

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Industriel

THESE DE MAGISTER

Mr ATIK FAHIM

Ingénieur d'Etat en Génie Industriel

APPROCHE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE DES RISQUES DANS LES PROJETS
APPLICATION : Projet Gazoduc MEDGAZ Algérie-Espagne

Les membres du jury :

Président : Dr A Belkacem-Nacer. Professeur INPS
Examineurs : Mme H. Bencherif. Maître de Conférence ENP
Melle N. Aboun. Chargée de Cours ENP
Mr M. Bakalem. Chargé de Cours ENP
Mr N. Khodja-Bouziane. Chargé de Cours ENP
Invité : Mr A. Ouis. Chef Département Transport SONATRACH
Rapporteur : Dr O. Belmokhtar. Professeur ENP

Juin 2008

ENP 10, Avenue Hassen Badi EL-HARRACH ALGER

ملخص

المشروع بموجب طابعه النموذجي و اندماجه في بيئة تتفاعل تنطوي على مخاطر لا ينبغي ، مدير المشروع تجاهلها. تحليل المخاطر المستمر مفتاح في تحديد ومعالجة المخاطر قبل ان تهدد نجاح المشروع . تستعرض هذه الدراسة مفاهيم المشاريع والمخاطر وتقنيات تحليل المخاطر الراهنة المستخدمة في المشاريع. من خلال دراسة حالة نقدم اطار تحليل المخاطر نستكشف ايضا العقبات في تنفيذ منهجية تحليل المخاطر ونثريها بعد ذلك بادخال المواد الموثقة في الادب. نهج تحليل المخاطر المقترح يساعد على تحقيق تحليل المخاطر مستمر في المشاريع بتمكين البدء المبكر ، والتكرار في التنفيذ، والتوسع في التطبيق و الاعتماد المرن.

كلمات افتتاحية: المشروع، تسيير المشروع، المخاطرة، تسيير المخاطر، تحليل المخاطر، شك

Résumé

De par son caractère de prototype et son intégration dans un environnement réactif, un projet comporte des risques qu'un chef de projet ne devrait pas négliger. Une analyse continue de risque est la clef dans l'identification, l'examen et le traitement des risques avant qu'ils ne deviennent menaces au succès.

Cette étude passe en revue des concepts de projet et de risque et des techniques courantes d'analyse de risque utilisés dans les projets. Nous développons par la suite, une approche méthodologique d'analyse des risques dans les projets en proposant un plan de management des risques pour l'organisation ainsi que des référentiels et des guides qui serviront d'outils d'aide pour l'équipe projet dans leur processus de contrôle des risques. Nous appliquerons ce cadre d'analyse des risques sur le projet d'installation d'un gazoduc sous-marin MEDGAZ.

L'approche proposée d'analyse de risque est d'aider à réaliser l'analyse continue de risque dans les projets en permettant un démarrage très tôt au début de chaque phase du cycle de vie du projet, l'exécution fréquente, l'application étendue et l'adoption flexible.

Mots-clés : Projet, Management de projet, Risque,, Management des risques, Analyse de risques, Incertitude

Abstract

A project by its prototype character and its integration in a reactive environment implies a risk that a project manager should not disregard. A continuous risk analysis is the key in identifying, addressing and handling before they become threats to success.

This study reviews project and risk concepts and current risk analysis techniques used in projects. Through a case study we present a preliminary risk analysis framework. We also explore potential obstacles encountered in the implementation of systematic risk analysis and enriched subsequently by incorporating material documented in the literature.

The proposed risk analysis approach is to help achieve continuous risk analysis in projects by enabling early start, frequent implementation, extensive application and flexible adoption.

Key words: Project, Project Management, Risk, Risk Management, Risk Analysis, Incertitude

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE.....	1
CHAPITRE 1 : CADRE CONCEPTUEL D'UN PROJET.....	6
I. DEFINITIONS DU PROJET.....	6
II. CLASSEMENT DE PROJET.....	7
II.1. Classement par les finalités.....	7
II.2. Classement par rapport au temps.....	8
II.3. Classement d'après l'articulation d'un projet avec un autre projet.....	8
II.4. Classement pour le projet industriel.....	8
II.5. Classement des projets selon l'initiateur.....	9
II.6. Autres typologies.....	9
III. CYCLE DE VIE D'UN PROJET.....	9
IV. APPROCHE SYSTEMIQUE ET GESTION DES PROJETS.....	14
IV.1. Notion de système.....	14
IV.2. Approche systémique dans la gestion de projet.....	15
V. CONCLUSION.....	18
CHAPITRE 2 : L'ECONOMIE DU RISQUE.....	19
I. L'HISTOIRE DU DEVELOPPEMENT THEORIQUE DU RISQUE ET DE L'ANALYSE DES RISQUES	20
II. NOTIONS DE RISQUES ET D'INCERTITUDE.....	24
II.1. Risques et incertitude : le critère de F.H. Knight.....	24
II.2. Les déterminants du risque d'un projet.....	26
III. LES ENVIRONNEMENTS DE DECISION.....	28
III.1. L'univers déterminé.....	28
III.2. L'univers incertain.....	29
III.3. L'univers aléatoire.....	30
III.4. L'univers hostile.....	31
IV. IDENTIFICATION DES RISQUES LIES A UN PROJET.....	31
IV.1. Typologie des risques selon leur nature.....	31
IV.2. Typologie des risques selon leur origine.....	33
IV.3. Typologie des risques selon leurs conséquences.....	37
IV.4. Typologie des risques selon la phase du projet.....	38
VI. CONCLUSION.....	41
CHAPITRE 3 : LES METHODOLOGIES DE GESTION DES RISQUES	42
I. CLASSIFICATION DES METHODOLOGIES DE GESTION DES RISQUES.....	43
I.1. Classifications liées à la nature des informations manipulées.....	43
I.2. Classifications liées à certaines caractéristiques des projets étudiés.....	47
II. ANALYSE DES METHODOLOGIES DE GESTION DES RISQUES.....	51

II.1. Les techniques de recueil de données.....	51
II.2. Le processus de traitement des données.....	52
II.3. Les résultats obtenus.....	55
II.4. Les finalités poursuivies.....	59
II.5. Avantages et limites des méthodologies de gestion des risques d'un projet.....	59
III. CONCLUSION.....	62
CHAPITRE 4 : DEVELOPPEMENT DE L'APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	63
I. LE MANAGEMENT DES RISQUES.....	63
I.1. Introduction	63
I.2. Les six W's.....	63
I.3. Le projet et le management des risques ;;;.....	66
I.4. Le processus de management des risques.....	66
I.5. Evolution du concept d'analyse des risques.....	67
I.6. L'analyse des risques continue.....	69
I.7. Conclusion.....	70
II. CHOIX DE L'APPROCHE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE DES RISQUES.....	70
II.1. Les Méthodologies d'analyse de risques génériques.....	70
II.2. Construction Risk Management System – CRMS model.....	71
II.3. Méthodologie d'analyse de risques des projets intégrée.....	73
II.4. Comparaison des deux méthodologies d'analyse des risques	74
III. DEVELOPPEMENT DU CADRE SYSTEMATIQUE D'ANALYSE DES RISQUES CONTINUE	76
III.1. Initiation.....	76
III.2. Identification des risques.....	78
III.3. Evaluation des risques.....	84
III.4. Les réponses aux risques.....	90
III.5. Suivi et contrôle des risques.....	96
III.6. Capitalisation.....	98
III.7. Communication.....	98
IV. CONCLUSION.....	99
CHAPITRE 5 : APPLICATION DE L'APPROCHE SUR MEDGAZ.....	100
I. DONNEES GENERALES.....	100
II. LE CONTENU DU PROJET.....	102
II.1. Création du MEDGAZ.....	103
II.2. Organisation du projet MEDGAZ.....	104
III. QUELQUES ASPECTS DU PROJET.....	105
III.1. Aspects géopolitiques.....	105
III.2. Aspects stratégiques.....	105
III.3. Aspects du marché.....	108
III.4. Aspects technologiques.....	109
III.5. Aspects économiques.....	109
III.6. Conclusions et priorités.....	109
IV. PARTIE TECHNIQUE DU PROJET.....	110
IV.1. La sélection de l'itinéraire.....	110

IV.2. Le dimensionnement du pipeline.....	111
IV.3. Données technico-commerciales.....	115
IV.4. Campagnes de reconnaissance maritime.....	115
IV.5. Choix du corridor de pose.....	115
IV.6. Caractéristiques du tracé retenu.....	116
IV.7. Campagne géotechnique.....	117
IV.8. Evaluation des risques géologiques.....	117
IV.9. Stabilité des terrains.....	117
IV.10. Analyse de la pose du pipeline.....	118
IV.11. Challenges techniques.....	118
IV.12. Challenges environnementaux.....	119
IV.13. Design de base et équipements de BSCS.....	119
IV.14. Design de base et équipements de OPRT.....	121
IV.15. Conclusions.....	121
V. ANALYSE ECONOMIQUE.....	122
V.1. Etude de base.....	122
V.2. Section offshore.....	125
VI. APPLICATION DE LA DEMARCHE SUR MEDGAZ.....	127
VI.1. Initiation.....	127
VI.2. Résultats de l'identification des risques.....	129
VI.3. Résultats de l'évaluation des risques.....	134
VI.4. Mesure de mitigation des risques.....	143
VI.5. Capitalisation.....	143
VI.6. Conclusion.....	143
 CONCLUSION GENERALE.....	 144

ANNEXES

Liste des Figures

Figure 1. Phase de pré-investissement, d'investissement en cycle de vie du projet

Figure 2. Modèle de gestion du risque au cycle de vie d'un projet

Figure 3. Niveaux d'incertitude

Figure 4. Les risques et leur origine

Figure 5. Les incertitudes liées à l'innovation

Figure 6. Modèle d'information pour le processus d'innovation

Figure 7. Classifications liées à la nature des informations manipulées

Figure 8. Classifications liées à certaines caractéristiques des projets étudiés

Figure 9. Exemple de grille d'analyse qualitative des risques

Figure 10. Méthode ERA : Courbe du dépassement du coût initial estimé, du risque maximum et du budget à allouer

