborative. Dans ce contexte, plusieurs pistes sont envisageables. Parmi lesquelles, deux qui attirent notre attention :

- la première consiste à fusionner les bonnes pratiques avec les pratiques collaboratives. Cette fusion nous permet d'user des référentiels internationaux pour mieux cadrer la pratique collaborative,
- la seconde consiste à cadrer la pratique collaborative par la dimension ergonomique afin de modéliser les comportements humains en situation de travail collectif (Co-activité). L'objectif de cette perspective est de développer un modèle axé sur l'analyse des tâches communes au travail collectif (donc, collaboratif). L'intérêt de cette modélisation est de se focaliser sur les tâches cruciales qui peuvent remettre en cause (ou qui freinent) la pratique collaborative et d'établir une sorte de responsabilisation des acteurs pour faire face aux divergences possibles lors de l'exécution de ces tâches.

# Références bibliographiques

- Abel M H. (2008). “Competencies management and learning organizational memory”. *Journal of knowledge management*. Vol. 8 Issue 6, 115-130.
- AEE. (1995). “L’Evaluation de Dobris”. Premier rapport consacré à l’état de l’environnement paneuropéen, publié en 1995 par l’Agence Européenne pour l’Environnement – AEE.)
- AFNOR FD X-50-158. (1991, 3 5). Retrieved 2009, from <http://www.afnor.org/>
- AFITEP (Association Francophone de Management de projet), (2010). “Le nouveau paradigme du management de projet?”. *Revue francophone de management de projet*. N° 109.
- Ambec S. and Lanoie, P. (2008). “Does it pay to be green? A systematic overview”. *Academy of Management Perspectives*, Vol. 22, n° 4, 45-62.
- Balinski M. & Laraki R. (2012). “Jugement majoritaire vs. Vote majoritaire”. *Cahier n° 2012-37*. URL : <http://www.economie.polytechnique.edu/>
- Bérubé, J. (2006). “Recherche exploratoire sur les critères de succès des projets des petites et moyennes entreprise”s. *Cahier de recherches exploratoires en gestion*, 3, 1-30.
- Bescos, P.L. (1995). “Contrôle de gestion et management”. Editions Montchrestien.
- Bourrée F., Michel P. & Salmi L-R., (2008), “Méthodes de consensus : revue des méthodes originales et de leurs grandes variantes utilisées en santé publique”, *Revue d’Epidémiologie et de Santé Publique*, 56(6): 415–423.
- Boubaker L., Djebabra M. & Saadi S., (2014), “Contribution of stakeholder theory in the management of environmental quality of Algerian firms: case study of Sonatrach-group, Algeria”, *Management of environmental quality: an international journal*, Vol. 25 Issue 1, 335-351.
- Boubaker L., Djebabra M., Mellal L. & Chabane H., (2012), “Environmental knowledge memory: contribution of the DIK model”. *Safety Science*. Vol. 50, 554-562.
- Boubaker L. Djebabra M. & Mellal L., (2010). “Modèle DIC (données-informations-connaissances) outil support pour le développement des mémoires projets”. *Revue des sciences de gestion n° 243.244-*, 153-156.
- Bourguignon, A. (2000). “Performance et contrôle de gestion”. In E. Economica (Ed.), *Encyclopédie de Comptabilité, Contrôle de gestion et Audit* (pp. 931-941). Ed. Economica.
- Bourguignon, A. (1995). Peut-on définir la performance? ”. *Revue Française de Compatibilité* 6166.
- Bryde, J. D. (2005). “ Method for Managing Different Perspectives of Project Success”. *British Journal of Management*, 16, 119-131.

- Burlaud, A., Eglem, J.-Y., & Mykita, P. (2004). Dictionnaire de gestion : Comptabilité, finance, contrôle . Foucher
- Bouzaïne L., Bocquet J.C., Peres F., Billy F., Haïk P.& Lannoy A. (2005) “Méthodes et outils pour une approche d’anticipation des défaillances potentielles dues au vieillissement d’un système ou d’un composant“. Actes du 6<sup>ème</sup> congrès international pluridisciplinaire Qualité et sûreté de fonctionnement -Qualita’05, Bordeaux-France.
- BTA, (2005). Guide de préparation d’un plan d’évaluation de projet. Bureau des Technologies d’Apprentissage (BTA) développement des ressources humaines canada.
- Cantoni, M., Marseguerra, M. and Zio, E. (2000), "Genetic algorithms and Monte Carlo simulation for optimal plant design", Reliability Engineering and System Safety, Vol. 68, pp. 29–38.
- Caroly S., (2010), “Activité collective et réélaboration des règles : des enjeux pour la santé au travail”. Humanities and Social Sciences. Université Victor Segalen - Bordeaux II, 2010. <tel-00464801v2>. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00464801/document>.
- Casley.DJ et Lury.DA (1995). “Manuel sur le suivi-évaluation des projets de développement agricole et rurale”. The World Bank.
- Chen Z. et Zedek M., (2005). “Évaluation des projets d’infrastructures transport”. [http://www.transport.com/fichiers/travaux/gran-oral-2005/evaluatio\\_projets.pdf](http://www.transport.com/fichiers/travaux/gran-oral-2005/evaluatio_projets.pdf).
- Côté G. & Waub J-P., (2000), “L’évaluation des impacts d’un projet routier : l’utilité de l’aide multicritère à la décision”. Cahiers de géographie du Québec, 44(121).
- Cousty J-J. & Hougron T., (2015), “La conduite de projets”. 3<sup>ème</sup> édition. DUNOD, Paris.
- Daaboul, J. (2011). “ Modélisation et simulation de réseau de valeur pour l’aide à la décision stratégique du passage de la production de masse à la customisation de masse”. Ecole Centrale de Nantes-France. Thèse doctorale.
- Daaboul J. (2012). “From value chains to value networks: Modeling and simulation”. 9th International Conference on Modeling, Optimization & SIMulation. Nante, France.
- Darses F. & Falzon P., (1996), « La conception collective : une approche de l’ergonomie cognitive », dans « Coopération et Conception », G. de Terssac, E. Friedberg (Eds.), Toulouse, Octarès.
- Da Silva L. (2013). “Les indicateurs de performance environnementale au service de l’efficacité : Le cas de la mine canadien malartic”. Maîtrise en environnement. Université de sherbrooke
- Deniau A-I. (2003), « Moteurs de recherche et restitution de l’information dans les grandes entreprises : l’exemple du portail Cyberthèque de la Direction des Systèmes d’Information de la Société Générale ». domain.shs.info.gest. 2003. <mem00000013>. URL : [http://memsic.ccsd.cnrs.fr/mem\\_00000013/document](http://memsic.ccsd.cnrs.fr/mem_00000013/document)
- Delberq A. & Vandeven A. (1971). “A group process model for problem identification and program planning”. Journal Of Applied Behavioral Science VII. Vol. 7. Issue 4, 466–492.
- Delvecchio S. (2006). “Mesure quantitative des impacts de risque en contexte d’impartition”. Mémoire présenté en vue de l’obtention du grade de maître des sciences, Université de Montréal, Canada.
- Désille D., Dussaux V. et Reviere B, (2010) “Concevoir et mettre en œuvre le Suivi-Evaluation des projets eau et assainissement”.Guide méthodologique.1<sup>ère</sup> édition. Coopération décentralisée et non gouvernementale. 37 pages.

- Djebabra M., Boubaker L. & Saadi S. (2011). "Capitalization of environmental knowledge: an ideal tally for the control significant environmental impacts". *Int. Journal Environment and Sustainable Development*, Vol. 10 n° 3, 288-301.
- Dhillon, B.I. (1980), "Reliability apportionment/allocation: a survey". *Microelectronics and Reliability*, Vol. 26, 1121-1129.
- Darses F. et Falzon P., 2004, "La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive". Communication présentée au séminaire du GDR CNRS FROG. Toulouse, 1-2 décembre 1994. France.
- Drobenko B., (1999), « La convention d'Aarhus », *Revue juridique de l'environnement*, pages 31-61.
- Dutuit, Y., Chatelet, E., Signoret, J.P. & Thomas, P. (1997), "Dependability modeling and evaluation by using stochastic Petri nets: application to two test-cases", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 55,117–124.
- Ezratty V. (2012) « Développement d'une nouvelle approche pour la performance durable des projets d'une organisation. Ecole Centrale Paris, <NNT :2012ECAP0001>.<tel-00680991>. URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00680991/document>
- FIDA (Fonds International de Développement Agricole). (2002). Module 6 : "Collecter, gérer et communiquer de l'information". Du guide pratique de suivi et d'évaluation des projets de développement rural. Document du Comité d'évaluation. Rome, <http://www.ifad.org/gbdocs/eb/ec/f/29/ EC-2001-29-W-P-3.pdf>.
- Institut National de Recherche en Sécurité (INRS), (2014), "La co-activité autour des avions en escale : référentiel des risques et mesures de prévention". Document ED6180.
- Jacot, J.H., 1990. "A propos de l'évaluation économique des systèmes intégrés de production". ECOSIP France. Gestion industrielle et mesure économique, Editions Economica, Paris.
- Jasch, C. (2009). "Environmental and material flow cost accounting: Principles and procedures". Vienna, Austria, Springer, 194 p. 25. (Collection Eco-Efficiency in Industry and Science).
- Julien G., Bruno U et Daniel Leroy. (2011), « La gestion des risques liés aux situations de co-activité dans la phase de planification de projets », Communication présentée dans le 1<sup>er</sup> Congrès International en Management et Gestion des projets, Gatineau, (Québec), Canada, 2011.
- Genane Y. & Gilbert S. (2004) "une méthode pour la comparaison de partitions ». *Revue de statistique appliquée*. Tome 52, n° 1, 97-120.
- Ginting, R. (2000). "Intégration du système d'aide à la décision multicritères et du système d'intelligence économique dans l'ère concurrentielle", Doctoral thesis supported at the University of Law and Sciences of Aix-Marseille. France.
- Gondran N, (2013) « Système de diffusion d'information pour encourager les PME-PMI à améliorer leurs performances environnementale ». Thèse de doctorat soutenue à l'école nationale supérieure des mines de Saint-Etienne. 2013.
- Gore, A. (1993). "Earth in the balance: Ecology and the human spirit". Penguin books édition, New York.

- Gressel O-Z., (2007), “ Vers l’intelligence collective des équipes de travail : une étude de cas”.  
Revue Management & Avenir, n° 14, 41-59.
- Groupe de recherche et d’échanges technologiques –Gre-t, (2006). Les tableaux logiques simplifiés  
2 : Des outils pour programmer, suivre, évaluer et présenter ses projets. Coopérer aujourd’hui  
n° 47, <http://www.gret.org>
- Guesdon G., (2011). “Évaluation des impacts environnementaux” : 5 e. Méthodes et outils d’aide  
multicritères à la décision – Comparaison de Saaty. Document de l’Université de Laval.  
[http://www.gci.ulaval.ca/fileadmin/gci/documents/rgalvez/Coursenclasse/powerpointGuesdon/Cours  
5e\\_OutilsmcomparaisonSaaty.pdf](http://www.gci.ulaval.ca/fileadmin/gci/documents/rgalvez/Coursenclasse/powerpointGuesdon/Cours5e_OutilsmcomparaisonSaaty.pdf)
- Guennou, P. (2001). “Indicateurs de performance”. In C. Bonnefous, & A. Courtois, Maîtrise de la  
performance, les travaux de l’AFG, pages 149-173.
- Guyot B., (2012), « Introduction à l’ingénierie documentaire et aux sciences de l’information ».   
polycopie introductif pour la formation chef de projet en ingénierie documentaire, Cnam.  
2011. <sic00665267>. URL : [archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic\\_00665267/document](http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00665267/document)
- Halata. L., (2012). “ Impact de la certification ISO 14001 sur la performance environnementale  
d’une entreprise algérienne : Cas de l’entreprise nationale des industries de l’électroménager  
(ENIEM) ”. Mémoire de magister en sciences économiques.
- Harscoet E., (2007), “ Développement d’une comptabilité environnementale orientée vers la  
création de valeur : L’application à un investissement de prévention des pollutions”. Thèse de  
doctorat soutenue à l’école nationale supérieure d’arts et métiers de Paris. Spécialité « Génie  
Industriel », France.
- Henri, J. and Journeault, M. (2008). “Environmental performance indicators: An empirical study of  
Canadian manufacturing firms. Journal of environmental management, vol. 87, n° 1, 165-176.
- Holsapple C. & Joshi K. (2002). “A collaborative approach to ontology design”. ACM - Ontology:  
different ways of representing the same concept, vol. 45, issue 2, 42–47.
- Hughes, S. W., Tippett, D. D & Thomas, W. K. (2004). “Measuring Project Success in the  
Construction Industry”. Engineering Management Journal, 16, 31-37.
- ISO14062, (2002), Environmental management - Integration of the environmental aspects in  
product design. ISO/TR 14062, Geneva.
- ISO14031, (1999), “Management environnemental – Evaluation de la performance  
environnemental”. Lignes directrices. ISO/TR 14031, Geneva.
- Juli T. (2011) Leadership Principles for Projects Success, CRC Press, Taylor & Francis Group  
London.
- Karapiperis S. & Apostolou D. (2006). “Consensus building in collaborative ontology engineering  
processes”. Journal of Universal Knowledge Management. Vol. 1 issue 3, 199–216
- Kébé P.I. (2006)., «Les méthodes d’évaluation des projets de R&D à la croisée des chemins ? »  
Cahiers de recherche 4/2006. Groupe ESC CLERMONT Graduate School of Management,  
pages 1-30.
- Ketele K. & Chastrette J.M., (1988) Guide du formateur. Ed. de Boeck, Coll. Pédagogies en  
développement, Bruxelles.

- Kunz W. & Rittel H. (1970). "Issues as elements of information systems". Working paper n°131. URL: <http://www.cc.gatech.edu/~ellendo/rittel/rittel-issues.pdf>
- Laville E. (2008). « De la prévention des risques à l'anticipation des opportunités de marché : La nouvelle frontière de la politique environnementale des grands groupes », Responsabilité & Environnement, N° 50, 14-18.
- Lebas, M. (1995). "Oui, il faut définir la performance". Revue française de comptabilité ,269, 66-72.
- Le Bissounais J., 2008, « Management de projets » Techniques de l'ingénieur. AG 3150, 16 pages.
- Lehoux N. et Vallée P. (2004). "Analyse Multicritère. Polyttech Laval, CA, 2004  
[http://www.cours.polymtl.ca/mth6414/automne2004/presentations/Multi\\_criteres.pdf](http://www.cours.polymtl.ca/mth6414/automne2004/presentations/Multi_criteres.pdf)
- Lesca, H. & Caron, M-L., (1995) - Veille stratégique : créer une intelligence collective au sein de l'entreprise. Revue Française de Gestion, N° sept. – oct., 58-68.
- Linkov L., Varghese A., Jamil S., Seager T-P., Kiker G. & Bridges T., (2004), "Multi-criteria decision analysis: a framework for structuring remedial decisions at contaminated sites". Comparative risk assessment and environmental decision making. Kluwer.
- Linstone H. A. & Turoff M. (1975). "The Delphi Method : Techniques and Applications". Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program. 620 pages.
- Lorino, P. (1997). "Méthodes et pratiques de la performance". le guide du pilotage. Paris: Les Editions d'Organisation.
- Mackay K. (2007). "Suivi et évaluation : Quelques outils, méthodes et approches, Banque Mondiale : département de l'évaluation des opérations renforcement des capacités d'évaluation
- Matta N, Corby O et Ribière M. (1999). « Méthodes de capitalisation de mémoire de projet ». Rapport de recherche INRIA 00072839 – version 1, 1999, N° 3819, 73 pages.
- Mauchand. M. (2007). "Modélisation pour la simulation de chaînes de production de valeur en entreprise industrielle comme outil d'aide à la décision en phase de conception / industrialisation". Thèse soutenue à Ecole Centrale Nantes.
- Mazouni. M.H. (2009). "Pour une Meilleure Approche du Management des Risques : De la Modélisation Ontologique du Processus Accidentel au Système Interactif d'Aide à la Décision". Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine. Spécialité : Automatique, Traitement du Signal et Génie Informatique
- Maystre, L-Y., & Pictet, J. (1994). "Méthodes multicritères ELECTRE - Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale". Presses Polytechniques and Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne.
- McCormick, N.J. (1981). "Reliability and risk analysis. Methods and nuclear power applications", Academic Press Inc, London.
- Mellal L. & Djebabra M. (2015). "Contribution of Cost-Benefit Analysis to optimization of Eco-design plants". Journal of Engineering and Design, Vol. 13 Issue 2, 334-346.
- Mellal L., Djebabra M. & Babaousmail M., (2015). "Information and decision support in outsourcing projects in industries". Global Journal on Technology, Issue 9, 87-98.