Figure 11. Diagramme du Management des Risques Continu

Figure 12. Identification des risques du modèle CRMS

Figure 13. Feuille résumé des catégories de risque

Figure 14. Processus d'analyse des risques intégrée

Figure 15. Fiche d'identification du risque

Figure 16. Classification des projets selon Delcano

Figure 17. Recommandations sur les techniques d'analyse des risques

Figure 18. Modèle d'évaluation de risque

Figure 19. Plan de réponses aux risques

Figure 20. Modèle de fiche de réponse aux risques

Figure 21. Modèle de fiche de contrôle des risques

Figure 22. Structure des actionnaires de MEDGAZ

Figure 23. Organisation du MEDGAZ

Figure 24. Comparaison entre coûts d'importation

Figure 25. Coûts d'acquisition de GNL

Figure 26. L'évolution de la demande de l'Espagne en Gaz

Figure 27. Section du système de transport du MEDGAZ

Figure 28. Processus d'optimisation du système de transport- Offshore Pipeline

Figure 29. L'analyse de sensibilité – MAOP vs. Pipe Diameter

Figure 30. Comparaison économique des configurations – Offshore Section

Figure 31. Tracé retenu du Medgaz

Figure 32. Terrains analysés

Figure 33. Architecture de la station de compression de Béni Saf BSCS

Figure 34. Visualisation du terminal de réception OPRT

Figure 35. Le modèle Excel d'évaluation du MEDGAZ

Figure 36. Diagramme de Gantt du projet MEDGAZ

Figure 37. WBS du projet MEDGAZ

Figure 38. Profil du risque coût du MEDGAZ

Figure 39. Profil du risque délais du projet MEDGAZ

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelques définitions d'un projet

Tableau 2. Méthodologie de prise en compte du risque : détermination du coefficient de criticité des risques identifiés

Tableau 3. Méthode ARP : Estimation de la criticité des fonctionnalités

Tableau 4. Méthode de fixation du montant des imprévus

Tableau 5. Méthode ADR : Catalogue des risques opérationnels

Tableau 6. *Exemple de grille de lecture d'une méthodologie de prise en compte des risques d'un projet*

Tableau 7. Check-list générique des risques

Tableau 8. Classification des risques (Aven 2003)

Tableau 9. Volumes fournis par le MEDGAZ

Tableau 10. Configurations alternatives de transport

Tableau 11. Volumes de gaz à transporter

Tableau 12. Données des différents scénarios

Tableau 13. Résultats de l'évaluation des trios scénarios

Tableau 14. Résultats de l'analyse de sensibilité

Tableau 15. Liste des risques identifiés

Tableau 16. *Description de contingences*

Introduction Générale et Problématique

L'analyse des risques dans le management des projets est devenue aujourd'hui pour bon nombre d'entreprises, l'une des préoccupations majeures et un élément indispensable à la réussite de leurs projets. Elle s'est traduite par la mise au point et l'utilisation d'une grande variété d'approches originales destinées à identifier, à quantifier et à maîtriser les risques de leurs projets. Beaucoup d'entre elles sont accompagnées de progiciels mis en œuvre pour la plupart, dans de grands groupes industriels.

La question du risque dans les projets est absolument centrale dans la mesure où elle aborde les notions de réussite ou d'échec. Le risque est « la possibilité qu'un projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions de date d'achèvement, de coûts et de spécifications, ces écarts par rapport aux prévisions étant considérés difficilement acceptables, voir inacceptables ». De cette manière, l'importance du concept de Risque est posée d'emblée, le concept étant intrinsèquement relié à la notion même d'efficacité et de performance du projet : l'écart est inacceptable.

L'Association for Project Management précise l'importance de la notion de risque en indiquant que les risques « sont présents dans tous les projets, quelles que soient leur taille ou leur complexité et quel que soit le domaine d'activité. Les risques existent comme une conséquence de l'incertitude. En termes de management de projet, les risques sont ces facteurs qui peuvent causer un échec dans l'atteinte des objectifs du projet.

Certains auteurs considèrent la gestion des risques comme consubstantielle à la notion de projet. Plus qu'un domaine, plus qu'un champ de compétence, la gestion du risque est un des piliers conceptuels permettant l'identification et la définition de l'activité Projet elle-même.

Nous nous situons aujourd'hui dans un environnement complexe, incertain et perturbateur marqué par de grands changements (flexibilité et réactivité des entreprises accrues, réglementation de plus en plus contraignantes, pression sur les coûts...). Dans ce contexte de concurrence impitoyable et d'évolution technologique permanente, l'entreprise qui n'investit pas s'étiolé et de ce fait disparaîtra. Risques et profits entretiennent une relation ambivalente. D'un côté, c'est en prenant des risques qu'on réalise des profits : les profits ne sont que la rémunération des risques qu'on assume. D'un autre côté, la réalisation des profits est

indispensable pour pouvoir supporter les risques. De ce fait, le risque est inhérent à l'activité d'investir et, à ce titre, il est inévitable. La décision d'investir est, sans aucun doute la décision la plus importante que pourrait prendre tout opérateur économique. Mais cette décision repose sur des anticipations, entachées d'incertitudes et de risque, dans la mesure où la réalisation et même l'importance des événements ne peuvent être prévues avec certitude.

Pour montrer la nécessité d'une analyse des risques dans la gestion des projets, une enquête danoise a été menée auprès d'un échantillon de 258 projets dans le domaine des infrastructures de transport, composés de 58 projets de transport ferroviaires, 33 projets de liaisons fixes tels les ponts et les tunnels et 167 projets de routes dans 20 pays. Les résultats montrent qu'en termes de coût, les projets d'infrastructures de transport ne sont jamais réalisés comme prévus ou comme estimés. Flyvbjerg établit que 9 sur 10 des projets tombent dans l'écueil du dépassement des coûts. Pour les projets de rails ferroviaires, la moyenne des dépassements des coûts est de 45%, 34% pour les liaisons fixes, 20% pour les projets routiers et elle est de 28% pour tout type de projet. Sur la base de cette enquête, le dépassement des coûts n'a pas diminué depuis 70 ans et semble être un phénomène global.

Flyvbjerg indique que la principale raison des résultats négatifs dans les projets est que « le risque n'est simplement pas pris en compte dans les études de faisabilité des projets, ni dans leurs management....en adoptant ce que la Banque Mondiale appelle le principe EGAP : Everything Goes According Plan.

La même pratique est en cours à la SONATRACH, grand groupe pétrolier. Que ça soit dans l'évaluation des projets ou dans leur suivi et gestion, le risque est tout simplement omis. Traditionnellement, à la SONATRACH, pour évaluer un projet dans le secteur de l'énergie, on utilise une approche d'évaluation économique basée sur des critères financiers, tels que l'analyse coûts-avantages, le taux de rentabilité, le délai de récupération. Une fois l'opportunité d'entreprendre le projet est démontrée et l'appel d'offre abouti, la réalisation est confiée à l'entreprise, maître d'œuvre, sans se soucier du suivi rigoureux du contrat conclu. Dans ce contexte, il n'est pas rare de voir des projets de la SONATRACH aboutir à des échecs graves et coûteux, à une dégradation ou à une remise en cause de leurs principaux objectifs (coûts, délais et performances techniques), et parfois à leur abandon pur et simple. C'est pourquoi, l'analyse des risques dans les projets est devenue une préoccupation majeure.

La pratique développée dans la conduite des projets dans nos entreprises, montre que les techniques étaient inadaptées aux réalités des entreprises. Il y avait une inadéquation avec les réalités des projets en développement. On peut reprocher à ces techniques d'évaluation de ne pas intégrer dans le management de nombreux projets, l'aspect risque qui pourrait avoir un impact néfaste sur la vie du projet ainsi que celle de l'entreprise.

Devant ce constat, il devient indispensable, voire impératif, pour les différentes personnes chargées de conduire des projets de mieux comprendre les risques potentiels associés à leurs projets et d'intégrer la gestion des risques dans le processus global de gestion des projets.

D'où, il est nécessaire de mettre au point un cadre systématique d'analyse des risques utilisant une démarche claire, continue et facile à mettre en œuvre adaptée au contexte des projets en particulier dans le secteur de l'Énergie.

Une autre constatation faite est qu'on ne dispose même pas d'une base de données projets pour une capitalisation du savoir-faire. Ce qui ne nous permet, ni d'apprécier les performances des projets déjà réalisés en terme d'atteinte des objectifs, ni celui d'apprendre de nos expériences passées.

L'émergence du nouveau contexte économique et industriel oblige les entreprises et en particulier la SONATRACH à s'adapter continuellement à l'évolution de leur environnement et permet de comprendre pourquoi le management de projet se déplace vers une approche plus globale et se tourne de plus en plus vers l'analyse des risques. Objectifs : les anticiper, faire le bon choix en termes de prise de décision et prévoir les actions préventives nécessaires. La tâche n'est pas aisée, car bien des aléas sont difficilement mesurables et les décideurs ne sont pas prompts à se lancer dans un exercice de vérité dérangeant et dévoreur de temps.

A cet égard, notre travail cherche en partant d'une approche fondée sur les risques, à proposer une approche méthodologique d'analyse de risques pour concevoir, mettre en œuvre et maintenir un système solide de contrôle, d'évaluation et d'aide à la prise de décision.

En d'autres termes, nous répondrons à la problématique suivante : quels sont les risques que l'on peut rencontrer (identification) ? Quel comportement adopter ? Quels sont les moyens à notre disposition pour analyser ceux-ci et les maîtriser ?.

L'approche méthodologique proposée sera testée sur un projet stratégique de transport initié par la SONATRACH et ses partenaires. Il s'agit du projet MEDGAZ qui est un exemple de coopération économique et énergétique Sud Nord. Il consiste à poser un gazoduc direct entre Béni Saf et Almeria, à près de 2200 mètres de profondeur marine et 200 kilomètres de distance, en vue de transporter à très haute pression, soit plus de 200 bars, du gaz algérien vers les marchés espagnol et européen, à raison de 10,5 milliards de m³/an en phase 1 et 16 milliards de m³/an en phase 2. Pour ce faire, Sonatrach et Cepsa ont fondé la Société Medgaz en vue de réaliser les études de faisabilité technique et économique d'un projet de gazoduc Algérie Europe via l'Espagne. Devant l'intérêt suscité par ce projet, les compagnies BP, Total, Gdf, Endesa et Iberdrola ont rejoint la Société. Depuis le 17 février 2004, Medgaz est devenue une Société d'étude, de design, de construction et d'exploitation du futur gazoduc offshore.

Ce travail vise à apporter une vision claire et un cadre méthodologique d'identification et de gestion anticipative des risques qui peuvent compromettre la possibilité d'atteindre les objectifs de délais, de coûts et de spécifications techniques du projet. Nous proposerons une approche méthodologique pour l'élaboration d'un cadre systématique d'analyse des risques adaptée au contexte de l'entreprise et de son environnement, afin d'aboutir à une analyse des risques continue permettant une implémentation fréquente par formalisation d'un processus structuré, une application approfondie en suivant un référentiel et un plan de management des risques (guide et grilles d'analyse) et une adoption flexible.

Nous ferons le point dans une première partie sur deux notions clés du travail à savoir : celle de projet (chapitre 1) et celle de risque (chapitre 2). L'objectif de cette partie est de fournir un panorama rapide des divergences existantes et surtout de préciser l'acceptation retenue dans la suite de notre travail. Evidemment, pour maîtriser au mieux les risques, il faut commencer à les comprendre (phase 1), les évaluer (phase 2) et mesurer leur conséquences (phase 3). C'est pourquoi le contenu du chapitre 2, fait référence explicite à ces différentes étapes indispensables en vue de permettre in fine une discussion sur le problème de la maîtrise des risques.

Ensuite, nous donnerons un aperçu sur les différentes méthodes de gestion des risques (Chapitre 3), en proposant des classifications selon la nature des informations manipulées, selon la nécessité ou non d'utiliser l'outil informatique, selon l'étape du projet (à sa définition ou en cours de son exécution) ou encore selon que les projets soient à coûts contrôlés ou à rentabilité contrôlée..

Le chapitre 4 traite de la mise en œuvre du cadre méthodologique de l'analyse des risques dans les projets en se dotant de techniques et d'outils qui permettent une analyse des risques continue tout le long du cycle de vie du projet, une implémentation adaptée à tous les projets de l'entreprise et un système de réponse et de communication des risques efficient.

Une application de cette approche méthodologique est exécutée sur notre étude de cas dans le chapitre 5. Nous présentons et interprétons les résultats de cette application. Nous terminons notre travail par une conclusion en faisant mention de quelques pistes de développement.

Chapitre 1 Cadre conceptuel d'un projet

Avant de décrire le contenu et de concevoir la méthodologie d'analyse des risques proposée que nous allons mettre en œuvre, il semble intéressant dans un premier temps, de présenter comme notions et citations sur le sujet, les définitions, les concepts et les terminologies pertinentes qui sont utilisées dans ce travail.

I. Définitions du projet

Le concept de projet a fait l'objet de plusieurs définitions limitatives selon les acteurs. C'est pourquoi nous en trouvons plusieurs définitions exposées dans le tableau suivant :

Auteur et référence	Définition d'un projet
Le Dictionnaire de Hachette [1993]	C'est ce qu'on propose
Chervell et Le Gall [1976]	Comme ensemble de moyens mis en œuvre de façon coordonnée dans le but d'atteindre un objectif économique fixé au préalable
Declerk et.al. [1980]	Un ensemble d'action limitée dans le temps et en interaction avec un environnement dans lequel le projet est réalisé
Cleland et King [1982]	"A complex effort to achieve an objective within a schedule and budget target which typically cuts across organisational lines, is unique and is usually not repetitive within the organisation"
Bridier et Serge [1995]	Est un ensemble complet d'activité et d'opérations qui consomment des ressources limitées (telles que main œuvre, devises etc.) et dont on attend (certains individus, groupes ou classes ou collectivités entières) des revenus ou autres avantages monétaires ou non monétaires.
Giard [1991]	Une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir et mis en œuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle et qui implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données
La banque Mondiale [1992]	Un ensemble optimal d'action à caractère d'investissement fondée sur une planification sectorielle globale et cohérente, grâce auquel une combinaison définie de ressources humaines et matérielles engendre un développement économique et social d'une valeur déterminée

Tableau 1 : Quelques définitions d'un projet

Ces principales références donnent le concept de projet. Cependant elles sont quasi générales puisque, dans la pratique, on retrouve des formes diverses sous l'appellation de « projet », ne répondant pas entièrement à cette définition.

Pour CHERVEL et GALL [Chervel, 1976], nous ont-ils précisé et ajouté que la notion de projet fait intervenir plusieurs éléments comme suit :

- éléments volontaires : il s'agit d'une opération décidée clairement par une certaine instance (promoteur privé, entreprise d'Etat) dans un certain but.
- élément temps : c'est une opération qui va se dérouler dans le temps, entre la date de mise en œuvre des moyens et la date où l'objectif sera atteint.
- éléments de complexité : c'est une opération complexe, qui nécessite la mise en œuvre de moyens divers et une programmation dans le temps.
- éléments de finalité : le but à atteindre, défini au préalable est de nature économique, il s'agit de produire un bien ou un service.

Il s'avère donc nécessaire d'adapter un mode de gestion spécifique aux différents types de projets afin de prendre en compte toutes les caractéristiques du projet et en particulier, son incertitude et sa complexité. C'est pourquoi, nous allons présenter ces différents types de projets.

II. Classement de projet

Les caractéristiques des projets sont diverses. Les classifications qu'on peut trouver dans la littérature sont nombreuses.

II.1. Classement par les finalités

Ce sont les classements les plus courants, ils peuvent être présentés de diverses manières :

- suivant la nature des biens ou service produit : projet de production de biens matériels et projets de production de service.
- suivant le type de consommation auquel le produit donne lieu : projets de production à la demande intérieure et projets d'exportation, projets économiques et projets

sociaux, projets de production marchande et projets de production non marchande (projet vivier).

II.2. Classement par rapport au temps

C'est ce qui sépare la mise en œuvre des moyens et l'obtention des résultats :

- projets de production immédiate (projet industriel) et projets de production différée.
- projets supposant un important investissement (forte intensité capitalistique, longue durée de vie et d'amortissement) et projet n'entraînant qu'un investissement modéré (amortissement rapide).

II.3. Classement pour le projet industriel

Basé principalement sur les buts visés par les projets, O'SAUGHNESSY [O'Saughnessy, 1992] les a regroupés en quatre classes distinctes :

- Projets relatifs à la fabrication d'un produit et à l'expansion de l'entreprise. Projets nécessitant des investissements pour modifier le processus actuel de fabrication ou procéder à l'implantation de nouvelles installations de production.
- Projets relatifs à l'amélioration des installations et équipements pour accroître l'efficacité de la production. Projets visant à augmenter la production, à réduire les coûts de production, à améliorer la qualité des produits existants ou à réduire les coûts énergétiques.
- Projets relatifs au maintien des installations, des équipements et de la propriété. Projets impliquant des réparations d'importance pour maintenir en bon état de fonctionnement les installations, les équipements et les bâtiments en place.
- Projets relatifs à l'environnement et à la sécurité. Projets visant à se conformer aux normes de l'environnement et de la sécurité du travail ainsi que les projets ayant pour but d'améliorer les conditions de travail.

II.4. Classement des projets selon l'initiateur

Il est très important de classer les projets selon leur initiateur. Ce classement est important car la phase évaluation se présentera d'une manière différente selon les initiateurs du projet. Ainsi pour la préparation du dossier, son contenu, les moyens et mesures à prévoir pour la mise en place du projet pourront être différents.

On peut distinguer trois types de projets existant selon l'initiateur :

-
- Projets émanant d'entreprises privées, nationales ou étrangères, dont le but est la recherche des bénéfiques ;
 - Projets émanant d'entreprises publiques ou du secteur d'Etat, dont le but est de satisfaire un besoin ou encore d'assurer un meilleur service public ;
 - Projets émanant d'organisations internationales d'aide au développement, dont le but est souvent du deuxième type. En cas de financement mixte, on peut retrouver mêlés à la fois des objectifs de type publics et des objectifs de recherche de bénéfiques.

II.5. Autres typologies

MILLER a distingué trois types de projets comme suit [Miller, 1988]:

a) Projet push

Le projet push est un projet exploratoire, dont les objectifs sont en général flous au départ. Ces objectifs se structurent au fur et à mesure de la recherche pour déterminer un certain nombre de possibilités techniques. Le moteur d'un projet push est généralement la recherche de nouvelles technologies.

b) Projet Pull

Le projet pull est, par contre, un projet finalisé sur une application ou sur des problèmes techniques parfaitement identifiés. Il se fédère très rapidement sur un concept de produit qui fera l'objet d'une exploitation économique et commerciale. « c'est un projet tiré par le marché ».

c) Projet Push-pull

Le projet push-pull, à la frontière des deux catégories, est conforme d'une manière plus sensible aux pressions de l'interface recherche/marketing. Un projet de ce type est considéré, selon les forces exercées, comme un projet push ou comme un projet pull.

III. Cycle de vie d'un projet

Il existe plusieurs façons de séparer un projet en différentes étapes. Pour cette étude, nous allons décrire l'approche théorique.

La notion d'horizon temporel qui caractérise le concept « projet » fixe implicitement un point de départ et un point d'arrivée. La trajectoire que suit le projet entre ces deux points est définie comme étant le cycle de vie de projet.

Le cycle de vie représente les différentes phases franchies par le projet ainsi que les diverses activités qui le composent. Il schématise le processus du développement d'un projet.

Pour définir ce processus de développement, plusieurs auteurs ont proposé des nomenclatures différentes. Par exemple, ADAMS [Adams, 1978] propose quatre phases qui ont été par la suite reprises par WEBSTER [Webster, 1979] avec comme toile de fond cinq projets de type différents : les projets de recherche fondamentale, les projets de recherche appliquée, les projets de développement, les projets de construction et les projets qui appelle des systèmes globaux.

Les phases retenues par ADAMS et reprises par WEBSTER varient selon le type de projet et que seules les activités à l'identification des besoins et à la fin du projet sont présentées dans chacune des catégories énumérées.