- Mellal L. Djebabra M. & Boubaker L., (2011). “À propos des méthodes de sélection et d'évaluation de projets “. Transports revue éditée par les éditions techniques et économiques - France. N° 466, 105-113.
- Mellal L. Djebabra M., Boubaker L. & Bahmed L. (2009a). «ARP : une méthode efficace de conduite et d'enrichissement des projets routiers» Transports revue éditée par EditeCom, N°454, 1-7.
- Mellal L., Boubaker L., Djebabra M. & Bahmed L., (2009b) "Management des projets d'externalisation : proposition méthodologique". Communication présentée dans la 2<sup>ème</sup> Conférence internationale sur les systèmes d'informations et intelligence économique (SIIE'2009). 12-14 février, 2009, Hammamet – Tunisie.
- Mellal L. (2009). “Le management de projets par le management des risques : propositions méthodologiques”. Mémoire de magister soutenu à l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle de l'Université de Batna.
- Meyn, S. P. and Tweedie, R. L. (1993), “Markov Chains and Stochastic Stability. Springer- Verlag, London.
- Neely. A. ( 2007). “Business Performance Measurement”: Unifying Theory and Integrating Practice, 2nd Revised ed. Cambridge University Press.
- Neely. A, Bourne. M, Mills. J, Platts. K, Richards. H, 2002. “Strategy and Performance: Getting the Measure of Your Business”. Cambridge University Press.
- Neuman M., (2006), “Quelques exemples de méthodes participatives”. Colloque « Sciences et Société en mutation ».  
URL :[http://www.cnrs.fr/colloques/sciences/societe/references/docs/Web\\_methodo\\_participatives.pdf](http://www.cnrs.fr/colloques/sciences/societe/references/docs/Web_methodo_participatives.pdf)
- Nguyen T.H. (2011). “Contribution à la planification de projet : proposition d'une démarche d'évaluation des scénarios de risques projets”. Thèse de doctorat soutenue à l'INP de Toulouse-France.
- Noubel J.F. (2007). “L'intelligence collective : la révolution invisible“.  
URL : [http://thetransitioner.org/Intelligence\\_Collective\\_Revolution\\_Invisible\\_JFNoubel.pdf](http://thetransitioner.org/Intelligence_Collective_Revolution_Invisible_JFNoubel.pdf)
- OCDE (2002) Glossaire des principaux termes relatifs à l'évaluation et la gestion axée sur les résultats. OECD.
- Oguniyi A. (2008). “ Mise en place du système de suivi évaluation dans les projets de développement. Cas du Projet d'Appui au Développement du Secteur Privé”. Institut supérieur de management. Adonaï. Bénin.
- Olewiler, B., (2005), Environmental Economics Field, 2nd edition, McGraw-Hill, Toronto.
- Pagès A & Gondron M., (1980). “Fiabilité des systèmes”. Collection de la direction des études et recherche de l'électricité de France.
- Porter, M.E. (1991). “America's green strategy”. Scientific American, vol. 264, n° 4, p. 168.
- Porter ME. & Van Der Linde C., (1995), “Toward a new conception of the Environment competitiveness relationship”. Journal of Economic perspectives.



- Rascal-Boutard S. et Amans P., (2007), “Vers des indicateurs de la qualité de la relation de service : Le cas de l’accompagnement des créateurs d’entreprise”. XVI<sup>ème</sup> Conférence Internationale de Management Stratégique. Montréal-Canada, 6-9 Juin 2007.
- Raymond G, (2009). « Réduction des impacts environnementaux des ateliers de traitement de surface – application de stratégies de production plus propre et plus sûre ». Thèse de doctorat soutenue à l’École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne le 8 décembre. 2009
- Ressad-Bouidghaghen R., Szulman S., Zargayouna H. & Eve P. (2013). “Construction collaborative d’une Ressource Termino-Ontologique pour le droit des collectivités territoriales“. IC’2013.  
URL: [http://hal.inria.fr/docs/00/86/01/04/PDF/ic2013\\_submission\\_9.pdf](http://hal.inria.fr/docs/00/86/01/04/PDF/ic2013_submission_9.pdf)
- Roy B. & Boussou D., (1993), “Aide multicritère à la décision : méthodes et cas”. Paris, Editions Économica, 695 p.
- Saadi S., Djebabra M. & Boubaker L. (2011) “Proposal for a new allocation method of environmental goals applied to an Algerian cement factory”. Management of environmental quality: an international journal. Vol. 22, Issue 5, 581-594.
- Salvini P. (2010) “L’intégration des préoccupations environnementales dans les activités de gestion de projet”. Article du bulletin PMI (Project Management Institute) Lévis-Québec. 2010
- Sayagh S. (2007). “Approche multicritère de l’utilisation de matériaux alternatifs dans les chaussées”. Thèse de doctorat,  
URL : [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/34/84/12/PDF/DOC00000078\\_s2.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/34/84/12/PDF/DOC00000078_s2.pdf)
- Schärlig, A. (1985). “Décider sur plusieurs critères: Panorama de l’aide à la décision multicritère”. Collection Diriger l’entreprise, Volume 1. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne.
- Schiesser P. (2011). “Écoconception : Indicateurs, méthodes et réglementation”. Collection Technique et Ingénierie.
- Schulz, W. & Schulz E. (1989). “Étude de cas sur l’Allemagne présentée à l’atelier international sur l’évaluation des avantages et la prise de décision dans le domaine de l’environnement”. document OCDE.
- Shah A. (2012). “Value-Risk based Performance Evaluation of Industrial Systems”. Arts et Métiers Paris Tech - Centre de Metz. Thèse doctorale.
- Sherwin, D. J. and Bossche, A. (1993). “The reliability, Availability and Productiveness of Systems”. Chapman & Hall Edition, Australia.
- Smith, D. J. (1995), “ Reliability, Maintainability and Risk”. Practical methods for engineers, Chapman & Hall Edition, Australia.
- Strauss. M. (2014) “Réflexion sur le processus de suivi-évaluation de projets de développement international”. Présenté au centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue de l’obtention du grade de maitre en environnement. Université de Sherbrooke.