De cette manière, si nous comparons un projet de recherche fondamentale avec un projet de construction nous constaterons que dans le premier cas, la phase de conception peut ne comprendre que l'activité reliée à l'identification du besoin. L'activité de faisabilité s'effectue dans la phase de planification. Dans le second cas, ces deux mêmes activités se trouvent dans la phase conception.

Pour sa part, ARCHIBALD [Archibald, 1976] identifie six phases spécifiques dans le cycle de vie d'un projet : le Concept, la Définition, le Design, le Développement, l'Application et la Post complétion. WEBSTER [Webster, 1979] fait à partir de cette proposition d'ARCHIBALD, une étude qui démontre également que les divergences pouvant exister au niveau des activités de chaque phase, dépendent du type de projet à réaliser.

D'autres ont présenté leur vision relative aux phases du cycle de vie d'un projet. On remarque que selon les auteurs et selon le type de projet, les phases du cycle de vie sont présentées sous des variantes et des appellations différentes. Bien que les appellations soient différentes, toutes les propositions ont un point commun à savoir : un découpage chronologique des phases ou des étapes sans mettre en évidence la nécessité itérative de rétroactions entre chacune des phases.

En plus, un projet a la particularité de suivre un cycle de vie relativement court pendant laquelle un ensemble d'activité va converger et établir une chronologie de vie par exemple au point de vue de l'investissement, étapes décrites par BEHREN et HAWRANEK [Behren et Hawranek, 1995] et présentées dans la figure suivante :

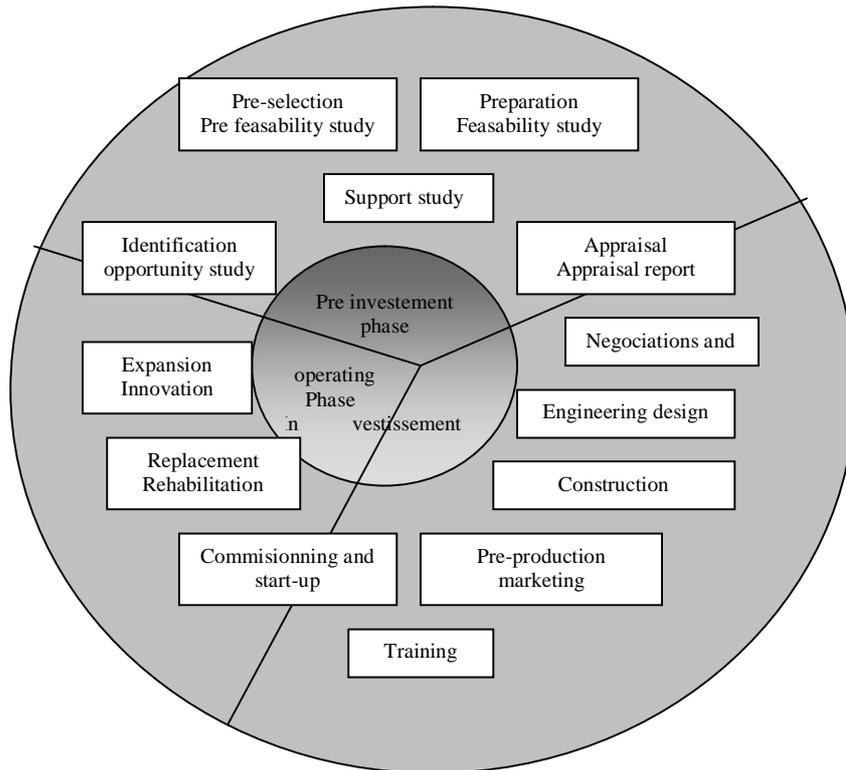


Figure 1. Phase de pré-investissement, d'investissement en cycle de vie du projet
(Source : BEHRENS et HAWRANEK, 1991)

D'après O'SAUGHNESSY [O'Saughnessy, 1992], le cycle de vie d'un projet est caractérisé par trois phases distinctives :

- La phase développement
- La phase réalisation
- La phase opérationnelle.

a) Phase développement

Elle comprend cinq étapes qui sont la conception du projet, l'étude de pré-faisabilité, la sélection, l'étude de faisabilité et la décision. Cette phase a pour objet de définir et d'analyser le projet de façon à prendre une décision quant à son refus ou à son acceptation. Lors de la conception, l'idée et la problématique du projet sont étudiées. Une priorisation des projets est alors effectuée et les études ultérieures sont réalisées sur un projet prioritaire. L'étude de

pré faisabilité est une étude préliminaire qui consiste à regarder les différentes options d'un même projet. Par la suite, la meilleure option est sélectionnée et la formulation finale est faite lors de l'étude de faisabilité. Après cette étude le projet est approuvé ou non.

b) Phase de réalisation

Elle comprend la planification et l'exécution du projet. La planification est la mise en place de l'organisation du projet, alors que l'exécution concerne surtout les travaux associés aux projets. Cette phase permet de tout mettre en œuvre pour transformer les intrants d'un projet en extrants.

c) Phase opérationnelle

Les activités de la mise en opération ou phase opérationnelle sont la mise en opération du projet, la livraison du projet, la clôture du projet et l'évaluation à posteriori.

Tous les projets sont idéalement en cohérence au sein de la politique et la stratégie de l'entreprise qui ont été influencés fortement par des changements globaux (économique, politique, écologique, opinion publique etc.). L'aspect concernant l'environnement global doit être pris en compte.

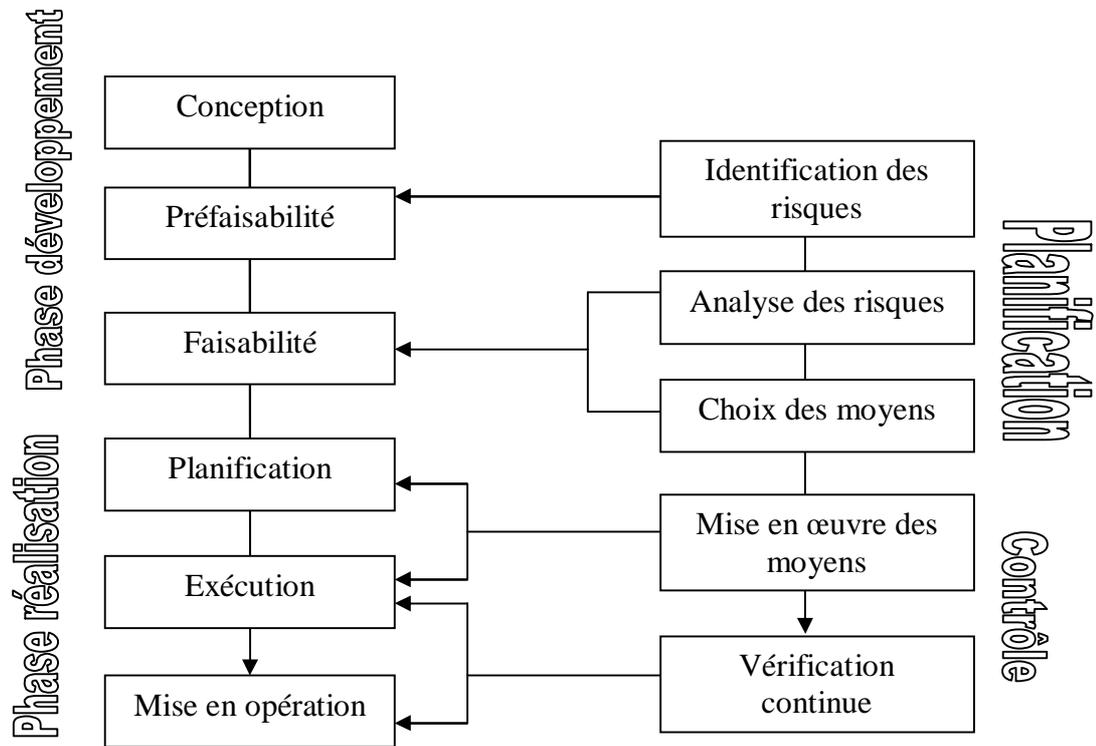
Par contre, tout comme la plupart des activités que nous entreprenons, un projet est susceptible de générer des événements non désirables, qui n'ont pas été prévus et qui, en dépendance de leur importance, peuvent mettre en péril ce dernier ou faire en sorte qu'il n'atteigne pas les objectifs pour lesquels il a été conçu.

Ainsi, à partir du moment où nous ne contrôlons pas avec certitude notre environnement, nous sommes, du point de vue théorique, soit en contexte de risque, soit en contexte d'incertitude.

O'SAUGHNESSY [1993] a proposé un modèle de gestion du risque. Ce modèle suggère d'identifier les principales sources de risque, dès l'étape de formulation et de l'évaluation préliminaire du projet (pré faisabilité) illustré à la figure 2.

On remarque que les activités ayant trait à la planification du risque se déroulent dans la phase développement du projet et que celles relatives à l'organisation du risque (mise en œuvre des moyens choisis) et au contrôle de ces derniers s'effectuent à la fois dans les phases réalisation et opérationnelle du projet.

Cependant, selon O'SAUGHNESSY, cette vision simplifiée de la gestion du risque respecte à la fois les concepts généraux de la gestion administrative et la préoccupation des gestionnaires des projets à prendre rapidement en compte le risque dans un projet.



Source : [O'SAUGHNESSY 1992]

Figure 2. Modèle de gestion du risque au cycle de vie d'un projet

C'est ce modèle qui nous servira de référentiel dans notre étude. Il s'agit en fait, d'identifier les risques très tôt du cycle de vie du projet, de les traiter et les anticiper par la mise en œuvre de moyens nécessaires en fonction de la phase planification du projet.

IV. Approche systémique et la gestion du projet

Il est difficile de parler de gestion de projet sans tenir compte de la notion de système. Un projet ne doit pas être uniquement vu à l'image d'une petite boîte noire isolée, mais plutôt comme étant un élément faisant partie d'un univers fourni par de multiples éléments. Cet univers est souvent flou, complexe, multidimensionnel et difficile à cerner [O'SAUGHNESSY 1992].

L'environnement technologique, l'environnement économique, socioculturel et écologique sont des éléments gravitant autour d'un projet.

L'approche classique ne suffit plus à répondre aux exigences de l'intégration. C'est pourquoi, l'approche systémique occupe une place importante dans l'analyse d'un projet et introduit les notions systémiques concernant l'environnement autour du projet.

Dans le sous-chapitre suivant, nous allons faire une brève description de notion de système et de son approche dans la gestion du projet.

IV.1. Notion de système

En France, l'approche systémique est apparue assez tardivement [Durand, 1996]. Au début des années 70, des chercheurs [Morin, 1977], [Rosnay, 1989], [LeMoigne, 1977] ont construit la théorie des organisations en utilisant l'objet biologique pour faciliter le passage à un point de vue global (système). Cette approche suscita un engouement dans toutes les disciplines scientifiques.

Comme dans la gestion de projet, on a besoin d'apporter des aspects pluridisciplinaires. Par exemple, l'essor des mathématiques, de la statistiques et de l'informatique à procurer des outils de recherche opérationnelle fort utiles dans l'aide à la décision, comme aussi la science économique et financière, la sociologie et l'écologie etc. Ces apports pluridisciplinaires ne peuvent pas être considérés de façon isolée, mais doivent être intégrés dans un système global d'organisation de projet.

Les nombreux experts donnent la définition d'un système : Par exemple, pour BERTALANFY [Bertalanfy, 1977], un système est un ensemble d'unités en interrelations mutuelles et pour ROSNAY [Rosnay, 1975], un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but.

Cette définition est très vague et ambiguë, ACKOFF [Ackoff, 1982] propose une définition intéressante puisqu'elle insiste sur la dimension intentionnelle d'un système, selon lui :

Un système est un tout, qui ne peut être décomposé sans perdre ses caractéristiques essentielles. Il doit être étudié comme un tout. De plus, plutôt que d'expliquer un tout en fonction de ses parties, il faut expliquer les éléments en fonction du tout. Par conséquent, le système doit être vu comme un ensemble de parties et non comme des entités séparées.

En effet, on peut noter ici qu'un projet est un système complexe ou un ensemble de dimensions sociales, économiques, matérielles, naturelles, écologiques, technologiques, etc. sont en interaction.

C'est pour quoi, à notre avis, cette complexité nous amène à considérer la gestion de projet comme gestion d'un système. Lorsque la gestion de projet est prise dans ce sens, elle contient plusieurs sous systèmes.

IV.2. Approche systémique dans la gestion de projet

D'un point de vue finalité du projet, la notion de système représente une certaine similitude avec la conception du projet précédent. Si on s'appuie à certaines caractéristiques abordées dans la définition du projet telles que :

- b. Le projet est un processus de transformation de ressources
- c. Le projet doit répondre à un ou des objectifs précis
- d. Le projet est sujet à certaines contraintes
- e. Le projet baigne dans un environnement interne et externe

C'est pourquoi, par exemple, [Cleland et King, 1982] a affirmé qu'un projet peut également être identifié comme un élément d'un système.

Quant à la définition de la gestion de projet, PATTERSEN [Pattersen, 1989] nous propose la définition suivante :

"La gestion de projet est une méthode systémique permettant l'interaction dynamique entre tous les éléments d'une organisation et l'environnement à travers un enchaînement d'activités convergeant vers un objectif commun".

Dans la même voie, CLELAND [Cleland, 1985] propose de considérer la gestion de projet comme un système composé de six sous-systèmes en interaction dynamique ayant chacun une mission spécifique à accomplir tout en étant soutenue par un ensemble de techniques et de méthodologies soigneusement sélectionnées :

- **Sous-système d'organisation**

Il a comme objectif de faciliter l'utilisation des ressources du point de vue fonctionnel du début à la fin du projet. Il vise à optimiser la gestion des interfaces entre toutes les unités de l'entreprise et l'environnement du projet. Ceci est réalisé à partir de la définition du rôle de chacune des unités de l'entreprise et de l'établissement de liaisons entre elles. Une bonne gestion du projet au centre du système nécessite une coordination efficace des interfaces.

- **Sous-système de planification**

Ce sous-système est porteur de la sélection des objectifs du projet ainsi que de l'ensemble des stratégies visant à utiliser des ressources. Ces stratégies incluent les plans d'actions, les politiques, les procédés et les plans d'affectation de ressources.

- **Sous-système de contrôle**

Ce sous-système a pour but de fournir les indicateurs de performances en accord avec le temps programmé, le budget et les objectifs techniques. De ce fait des actions correctives sont prises afin d'améliorer l'utilisation des ressources.

- **Sous-système de gestion d'information**

Ce sous-système se révèle comme un excellent moyen pour le développement de plans et pour établir le contrôle sur un projet. L'information fait partie du projet, elle fournit la matière première pour la prise de décision tant stratégiques qu'opérationnelle. On a besoin du système de gestion de l'information afin d'améliorer la prise de décision : en captant, traitant et restituant tour à tour l'information.

- **Sous-système culturel**

Ceci est l'élément qui établit la synergie entre les idées et les convictions managériales ou fonctionnelles associées pendant tout le cycle de vie du projet. Les projets qui, généralement réussissent, adoptent une culture homogène en termes de valeur, conviction, attitudes, traditions et style de management.

- **Sous-système humain**

Il a la responsabilité particulière d'assumer de manière partielle les fonctions usuelles de la gestion du personnel et de veiller au maintien d'un bon climat de travail. Ce sous-système

remplit plusieurs fonctions par exemple : gérer le recrutement de personnel, s'occuper des relations de travail, etc.

On peut remarquer ici, qu'il y a deux notions sur l'environnement, ce sont l'environnement interne et l'environnement externe au projet.

L'environnement interne nous réfère aux différentes variables de l'organisation d'où l'origine du projet, alors que l'environnement externe touche aux variables qui sont indépendantes du contrôle de l'entreprise et qui sont susceptibles d'influencer la bonne marche du projet.

Les principales composantes de chacun des environnements ci-dessus sont : (i) l'environnement interne : planification stratégique et valeurs de l'entreprise, human-finance, savoir faire, fixer le tarif, participation publique et secteur privé et (ii) l'environnement externe c'est-à-dire : Facteurs socio-économiques : climat politique, banque commerciale, conjoncture économique, taux d'inflation, taux d'intérêt, PNB, taux de croissance, acceptation publique etc. ; Facteurs écologiques, technologiques, ressources naturelles (climat, sol, air, pollution, technologies existantes etc.) ; Organisation externe/interne : ONG, organismes, R&D, banques et contexte légal et régulation, politique du gouvernement etc.

En conséquence, pendant tout le cycle de vie, le manager du projet devra prendre en compte l'ensemble des variables dans lesquelles baigne le projet et circonscrire les évènements critiques qui sont susceptibles de se produire et de mettre en péril le projet.

Comme le montre la figure précédente le projet n'a généralement pas ou bien peu d'influence sur son environnement externe alors qu'il peut influencer et être influencé par les variables de type interne.

Alors l'analyse d'un projet doit prendre en considération ce réseau de relations entre le projet et son environnement pour d'une part, déceler les contraintes ou conditions critiques pouvant en découler et, d'autre part, établir l'ampleur les modes de gestion à mettre en place pour gérer cet ensemble d'interfaces.

C'est pourquoi, nous pouvons conclure que la vision systémique constitue un pré requis essentiel pour évaluer adéquatement un projet et le gérer efficacement.

V. Conclusion

La complexité, l'incertitude et l'extrême concurrence de l'environnement économique et industriel dans lesquels évolue l'entreprise, de même que les difficultés rencontrées dans le management des projets, sont à l'origine de nouveaux défis majeurs.

Il n'est pas rare de voir des projets aboutir à des échecs graves et coûteux, à une dégradation et à une remise en cause de leurs principaux objectifs (coûts, délais et spécifications techniques), et parfois à leur abandon pur et simple.

Devant ce constat, il devient indispensable, voire impératif, pour les personnes chargées de conduire les projets de mieux comprendre les risques potentiels associés à leurs projets et intégrer l'analyse des risques dans le processus global de management des projets.

Ce qui nous amène à consacrer le chapitre qui suit à la notion du risque, à son évolution dans l'histoire, aux différentes définitions données à ce concept, à la distinction ambiguë qui existe entre la notion du risque et celle de l'incertitude ainsi qu'aux différentes typologies non exhaustives proposées par la littérature.

Chapitre 2. L'économie du risque

« Le hasard n'est pas seulement le facteur négatif à réduire, c'est aussi la chance à saisir »

Edgar Morin

Le thème du risque dans les projets est à la fois très ancien, parce que les techniques mises au point visaient à établir une programmation cohérente du projet et à en maîtriser les dérives au cours d'exécution, et relativement neuf, parce que, on s'est attaché davantage à la gestion d'actions de prévention ou de correction, qu'à la définition et à la cohérence/complémentarité de telles actions.

Le risque est aujourd'hui devenu le maître mot des managers. Les décideurs doivent apprendre à incorporer le risque dans leurs décisions. Les modèles d'analyse font du risque une variable essentielle.

Mais avant de présenter ces modèles et avant de procéder à une identification des différents risques pouvant affecter la réalisation d'un projet, il faut préalablement définir ce que c'est le risque.

Le dictionnaire définit le risque comme étant l'éventualité d'un évènement futur, soit incertain, soit d'un terme indéterminé ou ne dépendant pas exclusivement de la volonté de l'homme qui causera un dommage (incendie, maladie, mauvais temps...); c'est aussi l'évènement contre lequel l'homme s'assure.

L'AFITEP et l'AFNOR définissent le risque comme étant la possibilité que se produise un évènement, généralement défavorable, ayant des conséquences sur le coût ou le délai d'une opération et qui se traduit mathématiquement par un degré de dispersion des valeurs possibles autour de la valeur probable quantifiant l'évènement et une probabilité pour que la valeur finale reste dans les limites acceptables.

Cette définition est restrictive parce que le risque n'est pas toujours probabilisable et que la réalisation d'un ensemble d'évènements, isolément sans gravité, peut s'avérer catastrophique. On définira donc le risque, comme étant : la possibilité qu'un projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions de date d'achèvement, de coût et de spécifications, ces écarts

par rapport aux prévisions étant considérés comme difficilement acceptables voire inacceptables [ECOSIP, 1993].