- Terssac, G., de & Chabaud, C. (1990). "Référentiel opératif commun et fiabilité". In G. de Terssac et J. Leplat. Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes. (pp. 111-139). Toulouse : Octarès Editions.
- Tille M., (2000). "Choix de variantes d'infrastructures routières : méthodes multicritères". Thèse de doctorat soutenue à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Treich N. (2005). "L'analyse coût-bénéfice de la prévention des risques, version préliminaire Document LERNA-INRA. Université de Toulouse-France.
- Udisubakti C. (2000). "Un modèle d'aide à la sélection des projets : l'intégration de la Procédure Analyse Hiérarchique (AHP) et programmation mathématique à objectif multiple". Thèse de doctorat soutenue à la Faculté des Sciences et Technique de Saint Jérôme de l'Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix Marseille, France.
- Verdoux V. (2006). " Proposition of an implementation model of a project risks management method: "Application to two projects of new products design". Thèse de doctorat soutenue à l'école nationale supérieure d'arts et métiers-centre d'enseignement et de recherche de paris-spécialité génie industriel.2006
- Vernadat, F. (1999). "Techniques de modélisation en entreprise: applications aux processus opérationnels". Economica.
- Venderpooten D. (2008). "Aide multicritère à la décision : concepts, méthodes et perspectives".  
URL : <http://www.dptinfo.ens-cachan.fr/Conferences/vanderpooten.pdf>
- Villemeur A., (1988). "Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels". Éditions Eyrolles-EDF. 822 pages
- Vodoz L. (1994), "La prise de décision par consensus : pourquoi, comment, à quelles conditions". Environnement et Société, pp- 57-66.
- Voyer, P. (2006). "Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance". Presses de l'Université du Québec.
- Wagner M., (2003), "An analysis of relationship between environmental end Economic performance at the firm level and the influence of corporate environment strategy choice". PHD dissertation, Northeim.
- Whannou. (2012). "Analyse du système de suivi évaluation du programme fast-track". Université d'Abomey-Calavy - Bénin - Diplôme d'études supérieures spécialisées (DESS) en gestion des projets et développement local.
- Westkämper, E., Alting, L., and Arndt, G. (2000) "Life cycle management and assessment: Approaches and visions towards sustainable manufacturing", Journal of Engineering Manufacture Part B 2001 Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 205(B), 599-626.
- WMO. (2012). "Monitoring and Evaluation Guide", World Meteorological Organization, WMO n°1088. URL: [https://www.wmo.int/pages/about/documents/1088-WMO-monitoring-and-evaluation-Guide\\_en.pdf](https://www.wmo.int/pages/about/documents/1088-WMO-monitoring-and-evaluation-Guide_en.pdf)
- Young G., (2013), Guide comparatif des Outils gratuits de Cartographie de l'Information.  
URL : <http://www.ecoter.org/emailing/mono%20-2013%20-02170.pdf>

# Annexes

## Annexe 1: Liste d'indicateurs environnementaux

### 1. Exemples d'indicateurs de performance de management (IPM)

- **Mises en œuvre de politiques et de programmes**
  - Nombre de cibles et d'objectifs atteints
  - la nombre d'unités au sein d'un organisme qui a pour les cibles et les objectifs environnement
- **Conformité**
  - Degré de conformité aux réglementations
  - Degré de conformité aux réglementations des sous-traitants et fournisseurs
- **Performance financière**
  - Coûts liés aux aspects environnementaux d'un produit ou d'un Procédé
  - Le retour sur investissement des projets d'amélioration environnementale
  - Obligations environnementales qui peuvent avoir un impact matériel sur la condition financière de l'organisme
  - Coûts du préjudice subit
- **Relations avec la collectivité**
  - Nombre de revues de presse concernant la performance environnementale de l'organisme
  - Site proposant des rapports environnementaux et disposant d'un programme de protection de la faune et de la flore.

### 2. Indicateurs de performance opérationnelle (IOP)

- **Catégorie – Matériaux**
  - Quantité de matériaux utilisés par unité de produit (exemple : matières premières, matériaux d'exploitation, eaux souterraines, eaux de surface, bois etc. et les unités de mesure correspondantes, tonnes par année, tonnes par tonne de produits par année, m<sup>3</sup> par année, m<sup>3</sup> par tonne de produits)
- **Catégorie – Énergie**
  - Quantité d'énergie produite par des groupes électrogène (donnez des exemples d'indicateurs: électricité, gaz, pétrole, énergie renouvelable, etc. et les exemples d'unités de mesure correspondantes MWh par année, kWh par tonne de produit).
- **Services utiles aux opérations de l'organisme**
  - La quantité de matériaux dangereux utilisés par des prestataires de service contractants.

- Quantité de matériaux recyclables et réutilisables utilisés par des prestataires de service contractants.
- **Installations physiques et équipements**
  - Nombre de pièces d'équipement comportant des composants conçus pour permettre un désassemblage facile, un recyclage et une réutilisation.
  - Nombre annuel de cas d'urgences (explosions) ou d'opérations non routinières.
  - La consommation moyenne de carburant du parc de véhicules.
- **Approvisionnements et livraisons**
  - La consommation moyenne de carburant du parc de véhicules.
  - Nombre de livraisons quotidiennes pour chaque mode de transport.
- **Produits**
  - Nombre de nouveaux produits sur le marché dont les propriétés dangereuses sont limitées.
  - Nombre de produits qui peuvent être réutilisés ou recyclés.
  - Pourcentage du contenu d'un produit pouvant être réutilisé ou recyclé.
  - Nombre de produits avec des instructions concernant l'utilisation et l'élimination sans danger pour l'environnement.
- **Services fournis par l'organisme**
  - Quantité de détergent utilisée par m<sup>2</sup> (pour organisme de nettoyage).
  - Quantité de carburant consommée (pour un organisme de transport).
  - Quantité de matériaux utilisés dans le cas du service d'après des produits.
- **Déchets**
  - Quantité de déchets par année ou par unité de produits.
  - Quantité de déchets dangereux, recyclables ou réutilisables produits chaque année.
  - Quantité de déchets convertis en matériau réutilisable par année.
  - Coût de traitement des déchets, de la valorisation, du recyclage.
  - Tonnage des DIB valorisés par rapport au tonnage des DIB.
  - Tonnage moyen de solides imprégnés par enlèvement.
  - Coûts du tri, de l'élimination des refus, de collectes.
  - Volume de matériaux recyclés, collecté par unité de temps.
- **Emissions (produites, recyclées, rejetées après traitement...) dans l'air**
  - Quantité d'émissions spécifiques par année, par unité de produit.
  - Quantité d'émissions dans l'air susceptibles de modifier le climat global.
- **Dans le sol et dans l'eau**
  - Quantité de matériaux spécifiques rejetés chaque année.
  - Mesures du pH, de la toxicité par rapport à la conformité réglementaire des effluents.
- **Autres émissions**
  - Nuisances sonores mesurées dans un lieu donné.
  - Quantité de radiations émises.

- Niveau émis de chaleur, de vibrations ou de lumière.

### **3. Exemples d'indicateurs de condition environnementale (ICE)**

#### **➤ Air**

- Concentration d'un polluant spécifique dans l'air ambiant, relevé à des points de surveillance déterminés.
- Température ambiante à des points situés à une distance donnée des installations de l'organisme.
- Degré d'opacité en cas de vents d'amont et en cas de vents d'aval, par rapport aux installations de l'organisme.
- Fréquence de smog photochimique dans une zone locale donnée.
- Moyenne pondérée des niveaux de nuisances sonores sur le périmètre des installations d'un organisme.
- Nuisances olfactives mesurées à une distance donnée des installations d'un organisme.

#### **➤ Eau**

- Concentration d'un polluant spécifique dans les eaux souterraines ou de surface.
- Nombre de bactéries coliformes par litre d'eau.
- Taux d'interruption du service potable.
- Rendement des réseaux d'assainissement.