Nous adopterons pour notre part la définition suivante : le risque est l'exposition à l'occurrence d'un événement favorable ou défavorable ayant un impact sur le projet et conséquence de l'incertitude [Al-Bahar and Crandall 1990]. De ce fait, le risque est une équation qui peut s'écrire comme suit :

$$\text{Risque} = f(\text{Incertainitude, conséquence})$$

I. L'histoire du développement théorique de l'analyse des risques

L'idée que nous pouvons nous projeter dans le futur pour le contrôler représente l'une des avancées les plus audacieuses de l'histoire de l'humanité. Certes, il ne nous est toujours pas accordé de lire l'avenir, mais nous avons franchi un pas important dans ce sens. Non seulement nous cernons mieux la probabilité d'occurrence d'événements désagréables, mais nous avons appris à gérer leurs conséquences. Dans de nombreux domaines, la science a remplacé l'instinct.

Pendant la majeure partie de son histoire, l'homme n'a pas connu les outils de mesure des risques, simplement parce qu'ils n'étaient pas nécessaires. L'activité économique était essentiellement fondée sur l'agriculture, la pêche et la chasse. La météorologie était la seule variable importante, sur laquelle, nous savons tous que, nous ne pouvons agir.

La Renaissance et la Réforme ont transformé chez l'individu la perception de l'avenir. Pour la première fois, hommes et femmes ont relevé la tête et osé penser qu'ils pouvaient maîtriser leur destin. Que la vie économique ait parallèlement connu un changement n'est pas une coïncidence. Stimulée par la découverte de nouvelles routes maritimes, un afflux énorme d'or et d'argent des Amériques et l'appétit insatiable des Européens pour les épices et les textiles asiatiques, cette première forme de mondialisation a alors suscité presque autant d'intérêt et de passion qu'aujourd'hui. Le commerce et la finance se sont développés ; l'évolution technologique a transformé l'agriculture et la navigation ; et la poudre à canon a changé la guerre en une entreprise de plus en plus complexe. Si l'innovation s'est accélérée dans tous ces domaines, le commerce, la finance et la banque en ont surtout bénéficié.

En 1654, au beau milieu de tous ces changements, intervint l'une des avancées intellectuelles les plus importants de tous les temps. Le chevalier de Méré, un noble féru de jeu et de mathématiques, mit au défi le grand mathématicien Blaise Pascal de résoudre une énigme qui préoccupait chercheurs et joueurs depuis plus de cent cinquante ans : comment diviser les mises entre deux personnes dans un jeu de hasard lorsqu'elles arrêtent de jouer avant la fin et que l'une d'entre elle possède de l'avance sur l'autre ?

Personne n'avait été capable de répondre à cette question, jusqu'à ce que Pascal et son collègue Pierre de Fermat suggèrent que les deux joueurs se partagent les enjeux sur la base de la probabilité respective que chacun gagne, et décrivent pour la première fois comment calculer celle-ci. Pascal et Fermat n'ont pas simplement résolu l'énigme d'un jeu de hasard : leur découverte est une véritable révolution intellectuelle.

La théorie des probabilités devait se répandre comme une traînée de poudre. Une cinquantaine d'années plus tard, dans un tourbillon d'innovations et de découvertes, un petit groupe de mathématiciens développait les composants de tous les outils d'évaluation du risque que l'on utilise aujourd'hui : inférence statistique, application des probabilités à une vaste gamme de problèmes tactiques -des affaires juridiques à la mécanique- et les premières tentatives de définition de la distribution normale et de l'écart type. Peu après, on assistait à des avancées gigantesques dans l'utilisation de l'assurance, avec notamment les premiers efforts systématiques pour évaluer l'espérance de vie. Tous les progrès qui s'ensuivirent, y compris un apport aussi important que la théorie des options, découlent de ces éléments fondamentaux de mesure de risque.

Seuls trois composants majeurs de la gestion des risques restaient encore à découvrir : l'utilité, la régression vers la moyenne et la diversification. En 1738, le mathématicien suisse Daniel Bernoulli enrichit fortement la théorie des probabilités en introduisant le premier de ces composants : l'utilité. Il établit ainsi une méthode pour définir la valeur ou l'attrait de divers scénarios. Cette innovation montrait que dans la prise d'une décision les conséquences des différentes possibilités l'emportent souvent sur les probabilités que chacune se produise.

Le second élément est le retour à la moyenne, découvert par Francis Galton, un chercheur de l'époque victorienne passionné de sciences et cousin germain de Charles Darwin. Pour simplifier, la régression à la moyenne traduit l'idée que tout, à long terme, revient à la normale. Avec le temps, les extrêmes retournent toujours à une moyenne. Les expériences réalisées par Galton, à la fin du XIX^e siècle, lui permirent de démontrer cette propriété dans le

domaine de l'hérédité, puis de suggérer d'en faire une règle statistique générale. Les scientifiques adhérents à cette théorie ont également prouvé que cette approche pouvait s'appliquer à tout un éventail de situations, notamment la météorologie, les marchés boursiers, les jeux de hasard, la fréquence des accidents et les cycles économiques.

La troisième pièce du puzzle n'a trouvé sa place que beaucoup plus tard. En 1952, Harry Markowitz, un jeune diplômé de l'université de Chicago, rédigea un article apportant de solides fondements mathématiques à la stratégie de la diversification des placements. Ses travaux montraient que décideurs et investisseurs pouvaient minimiser la variance du retour sur investissement en diversifiant soigneusement leurs placements.

Ainsi, il a suffi de quelques idées puissantes pour poser les bases théoriques de ce noble édifice qu'est la maîtrise des risques modernes. Jusqu'ici on a traité essentiellement des progrès mathématiques sous-tendant les efforts fournis pour maîtriser le risque. Cependant, le cœur de l'analyse des risques se trouve ailleurs. Les découvertes mathématiques ne sont que des outils, les instruments de notre quête d'objectifs plus stimulants. Plus on s'attache au fouillis des équations et des modèles, plus on perd de vue le mystère de la vie qui est pourtant la question même du risque. Connaître le fonctionnement de la gestion des risques n'est que le point de départ. Savoir quand et comment utiliser ces outils est le début de la sagesse.

Les mauvais choix ne conduisent pas nécessairement à des pertes, mais parfois à des opportunités manquées. Un modeste placement dans diverses actions Internet est un pari risqué, doublé d'une forte possibilité de perdre, mais la probabilité plus faible de gagner peut apporter une fortune. Les conséquences de la décision de ne pas investir et d'avoir tort, sont bien plus graves que celles d'investir à mauvais escient. Quand on introduit des chiffres dans ce genre de calculs, on obtient ce que l'on appelle aujourd'hui la théorie de l'utilité.

John Von Neumann est la star de la théorie de l'utilité. Ce Hongrois excentrique, spécialisé dans la recherche nucléaire, a passé la plus grande partie de sa vie à l'université de Princeton, aux Etats-Unis. Mais c'est sans doute sa théorie, formulée dans les années 1930, sur les jeux de stratégie par opposition aux jeux de hasard, qui a fait sa réputation.

L'idée directrice de la théorie des jeux de stratégie de Von Neumann est de reconnaître que les hommes et les femmes ne sont pas des Robinson Crusoé, c'est-à-dire des individus isolés les uns des autres. Il a donné une nouvelle jeunesse à la théorie de la décision en constatant que la source d'incertitude ne provient plus essentiellement de la nature ou du climat, mais plutôt des individus. Quand les décisions résultent d'une forte interaction entre tous les

participants du grand jeu de la vie, il n'est plus temps de favoriser ses propres objectifs. La vie est une suite de compromis avec les personnes de notre entourage. Si cette théorie ne s'applique pas aux jeux de dés ou de roulette, elle vaut pour le bridge et le poker.

La théorie des jeux nous enseigne que les êtres humains créent un ensemble complexe d'incertitudes pour les autres. Il ne suffit pas de dire que la nature humaine ne change jamais et de laisser faire les choses. Hommes et femmes apprennent par l'expérience et la technologie. La réponse opposée hier à une série de circonstances est différente de celle qui sera apportée aux circonstances, elle aussi différentes, du lendemain. Par conséquent, nous ne savons pas ce que nous réserve l'avenir. Le risque, dans notre monde, n'est rien de plus que notre incertitude sur les décisions des autres êtres humains et sur le meilleur moyen d'y répondre.

Il est important de se rappeler que l'incertitude est une amie, et non une adversaire. Imaginons, ce que serait la vie si elle était à ce point ordonnée, que tout régressait presque instantanément vers la moyenne et que la moyenne elle-même ne changeait jamais. Dans un monde aussi figé, la prise de décision serait une pure perte de temps. Ce qui devrait arriver arriverait forcément, indépendamment de nos actions. La vie sans incertitudes ressemblerait à un film dont on connaîtrait systématiquement la fin. Dans un tel univers, on pourrait oublier les facteurs externes à l'origine des plus grands profits dans les affaires et les placements. Ce monde incarnerait le nazisme à l'état pur. La volonté libre - le plus précieux attribut des êtres humains - serait sans fondements, nulle et non avenue.

Le meilleur des mondes s'apparente au notre : un monde où le jeu de la vie ressemble plus au bridge et au poker qu'à la roulette. Les résultats sont incertains lorsque l'homme est son propre ennemi. Mais l'individu peut exercer un certain contrôle sur ce qui va se produire ou, tout au moins, sur les conséquences de ce que les autres choisissent de faire.

Il importe de comprendre ce processus, car là réside toute la question de la maîtrise des risques.

On a retracé ainsi, les progrès accomplis par l'humanité pour maîtriser sa destinée. Cependant, malgré le degré de sophistication des techniques modernes, il ne faut pas croire que l'on domine complètement les risques. Cette connaissance inhabituelle du futur par le chef d'entreprise doit bien sûr être remise en question dans des situations se fondant sur une connaissance encore très imparfaite de l'univers économique : aléas climatiques, événements

politiques et sociaux, découvertes scientifiques, sont d'autant d'inconnues qui soulignent le caractère fondamental de l'incertitude.

C'est pour cela, qu'on consacra tout ce chapitre au développement de la notion du risque et d'incertitude associés à un projet.