#### **➤ Sol**

- Concentration d'un polluant spécifique dans les sols de surface à des points donnés de la zone environnant les installations de l'organisme.
- Concentration de nutriments donnés dans le sol adjacent aux installations de l'organisme.
- Zones protégées dans une zone locale particulière.
- Mesures de l'érosion de la couche arable

#### **➤ Flore**

- Concentration d'un polluant spécifique dans les tissus d'une espèce végétale spécifique présente au niveau local ou régional.
- Population d'une espèce végétale particulière dans un périmètre donné par rapport aux installations de l'organisme.
- Nombre total d'espèces végétales identifiées dans une zone locale particulière.

#### **➤ Faune**

- Concentration d'un polluant spécifique dans les tissus d'une espèce animale particulière présente au niveau de la zone locale ou régionale.
- Population d'une espèce animale particulière dans un périmètre donné par rapport aux installations de l'organisme.
- Mesures spécifiques relatives à la qualité de l'habitat d'espèces spécifiques au niveau local.

## Annexe 2: Méthodes et outils de collecte de données

### Méthodes et outils de collecte de données

Les méthodes et outils clés de collecte de données utilisés dans le suivi et l'évaluation sont énumérés ci-dessous. Cette liste n'est pas exhaustive, car les nouveautés et l'évolution sont constantes dans le domaine du suivi et de l'évaluation.

Appréciation rapide (ou évaluation). Une technique rapide et d'un bon rapport coût-efficacité pour collecter systématiquement les données pour la prise de décision, au moyen de méthodes qualitatives et quantitatives, telles que les visites de sites, les observations et les enquêtes par sondage. Cette technique partage de nombreuses caractéristiques avec l'évaluation participative (telles que la triangulation et les équipes multidisciplinaires) et reconnaît que les connaissances autochtones sont une considération essentielle pour la prise de décision.

Changement le plus significatif (CPS). Une technique de suivi participatif fondée sur des changements importants ou significatifs, plutôt que sur des indicateurs. Elle reflète l'impact des activités de développement et fournit la base d'un dialogue sur les objectifs clés et la valeur des programmes de développement. (Davies & Dart 2005)

Enquête. La collecte systématique d'informations à partir d'une population définie, généralement au moyen d'entretiens ou de questionnaires administrés à un échantillon d'unités dans la population (p. ex personnes, bénéficiaires et adultes). Une *enquête dénombrée* est administrée par une personne formée (chargée de la collecte des données/recenseur) pour enregistrer les réponses des répondants. Une *enquête auto-administrée* est une enquête écrite, complétée par le répondant, soit dans le contexte d'une discussion de groupe soit dans un endroit distinct. Les répondants doivent être alphabétisés.

Entretien avec l'informateur clé. Une entrevue avec une personne ayant des informations spéciales sur un sujet particulier. Ces entretiens sont généralement menés de façon structurée ou semi-structurée.

Entretiens/réunions communautaires. Une forme de réunion publique ouverte à tous les membres de la communauté. L'interaction se passe entre les participants et l'intervieweur, qui préside la réunion et pose des questions d'après un guide d'entretien préparé.

Essais de laboratoire. La mesure précise de l'objectif spécifique, par exemple, le poids du nourrisson ou l'examen de la qualité de l'eau.

Étude de cas. Une description détaillée des individus, des communautés, des organisations, des événements, des programmes, des périodes de temps, ou d'une histoire. Ces études sont particulièrement utiles pour évaluer des situations complexes et explorer l'impact qualitatif. Une étude de cas sert uniquement à illustrer les résultats et comprend des comparaisons.

Cependant, on ne peut tirer des conclusions sur les principes clés que lorsque les études sont combinées (triangulés) avec d'autres études de cas ou méthodes.

Évaluation participative (ou rurale) rapide (EPR). Cette évaluation utilise des techniques de mobilisation communautaire pour comprendre les opinions de la communauté sur une question particulière. Elle est faite rapidement et de manière intensive – deux à trois semaines. Elle comprend des entrevues, des groupes de discussion et la cartographie de la communauté.

Examen des documents. Un examen des documents (*données secondaires*) peut fournir des informations de référence d'un bon rapport coût-efficacité et en temps opportun, et une perspective historique du projet/programme. Il couvre la documentation écrite (p. ex., dossiers des projets et rapports, bases de données administratives, matériel de formation, correspondance, législation et documents relatifs aux politiques), ainsi que les vidéos, les données électroniques ou les photos.

Examen statistique des données. Un examen des recensements de la population, des études et d'autres sources de données statistiques.

## **Annexe 3: Décrets et lois algériens sur les taxes de pollution les plus utilisées**

### **1. Taxes sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement**

- Décret exécutif n°09-336 du Aouel Dhou El Kaada 1430 correspondant au 20 octobre 2009 relatif à la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement
- Loi N 91-25 du 18 décembre 1991 portant loi de finance pour 1992 article : 117 . taxe sur les activités polluantes ou dangereuse pour l'environnement

### **2. Taxe sur les sacs plastiques importés et/ou produits localement**

- Décret exécutif n 09-87 du 21 Safar 1430 correspondant au 17 Février 2009 relatif à la taxes sur les sacs plastique importés et / ou produits localement

### **3. Taxe sur les pneus neufs importé et / ou produits localement**

- Décret exécutif n 07-117 du 3 Rabie Ethani 1428 correspondant au 21 avril 2007 fixant les modalités prélèvement et de reversement de la taxe sur les pneus neufs importé et/ ou produits localement

### **4. Taxe sur les huiles, lubrifiants et préparation lubrifiantes ou fabriqués localement**

- Décret exécutif n 07-118 du 3 Rabie Ethani correspondant au 21 avril 2007 fixant les modalités prélèvement et de reversement de Taxe sur les huiles, lubrifiants et préparation lubrifiantes ou fabriqués localement

### **5. Taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle**

- Décret exécutif n 07-299 du 15 Ramadhan 1428 correspondant au 27 septembre 2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle

### **6. Taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles**

- Décret exécutif n 07-299 du 15 Ramadhan 1428 correspondant au 27 septembre 2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles

### **7. Taxe d'incitation de déstockages des déchets industriels spéciaux et / ou dangereux**

- Article 203 de la loi **01-21 de 22 décembre 2001** portant loi de finances pour **2002** fixant la taxe d'incitation de déstockages des déchets industriels spéciaux et / ou dangereux
- Article **64** de la loi n **04-21 du 21 décembre 2004** portant loi de finances pour **2005** Modifiant l'article **203** de la loi n°**0421** du **29 décembre 2004** portant loi de finances **2005** modifiant l'article **203** de loi n° **01-21 du 22 décembre 2001**
- Article **46** de l'ordonnance n° **08-02** du **24 juillet 2008** portant loi de finances complémentaire **2008** modifiant l'article **203** de la loi **01-21** .

### **8. Taxe sur les déchets liés aux activités de soin des hôpitaux et cliniques**

- Article 203 de la loi **01-21 de 22 décembre 2001** portant loi de finances pour **2002** fixant la Taxe sur les déchets liés aux activités de soin des hôpitaux et cliniques



- Article **46** de l'ordonnance n° **08-02** du **24 juillet 2008** portant loi de finances complémentaire **2008** modifiant l'article **203** de la loi **01-21** .

#### **9. Taxe sur les carburants**

- Article 38 de la loi 01-21 fixant sur les carburants
- Article 55 de la loi n° 06-24 du 26 décembre 2006 portant loi de finances pour 2007 modifiant l'article 38 de la loi n°01-21

### Annexe 4 : Extrait des résultats de l'application de la méthode HAZOP

Nœud 1: Ligne gaz de séparateur d'entrée 09-D-901A+F jusqu'aux ballons entrée de compresseur booster 09-D-902C+F					Paramètre : Débit		
N°	Paramètre	Mot clé	Causes	Conséquences	Protection	Action	Remarques
	Débit	Pas de	Pas de débit de BLI (D901)	Shut-down du train	PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train		
			Fermeture de XV-901	Shut-down du train	PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train Limite Switch ZSX-911 déclenche l'arrêt du train		
			Fermeture de la vanne manuelle	Shut-down du train	PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train	La vanne manuelle doit être cadencée ouverte (CSO)	
			Manque d'aire instrument	Shut-down du train	PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train		
	Débit	Moins	Moins débit de D-901	Shut-down du train	Ouverture de la vanne de recyclage HV-902; PIAL-906; Ouverture de la vanne anti-pompasse FV-909; PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train		
			Fermeture partielle de la vanne manuelle	Shut-down du train	Ouverture de la vanne anti-pompasse FV-909; PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train	Se référer à action 1	

		Plus		Pas de conséquence dangereuse dans ce nœud		La vanne manuelle doit être cadensée ouverte (CSO)	
		Inverse	Ouverture totale de la vanne FV - 909	Porte de production			
		Mal. Dirigé	Ouverture par erreur de la vanne XV-912	Pas de conséquence dangereuse dans ce nœud	ZSX-911 (alarme)		

<b>NCEUD 1:  Ligne gaz de séparateur d'entrée 09-D-901A+F jusqu'aux ballons entrée de compresseur booster 09-D-902C+F</b>					<b>Paramètre : pression</b>		
N°	Paramètre	Mot clé	Causes	Conséquences	Protection	Action	Remarques
	Pression	Plus	Fermeture XV-917	Haute pression dans la ligne	Arrêt du compresseur par ZSX-917 Ouverture de la vanne anti-pompape FV-909; PAHH-909 (alarme et arrêt du train)		
		Moins	Basse pression du gaz dans les puits	Pompape du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompape FV-909; PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train		
			Ouverture par erreur de la vanne de torche HV-901	Pompape possible du compresseur	Idem		
			Fermeture de la vanne manuelle	Pompape du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompape FV-909; PIALL-906 qui arrête le train	Se référer à action 1	
			Fermeture de la vanne XV-911	Pompape du compresseur	ZSX-911 ferme; Ouverture de la vanne anti-pompape FV-909; PIAL-906; PIALL-906 qui arrête le train		
			Ouverture par erreur de la vanne de torche HV-916	Pompape du compresseur	ZSX-916 ferme déclenche l'arrêt de la machine; Ouverture de la vanne anti-pompape FV-909; PIALL-906; PIALL-906 qui arrête le train		

			Chute de niveau dans le ballon d'entrée du compresseur D-902	Pompage possible du compresseur	LSLL-907 ferme la vanne LV-905; Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906; FI-909 et FI-907; PIALL-906 qui arrête le train		
			Ouverture par erreur des vannes manuelles sur le collecteur PSV-902	Pompage possible du compresseur	LSLL-907 ferme la vanne LV-905; Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906; PIALL-906 qui arrête le train		
			Ouverture accidentelle de PSV-901	Pompage possible du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906 PIALL-906 qui arrête le train		
			Rupture de la ligne ou fuite du gaz	Rejet de gaz dans l'atmosphère et formation d'un nuage explosif	Détecteurs de gaz sur les filtres d'admission d'air des turbines; Protection anti-incendie sur place; Possibilité d'arrêter de la salle de contrôle et sur site.		
				Pompage possible du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906 PIALL-906 qui arrête le train		

<b>NCEUD 1: Ligne gaz de séparateur d'entrée 09-D-901A+F jusqu'aux ballons entrée de compresseur booster 09-D-902C+F</b>					<b>Paramètre : composition</b>		
<b>N°</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Mot clé</b>	<b>Causes</b>	<b>Conséquences</b>	<b>Protection</b>	<b>Action</b>	<b>Remarques</b>
	Composition	Autre (contamination)	Présence de CO2	Conséquences non significatives en raison de la concentration très faible du CO2	Injection d'inhibiteur de corrosion réalisé en amont et en aval du séparateur D-901; La classe de la tuyauterie est adéquate à la composition du gaz ANSI 900		

<b>NCEUD 2: Ballon d'entrée de compresseur D-902</b>					<b>Paramètre : pression</b>		
<b>N°</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Mot clé</b>	<b>Causes</b>	<b>Conséquences</b>	<b>Protection</b>	<b>Action</b>	<b>Remarques</b>
	Pression	Plus	Fermeture XV-917	Haute pression dans le séparateur	Arrêt du compresseur par ZSX-917; Ouvertures de la vanne anti-pompage FV- 909		
			Incendie à l'extérieur	Surpression dans le séparateur	PSV-902 conçu par le feu		
		Moins	Basse pression du gaz arrivée puits	Pompage du compresseur	Ouverture de la vanne de recyclage HV-902; Ouverture de la vanne anti-pompage FV- 909; PIAL-906 qui entraine l'arrêt du train		

			Ouverture par erreur de la vanne de torche HV-901	Pompage possible du compresseur	Idem		
--	--	--	---	---------------------------------	------	--	--

<b>NCEUD 2: Ligne gaz de séparateur d'entrée 09-D-901A+F jusqu'aux ballons entrée de compresseur booster 09-D-902C+F</b>					<b>Paramètre : pression</b>		
<b>N°</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Mot clé</b>	<b>Causes</b>	<b>Conséquences</b>	<b>Protection</b>	<b>Action</b>	<b>Remarques</b>
			Fermeture de la vanne manuelle	Pompage du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906; PIALL-906 qui arrête le train		
			Fermeture de la vanne XV-911	Pompage du compresseur	ZSX-911 fermé; Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906 PIALL-906 qui arrête le train		
			Ouverture par erreur de la vanne de torche HV-916	Pompage possible du compresseur	ZSX-916 déclenche l'arrêt de la machine; Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-909;		
			Chute de niveau dans le ballon d'entrée du compresseur D-902	Pompage possible du compresseur	LSLL-907 ferme la vanne LV-905; Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909;		
			Ouverture par erreur des vannes manuelles sur le collecteur des PSV-902	Pompage possible du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906 PIALL-906 qui arrête le train		

			Ouverture accidentelle de PSV-902	Pompage possible du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906 PIALL-906 qui arrête le train		
			Rupture de la ligne ou fuite du gaz	Rejet de gaz dans l'atmosphère et formation d'un nuage explosif	Détecteurs de gaz sur les filtres d'admission d'air des turbines; Protection anti-incendie sur place; Possibilité d'arrêter de la salle de contrôle et sur site.		
				Pompage possible du compresseur	Ouverture de la vanne anti-pompage FV-909; PIAL-906 PIALL-906 qui arrête le train		



<b>NCEUD 2: Ballon entrée de compresseur booster D-902</b>					<b>Paramètre : Composition</b>		
<b>N°</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Mot clé</b>	<b>Causes</b>	<b>Conséquences</b>	<b>Protection</b>	<b>Action</b>	<b>Remarques</b>
	Composition	Autre (contamination)	Présence de CO2	Conséquence non significative en raison de la concentration très faible du CO2	Injection d'inhibiteur de corrosion réalisé en amont et en aval du séparateur D-901; La classe de la tuyauterie est adéquate à la composition du gaz ANSI 900		