II. Notions de risque et d'incertitude

Ce souci de distinguer les deux notions d'incertitude associée à un projet et risque d'un projet n'est pas nouveau : ce thème des critères distinctifs des notions de risque et d'incertitude a même été l'un des thèmes favoris de la littérature économique et financière du vingtième siècle. Pourtant paradoxalement, avec une quasi-unanimité, les auteurs des principaux manuels de finance d'entreprise, après une analyse serrée de ces deux notions concluent généralement en ces termes : la distinction est intéressante du point de vue théorique : toutefois dans le cadre de nos raisonnements ultérieurs, nous utiliserons indifféremment les expressions risque et incertitude. Cette situation mérite quelques explications.

L'assimilation entre ces deux notions a longtemps été la conséquence logique d'une définition ambiguë de la notion de risque présentée à l'origine par F.H. Knight. Il n'en est plus de même aujourd'hui : chacun perçoit bien que risque et incertitude, bien que liées, sont des notions distinctes ; liées en ce sens que le risque d'un projet est la conséquence de l'incertitude associée à ce projet ; distinctes dans la mesure où un projet aux résultats incertains n'est risqué que s'il est susceptible de fournir des résultats non désirés ; l'assimilation demeure cependant : à l'incapacité de distinguer risque et incertitude s'est substituée la recherche d'une plus grande commodité d'usage des outils de la théorie financière.

Nous présenterons successivement ces différents points.

II.1. Risques et incertitude : le critère de F.H. Knight [Knight, 2005]

Cette distinction repose sur les éléments suivants :

- une situation "risquée" est définie comme une situation pour laquelle une distribution de probabilités objectives peut être associée aux résultats ;
- une situation "incertaine" est au contraire une situation aux résultats de laquelle ou bien on ne peut associer aucune distribution de probabilités ou bien on ne peut associer qu'une distribution de probabilités subjectives (Au sens de probabilités obtenues sur la base de jugements d'experts en l'absence d'éléments de référence antérieure).

Ce qu'on constate de la distinction élaborée de Knight c'est que la notion de risque n'est guère valable que pour des décisions de type répétitif prises dans le cadre d'une économie relativement stable. Ce qui n'est pas le cas dans la majorité des décisions : accepter cette formulation équivaldrait à éliminer toute référence à la notion de risque dans le cadre de la vie des affaires.

Deuxième reproche au critère de Knight, c'est l'opposition qu'il fait entre distributions de probabilités objectives et distributions de probabilités subjectives. Il est à remarquer que la qualité médiocre des prévisions concernant les résultats possibles d'un projet en l'absence de données objectives devient bonne lorsqu'il est fait appel à des jugements d'experts. Or la distribution de Knight ne permet pas de tenir compte de ce progrès dans la connaissance du phénomène étudié.

En extension du critère de Knight, J.C. Van Horne [Van Horne, 2003] écrit : « the distinction between risk and uncertainty is that risk involves situations in which the probabilities of a particular event occurring are known, whereas with uncertainty these probabilities are not known ». En d'autres termes, est considérée comme situation risquée toute situation pour laquelle une distribution de probabilités, quelle qu'en soit la nature, objectives ou subjectives, pourrait être associée à ses résultats ; inversement, une situation incertaine est une situation pour laquelle aucune distribution n'a pu être élaborée.

Ce qui n'élimine pas cependant toute l'ambiguïté attachée à ce critère. Supposant une situation qualifiée d'incertaine, devenir risquée au terme d'une analyse supplémentaire faisant appel au jugement d'experts. Cet exemple montre qu'on est conduit à considérer pratiquement les termes « risque » et « incertitude » comme des synonymes.

Par contre, cette ambiguïté disparaît, si l'on prend comme hypothèse que ce critère élargi est un critère distinguant deux niveaux de l'incertitude associée à un projet: l'un le plus élevé, correspondant à un avenir incertain non probabilisable ou indéterminé, l'autre, le plus faible, correspondant à un avenir incertain probabilisable (figure 3).

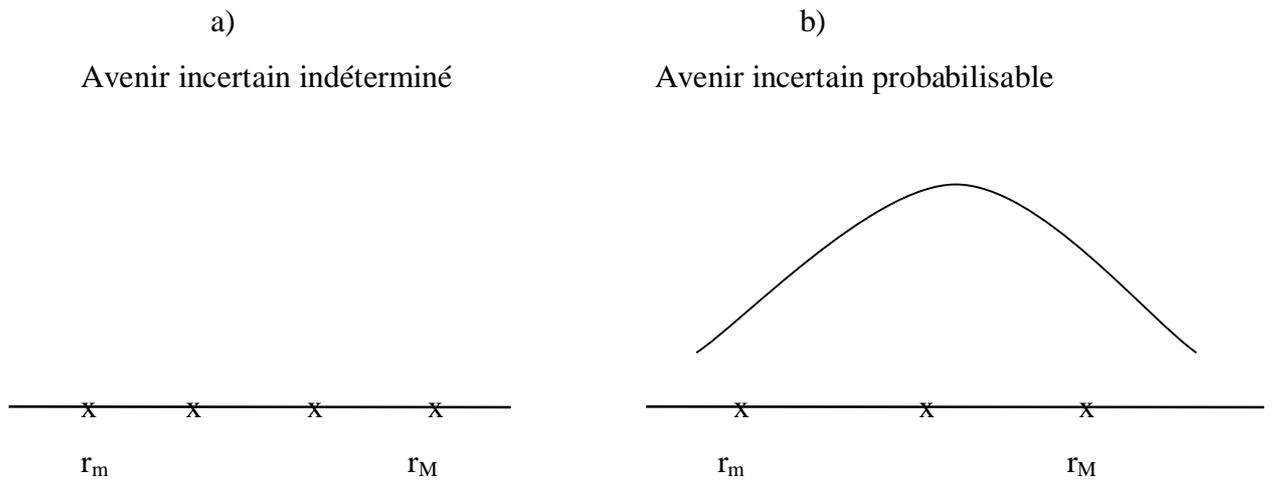


Figure 3. Niveaux d'incertitude

Mais, il faut noter que dans le cadre de cette nouvelle interprétation, il n'est plus fait aucune référence à la notion de risque ; il convient dès lors de préciser quels sont cette fois les déterminants du risque d'un projets d'investissement.

II.2. Les déterminants du risque d'un projet

L'incertitude des résultats associés au projet et le caractère non désiré de certains de ses résultats sont deux éléments qui pris conjointement donnent une idée assez juste de la notion de risque d'un projet.

a) L'incertitude des résultats associés au projet

Un projet n'est risqué que si ses résultats sont incertains ; il est évident que dans le cadre d'un projet dont on connaîtrait à l'avance le niveau de rentabilité futur, il n'y aurait aucune place pour la notion de risque : si ce niveau de rentabilité était supérieur à la norme minimale exigée par le chef d'entreprise de ses investissements, le projet serait mis en œuvre, sinon le projet serait tout simplement abandonné.

J.F. Weston et E.F. Brigham citent l'exemple suivant : « si l'on achète pour un million de \$ de bon de trésor à court terme devant rapporter 5,5%, on peut évaluer le revenu de l'investissement, 5,5%, avec une grande précision, et l'on considère que ce placement présente un risque pratiquement nul. Mais, si le million de \$ est investi dans le capital d'une société qui vient de se créer, afin de prospector des gisements d'uranium en Afrique Centrale,

il est impossible d'en estimer le revenu probable avec précision. Le taux de rendement de cet investissement peut se situer dans un éventail de -100% à des chiffres extrêmement grands ; en raison de cette grande variabilité, on peut dire que le projet est relativement risqué et les auteurs ajoutent encore : « plus le revenu escompté est susceptible de varier, plus le projet est risqué ».

Weston et Brigham [Weston, 1973] ont mis dans leur exemple plus l'accent sur l'aspect variabilité potentielle de l'investissement que sur la possibilité que la firme perde l'intégralité de son capital. L'incertitude relative au rendement attendu d'un projet est une condition nécessaire à l'apparition du risque, mais, n'est pas en soi suffisante à l'apparition d'un tel risque pour qu'il y ait risque. Cette incertitude doit s'accompagner d'un caractère non désiré de certains des résultats du projet.

b) Le caractère non désiré de certains des résultats du projet

En s'appuyant sur une série d'interviews effectuées par J.C.T. Mao [Mao, 1973] auprès de dirigeants canadiens, leur demandant de définir le risque d'un projet, il ressort ce qui suit :

- quand l'engagement de fonds, qui résulterait de la réalisation d'un projet est modéré, relativement aux ressources totales de l'entreprise, au risque du projet est associée la possibilité de ne pas atteindre un certain niveau objectif de rentabilité ;
- quand l'engagement de fonds qui résulterait de la réalisation d'un projet est important, par rapport aux ressources totales de l'entreprise, au risque du projet est associée l'éventuelle insolvabilité de la firme que pourrait entraîner une mauvaise performance du projet.
- Dans tous les cas, ceci équivaut à distinguer parmi les écarts à un certain niveau objectif de rentabilité, les écarts négatifs et les écarts positifs, les premiers seuls, non désirés, étant générateurs du risque pour le projet.

C'est ce concept de risque d'un projet, intégrant directement le caractère non désiré de certains des résultats potentiels d'un projet, et d'ailleurs conforme au sens qu'il a généralement dans le langage commun, qui, à notre sens, répond au mieux aux besoins des dirigeants d'entreprises lors de l'évaluation des projets d'investissement.

III. Les environnements de décision

L'approche des problèmes de décision se fait selon le niveau de risque que l'on est susceptible de rencontrer dans les situations d'entreprise. Il est aujourd'hui fort peu de situations qui puissent être prises en toute certitude (si tant est cela ait jamais existé...). Nous n'opposerons pas l'incertitude (porteuse de risques) à la certitude (qui fait abstraction de tout risques), mais nous retiendrons plutôt une graduation tant dans l'importance que dans la qualité de l'incertitude qui peut affecter nos décisions. Nous examinerons donc successivement les situations de décision en univers déterminé (et non certain), en univers incertain, en univers aléatoire et en univers hostile. Dans chaque situation, les modalités d'une approche quantitative de la prise de décision seront abordées pour fournir au décideur une palette de moyens de traitement de la décision en situation de risque.