<b>NCEUD 2: Ballon entrée de compresseur booster D-902</b>					<b>Paramètre : Niveau</b>		
<b>N°</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Mot clé</b>	<b>Causes</b>	<b>Conséquences</b>	<b>Protection</b>	<b>Action</b>	<b>Remarques</b>
	Niveau	Plus	Disfonctionnement de la boucle LIC-905 qui n'ouvre pas la vanne LV-905	Entrainement du liquide vers le compresseur causant son endommagement	LSHH-906 alarme et arrêt du train;  Possibilité de purger le liquide à l'aide du by-pass de la vanne LV-905.		
			Manque de l'aire instrument ou perte du signal à la vanne LV-905	Entrainement du liquide vers le compresseur causant son endommagement	LSHH-906 alarme et arrêt du train;		
			Entrainement du liquide du séparateur D-901	Entrainement du liquide vers le compresseur causant son endommagement	LSHH-906 alarme et arrêt du train;		

			Fermenteur de la vanne manuelle du ballon D-902	Entrainement du liquide vers le compresseur causant son endommagement	LSHH-906 alarme et arrêt du train;		
			Disfonctionnement LSSL-907	Entrainement du liquide vers le compresseur causant son endommagement	LSHH-906 alarme et arrêt du train;		
		Moins	Disfonctionnement de la boucle LIC-905 qui n'ouvre pas la vanne LV-905	Gaz vers les séparateurs V-203 et D-914; Basse pression l'aspiration des compresseurs	LSSL-907 qui ferme la vanne LV-905;		
			La vanne LV-905 est bloquée en position ouverte	Gaz vers les séparateurs V-203 et D-914; Basse pression l'aspiration des compresseurs	LSSL-907 qui ferme la vanne LV-905;		
			Le by-pass de la vanne LV-905 est ouvert	Gaz vers les séparateurs V-203 et D-914; Basse pression l'aspiration des compresseurs	LSSL-907 qui ferme la vanne LV-905;		



## Annexe 5: Documents de management de projet d'externalisation



### OFFRE DE PRIX AU TITRE DE LA DEUXIEME ETAPE

Appel d'Offre National et International N°:AMT/ENC/ DEV/ 009/05  
du 10 Aout 2005  
Projet Boosting Hassi R'Mel, phase 2

**SONATRACH - ACTIVITE AMONT**  
**Division Engineeriflo et Construction**  
**10 Rue du Sahara Hydra Alger**  
**Tel 00213 (0) 21 608011 Fax : 00213 (0) 21 607579**

Messieurs,

Suite a votre lettre d'invitation a soumettre une Offre de prix au titre de l'Appel d'Offres N° AMT/ENC/DEV/009/05 du 10 Août 2005, nous, le consortium **ABB Process Solutions & Services S.p.A. et Sarpi Spa**, offrons d'exécuter les prestations objet du marché mentionné ci-dessus en parfaite conformité avec le Dossier d'Appel d'Offres pour la somme de

Deux milliards soixante-neuf millions cent-soixante-deux mille six-cent quatre-vingt-douze Dinar Algerien

2.069.162.692 Dinar Algerien

et

Cent quarante-deux millions huit cent soixante-dix mille quatre cent quatre-vingt dix-huit Euro  
142.870.498 Euro

**ABB Process Solutions & Services SpA**

Una società del Gruppo ABB  
Direzione / Umo/Headquarters and Offices:  
Via V. Pisani, 33  
I-20139 Sesto San Giovanni (Milano)  
Tel. +39 02 24141  
Fax +39 02 24143892

An ABB Group company  
Sede Legale/Legal HQ: Via V. Pisani, 16 - 20124 Milano  
Capitale Sociale/Share Capital: € 8.800.000.- i.v. /wholly paid  
Partita IVA/VAT nr.: IT13406160153  
Reg. Imp. MI n. cod./Codice Fiscale/Fiscal Code: 00751960154  
Iscritta al REA di Milano nr.: 622715

# LE GROUPEMENT JGC/ITOCHU

SIEGE SOCIAL DE YOKOHAMA: YOKOHAMA WORLD OPERATIONS CENTER  
3-1, MINATO MIRAI 2-CHOME, NISHI-KU, YOKOHAMA 220-6001, JAPON (TEL: 045-682-8147 FAX: 045-682-8745)  
BUREAU D'ALGER: 24, RUE MOHAMED IDIR AMELLAL, EL BIAR ALGER (TEL: 92-33-54 FAX: 92-30-35)

## OFFRE DE PRIX AU TITRE DE LA DEUXIEME ETAPE

Appel d'Offre National et International N°: AMT/ENC/DEV/009/05  
du 10 août 2005  
Projet Boosting Hassi R'Mel, Phase-2

**SONATRACH – ACTIVITE AMONT**  
**Division Engineering et Construction**  
**10 Rue du Sahara Hydra Alger**  
**Tel: 00 213 (0) 21 60 80 11 Fax: 00 213 (0) 21 60 75 79**

Messieurs,

Suite à votre lettre d'invitation à soumettre une Offre de prix au titre de l'Appel d'Offres N° AMT/ENC/DEV/009/05 du 10 août 2005, nous, Groupement JGC/ITOCHU, offrons d'exécuter les prestations objet du marché mentionné ci-dessus en parfaite conformité avec le Dossier d'Appel d'Offres pour la somme de:

DA 3.044.267.000 (soit, Trois milliards quarante-quatre millions deux cent soixante-sept mille dinars algériens),

USD 35.698.300 (soit, Trente-cinq millions six cent quatre-vingt-dix-huit mille trois cents dollars américains),

JPY 3.849.829.000 (soit, Trois milliards huit cent quarante-neuf millions huit cent vingt-neuf mille yens japonais),

et

EUR 104.161.600 (soit, Cent quatre millions cent soixante et un mille six cents Euros).

# LE GROUPEMENT JGC/ITOCU

SIÈGE SOCIAL DE YOKOHAMA: YOKOHAMA WORLD OPERATIONS CENTER  
3-1, MINATO MIRAI 2-CHOME, NISHI-KU, YOKOHAMA 220 6001, JAPON (TEL: 045-682-8847 FAX: 045-682-8745)  
BUREAU D'ALGER: 24, RUE MOHAMED IDR AMELLAL, EL BIAR ALGER (TEL: 92-33-54 FAX: 92-33-35)

## S O U M I S S I O N

AAO-N°: **AMT/ENC/DEV/009/05** du Août 24 2005  
Relatif à: **Projet Boosting Hassi-R'Mel PHASE-2**  
A: **SONATRACH-DIVISION ENC**  
Département Juridique-bureau 2228  
10, Rue du Sahara, HYDRA-ALGER

Je soussigné: Terumasa ONO  
Agissant en qualité de: Senior General Manager Oil & Gas Development Project Division

au nom de et pour le compte de la société: JGC Corporation  
Inscrite au registre de commerce sous le no.: N° 008732 du 01/12/1978

déclarons avoir examiné le dossier d'appel d'Offres n° AMT/ENC/DEV/009/05 du Août 24 2005 nous accusons présentement réception et offrons d'exécuter Projet Boosting Hassi-R'Mel PHASE-2 en parfaite conformité avec ledit dossier d'appel d'Offres émis par le Maître de l'Ouvrage.

Nous nous engageons par la présente à nous conformer à la procédure de passation de marché en (02) deux étapes telle qu'elle figure dans ledit dossier d'appel d'Offres et dans ce cadre:

1. à vous présenter, avec notre Offre technique au titre de la première étape, une Offre technique sans indication ou référence de prix;
2. à nous rendre sur votre invitation aux réunions de clarification, à nos frais et à l'endroit de votre choix, dans le but d'examiner et de clarifier notre Offre technique;
3. à vous présenter, à l'issue de ces réunions de clarification et à votre demande, une Offre technique mise à jour tenant compte des modifications ainsi que tout additif au Dossier d'Appel d'Offres qui en résulteraient et ce sur la base du procès verbal signé conjointement à l'issue desdites réunions.
4. à vous soumettre, après notification de l'acceptation par vos soins de notre Offre technique y comprise mise à jour, une Offre de prix correspondante et partie intégrante de ladite Offre.
5. à signer le contrat dans les 15 jours qui suivront votre notification que le marché nous a été attribué et à nous conformer aux dispositions du Dossier d'Appel d'Offres en matière de remise des garanties et cautions prévues par le contrat paraphé par nos soins lors de la première étape.

Fait à Yokohama, le 25 Novembre

  
Terumasa ONO  
Senior General Manager  
Oil & Gas Development Project Division  
JGC Corporation

## ACCORD DE CONSORTIUM

### **Entre:**

LA SOCIETE ALGERIENNE DE REALISATION DE PROJETS INDUSTRIELS  
« SARPI S.p.a. » dont le siège social est à Alger, 24 Rue de Timgad – Hydra - Alger

### **Et**

La société ABB PROCESS SOLUTIONS & SERVICES S.p.A. dont le siège social est à Sesto San Giovanni (MI) – Italie - via Luciano Lama, 33

ci-après dénommées les Membres.

**ATTENDU QUE** les Membres expriment la volonté de constituer un Consortium dans le seul but de :

- soumettre une offre à Sonatrach (le Maître de l’Ouvrage), pour « **Projet Boosting Hassi-R’Mel Phase 2** » (le Projet)
- signer le Contrat avec le Maître de l’Ouvrage et réaliser les travaux relatifs au Projet, au cas où l’adjudication serait faite en faveur du Consortium

**ATTENDU QUE** les Membres entendent définir la subdivision des tâches et des responsabilités pour l’exécution du Projet,

**الملخص** – ان المشاريع تحتوي عل العديد من الصعوبات والعراقيل والتي تكمن أسبابها أساسا في إدارة وتسيير المشروع، تنظيم فريق المشروع، التطور التكنولوجي ومحيط المشروع. إضافة الى هذا ان المشروع يتواجد في وسط متغير مرتبط أساسا بتغيرات كل من المحيط الاقتصادي والتكنولوجي والاجتماعي كما يجب ان يخضع الى قوانين حماية البيئة في إطار التنمية المستدامة. هذا الوضع المعقد والمتغير تقع حتميته على عاتق المسؤول على إنجاز المشروع الذي لا يملك صلاحية تغييره لان مهمته كمسؤول تكمن في تحقيق اهداف المشروع بمراد محددة ومخصصة. من جهة أخرى لتحقيق هذه الأهداف بإمكان المسؤول على المشروع ان يلجأ الى مجموعة من المنهجيات والطرق المخصصة لتحسين أداء ونوعية المشروع. لكن الممارسين والمختصين في هذا المجال. يؤكدون بان استعمال هذه المنهجيات قد لا يؤدي الى الأداء الجيد للمشاريع وقد يحول دون تحقيق النتائج المتوقعة بسبب نوعية الهياكل التنظيمية المتواجدة حاليا. فعلى سبيل المثال لا الحصر فان المشاريع البيئية هي أحسن مثال على هذه الإشكالية. وبالتالي فان تسيير هذه المشاريع يواجه صعوبات كثيرة عند محاولة إيجاد حل توافقي بين عدة اهداف كالأداء الاقتصادي والبيئي من خلال الجمع بين منطق الوقاية او المنع والكفاءة الايكولوجية. ويمكن ان ينجر عن هذه الصعوبات عدم القدرة على تقييم القيمة المضافة وأثر المشروع بشكل صحيح.

تحقيقا لهذه الغاية، نقترح في هذه الاطروحة لتأطير هذه الإشكاليات والفرصيات لتحسين أداء المشاريع منهجية تركز أساسا على التوقع ومستعملة في ذلك أدوات وتقنيات عالية، بالتحديد التقييم ذو معيار وذو معايير متعددة التطبيقات، التي تسمح للمشاركين الفاعلين في المشروع يتكون ما يعرف بالبناء التعاوني ومنهجية الحسم في اخذ القرار.

من خلال هذه الوسائل والمنهجيات المقترحة في هذه الاطروحة نسعى الى تعميق وتعزيز أداء المشاريع، الى تسليط الضوء على السبل الناجعة لتحسين وتحقيق اهداف المشاريع في محيط لا يخلو من الصعوبات والعراقيل السابق ذكرها كما انها تهدف الى تعزيز اخذ القرار المؤسس والملم بكل الجوانب المعرفية لأخذ القرار.

**كلمات مفتاحية:** المشروع، البيئة، المتابعة والتقييم، الاهداف، بناء تعاونية، الترقيب، تحليل الثمن-الفائدة، المساعدة في القرار.



**Abstract-** Projects with many sources of difficulties which take both management as project management and the organization of the project team, technical and project environment. The project is at the center of a moving context linked to economic environments, technological context, the social context, the environmental protection.

This complex context is imposed the responsible for project success that undergoes and can not change it. Its purpose is to achieve the objectives set from resources as are allocated to. To do this, it features a number of methods to improve project performance into question, however, practitioners recognize that organizational structures installed with these methods do not always allow maintain the performance of projects and, sometimes, do not give the expected results.

Environmental projects illustrate anyway particularly this point, management encounter significant difficulties when seeking to find a compromise between several objectives, such that economic performance, environmental performance by combining them in a logic of prevention and eco-efficiency. These difficulties can induce an inability to properly assess impacts and added value of these projects.

To this effect we propose in this thesis to frame these problematic and improve project performance by the construction of a platform which is based on anticipating all along an effective process with pertinent tools; especially mono-criterion assessments and multi-criteria that allow actors a collaborative construction project with an approach decisional more enlightened.

Through these methods we seek to deepen and consolidate the performance of projects to put forth opportunities for improvement implementation of projects at the center of the intrinsic constraints and integrated and finally decision making in full knowledge.

**Keywords:** project, environment, monitoring and evaluation, objectives, collaborative construction, anticipation, cost benefit analysis, ELECTRE, decision support.

**Résumé-** Les projets comportent de nombreuses sources de difficultés qui tiennent tant du management et de la gestion de projet que de l'organisation de l'équipe projet, de la technique et de l'environnement du projet. Le projet est au centre d'un contexte mouvant lié aux environnements économique, au contexte technologique, au contexte social, la protection de l'environnement.

Ce contexte complexe est imposé au responsable de la réussite du projet qui le subit et ne peut pas le modifier. Son but est d'atteindre les objectifs fixés à partir des ressources qui lui sont attribuées. Pour ce faire, il dispose d'un certain nombre de méthodes destinées à améliorer la performance du projet en question. Cependant, les praticiens reconnaissent que les structures organisationnelles installées avec ces méthodes ne permettent pas toujours de maintenir la performance des projets et, parfois même, ne donnent pas les résultats escomptés.

Les projets environnementaux illustrent d'ailleurs tout particulièrement ce point. En effet leur gestion rencontre d'importantes difficultés lorsqu'on cherche à trouver un compromis entre plusieurs objectifs, tels que la performance économique, la performance environnementale en les combinant dans une logique de prévention et d'éco-efficacité. Ces difficultés peuvent induire une incapacité à correctement évaluer les impacts et la valeur ajoutée de ces projets.

A cet effet, nous proposons dans cette thèse de cadrer ces problématiques et améliorer la performance des projets par la construction d'une plateforme qui s'appuie sur l'anticipation tout le long d'un processus efficace doté d'outils pertinents, plus particulièrement les évaluations monocritère et multicritère qui permettent aux acteurs une construction collaborative dans un projet avec une démarche décisionnelle plus éclairée. A travers ces méthodes nous cherchons à approfondir et consolider la performance des projets, à mettre en avant les opportunités de l'amélioration de la réalisation des projets au centre des contraintes intrinsèques et intégrées et finalement la prise de décision en toute connaissance de cause.

**Mots-clés :** projet, environnement, suivi-évaluation, objectifs, conception collaborative, anticipation, analyse coût-bénéfice, ELECTRE, aide à la décision.