III.1. L'univers déterminé

Nous appelons univers déterminé un environnement de décision dans lequel toutes les données d'un problème peuvent être considérées comme connues. Sans doute ce type de situation ne se retrouve-t-il pas très souvent dans la réalité de la vie de l'entreprise. Pourtant, si l'on considère, les circonstances ou la pénalité encourue par une erreur de décision n'est pas significative, il devient possible d'imaginer un certain nombre de situations. Plus représentatif encore est le cas où la dimension complexité l'emporte largement et systématiquement sur celle de l'incertitude. Ainsi, de nombreux problèmes qui sont du ressort de la recherche opérationnelle peuvent entrer dans cette catégorie : programmation de l'ordonnancement des tâches d'un projet dès lors que celui-ci a été figé dans un descriptif contractuel, choix de répartition de production entre différents modèles ou produits dans un environnement de production prédéfini (absence de possibilité de modification de l'outil de production, réserve de capacité de production disponible, ressources fixes en personnel ou matières premières, etc.), organisation d'une logistique de transport en tenant pour défini le type et le nombre de camions disponibles, etc.

Sans doute l'idée de l'univers déterminé est-elle, d'une certaine manière, une vue de l'esprit ou tout le moins une situation temporaire. Mais si l'on peut, pendant une certaine durée, considérer la réalité comme figée, alors il sera possible de décider comme si l'univers de décision était déterminé.

En conséquence il n'est pas nécessaire d'envisager ici une quelconque variabilité des conditions de la décision. En revanche, cet univers déterminé ne conduit pas nécessairement à l'absence de risque. En effet, la dimension de la complexité introduit ici le risque de la complexité.

La complexification des relations économiques associée à la nécessaire rapidité des relations commerciales et contractuelles crée, à n'en pas en douter, une situation de stress permanent dans les états majors mais aussi dans les tâches d'exécution. Témoins les multiples et nombreux travaux réalisés depuis la deuxième guerre mondiale, et singulièrement dans les années 80, dans le domaine de la programmation et de l'organisation de la production. Une partie de l'incertitude liée aux fluctuations du marché a ainsi été absorbée par l'organisation par le moyen de techniques du type juste à temps sous l'impulsion des entreprises japonaises. Il s'agit sans doute d'une approche qui vise soit à éliminer un certain type de risques (par suppression des stocks, par exemple), soit à transférer ces risques (liaisons étroites avec les stades en amont et en aval de la filière de fabrication). Le traitement de la complexité par une meilleure gestion des flux transitant dans l'entreprise modifie sensiblement la manière d'apprécier les résultats obtenus notamment au moyen de la comptabilité analytique.

En clair, il ne suffit pas de considérer que l'on se trouve en univers déterminé pour éliminer ipso facto l'idée de risque. Le risque inhérent à la complexité conduit sans doute également à des coûts d'opportunité soit par l'incapacité à saisir l'ampleur des problèmes, soit par inadéquation de l'unité de mesure.

La complexité implique donc des choix de décisions qui ne permettent pas d'envisager toutes les solutions possibles. Le risque est alors celui de l'oubli de situations, de possibilités de décisions ou de facteurs complémentaires dans le processus de décision. La complexité conduit donc inéluctablement à l'apparition de risques.

III.2. L'univers incertain

Nous appelons univers incertain l'ensemble des situations où la décision concerne des possibilités de choix connues, mais dont les résultats dépendent de l'apparition d'événements identifiés dont on ne peut connaître objectivement les probabilités d'apparition.

Dans ce type de contexte, la décision repose sur le choix d'un mode de décision ou d'un critère de décision. De nombreux analystes ont proposé des moyens de tenir compte de l'incertitude sans pour autant chercher à faire abstraction de cette incertitude.

Beaucoup d'approches ont été proposées pour ce type de problèmes, nous retiendrons cinq. Ces cinq critères sont :

- Le critère de Laplace ;
- Le critère de Wald ;
- Le critère de Hurwicz ;
- Le critère de Savage ;
- Le critère de l'espérance mathématique.

Les décisions en univers incertain concernent les décisions du type «One shot » ou celles pour lesquelles l'historique de décisions passées est insuffisant pour postuler une stabilité statistique indispensable au domaine de l'aléatoire. En revanche, à chaque fois que l'on pourra observer de manière relativement longue l'évolution d'une variable, on pourra la rattacher au domaine de l'aléa et lui appliquer des modèles probabilistes généraux.

III.3. L'univers aléatoire

Nous définissons l'univers aléatoire comme l'ensemble des situations dans lesquelles il est possible de définir une stabilité statistique permettant d'appliquer des modèles probabilistes régissant le comportement de variables aléatoires donc liées au hasard.

L'idée de stabilité statistique repose sur le fait que le comportement de variables ou d'événements est modélisable sous la forme de lois de probabilités. La loi fondamentale en ce domaine est celle des grands nombres, qui permet aux ensembles nombreux de se comporter selon des modèles de probabilité. L'idée ici est de constater que lorsque l'on répète un grand nombre de fois la réalisation d'un événement, la répétition d'un événement supplémentaire représente une part très faible du nombre d'événement. Elle ne peut donc plus modifier le comportement de la variable qui, de ce fait, tend vers un comportement statistique stable.

III.4. L'univers hostile

Dans le cas de décision en univers hostile, le résultat attendu des décisions est difficile, voire impossible à connaître, dans la mesure où il dépend des décisions corrélatives d'autres décideurs. Ce type de situations concerne, bien entendu, toutes les situations de nature stratégiques.

Des essais de formalisation de ce type de situation ont pu être réalisées au travers de la théorie des jeux. Malheureusement, cette théorie ne peut en aucune manière rendre compte de la

complexité de situations de concurrence, notamment en cas de lancement d'activités très nouvelles. Les logiques d'analyse sont alors celles des études de faisabilité où le décideur, aidé par un ou plusieurs spécialistes du domaine, cherche à imaginer des scénarios d'évolution de l'activité, du projet ou de l'environnement de ces derniers.

IV. Identification des risques liés à un projet

Le préalable à toute évaluation de risques dans un projet est l'identification de ceux-ci. Cette première phase demande l'élaboration d'une typologie des risques qui peuvent notamment être classés de différentes façons :

- par leur nature : on distingue ainsi les risques purs des risques spéculatifs ;
- par leur origine : ils peuvent provenir de l'entreprise elle-même ou de son environnement ;
- par leur conséquence : soit pour l'entreprise soit pour les tiers ;
- par la date de leur apparitions : lors de l'élaboration du projet ou au cours de l'exécution du projet ;
- par la source de provenance de l'incertitude.

IV.1. Typologie des risques selon leur nature

a) Les risques spéculatifs

Le risque spéculatif est celui qui provient de la volonté du décideur de réaliser ses objectifs, qui seront souvent l'augmentation de la richesse ou de la puissance de l'entreprise.

Les facteurs de ce type de risques sont divers. On peut citer les suivants :

- ✓ Décisions des pouvoirs publics (fiscalité, droit des sociétés...)
- ✓ Techniques de production (brevets, informatisation...)
- ✓ Marché (diversification, concurrence, conjoncture...)
- ✓ Facteurs financiers (trésorerie, rentabilité...)
- ✓ Facteur humain (homme clef...)
- ✓ Facteurs structurels (organisation, absorption, fusion...).

Les caractéristiques de ces risques sont les suivantes :

- ils résultent de l'action du chef de l'entreprise. Ils proviennent d'un choix raisonné s'intégrant dans un projet. La décision face au risque peut être forte

différente suivant les entreprises, pouvant aller du goût du risque jusqu'à l'aversion totale, en passant par la neutralité ;

- ils sont mesurables dans leurs effets. L'entreprise peut calculer les résultats prévisionnels fastes ou néfastes qu'ils provoqueront ;
- ils sont contrôlables et leur traitement résulte de l'application de techniques de gestion tels le management, l'analyse financière, le marketing, le droit des affaires...

b) Les risques purs

Les risques purs sont la conséquence d'évènements accidentels ou fortuits. A première vue, ils semblent ne provenir que de la seule malchance ou du hasard : il s'agit alors de l'action subite de forces extérieures tels les évènements de force majeure (ouragans, tempêtes, tremblements de terre, inondations...) ou le comportement anormal d'autrui (guerre, attentats, vandalisme...).

Cependant leur origine se situe le plus souvent à l'intérieur de l'entreprise, au niveau de la défaillance humaine (erreur de conception ou de fabrication, mauvais entretien de bâtiment et du matériel d'exploitation, non-respect des règles de sécurité...). Leurs conséquences peuvent être importantes non seulement pour le patrimoine de l'entreprise (dommages aux biens, pertes d'exploitation, actions en responsabilité civile) mais aussi pour les personnes y travaillant.

Les caractéristiques de ce type de risques sont les suivantes :

- ✓ il constitue une menace imprévisible pour l'entreprise ;
- ✓ la délimitation des pertes qui pourront être entraînée par sa réalisation est difficile ;
- ✓ étant par nature un évènement indépendant de la volonté de l'entrepreneur, il ne sera pas facile de le contrôler. C'est la raison pour laquelle son traitement a été principalement confié aux compagnies d'assurance et à l'Etat dès lors que son degré de gravité et de variabilité seraient hors de portée de l'assurance (pertes catastrophiques).

La distinction entre risques purs et risques spéculatifs n'a guère de sens aujourd'hui. Cette distinction conduisait à considérer que seuls les risques purs, c'est à dire (a) de perte (downside risks), (b) exogènes et (c) pour lesquels des fréquences stables étaient admises par

tous relevaient du management des risques. Or, très peu de risques demeurent strictement exogènes : (a) le progrès scientifique a étendu de façon considérable les moyens techniques dont on peut disposer pour modifier les distributions de probabilités des avantages dont nous pouvons bénéficier comme celles des inconvénients qui nous menacent ; (b) le progrès social a multiplié de façon impressionnante les conventions et les contrats sur lesquels on peut s'appuyer pour faire l'acquisition ou à l'inverse se défaire, pour tout ou partie, de divers types de risques, soit sur les marchés soit dans diverses interactions contractuelles ; (c) pour les mêmes raisons, très peu de risques sont susceptibles d'être caractérisés par des fréquences stables observables sur une longue période.

IV.2. Typologie des risques selon leur origine

Les risques d'un projet peuvent provenir non seulement du fonctionnement de l'entreprise mais surtout de son environnement, comme le montre la figure 4.

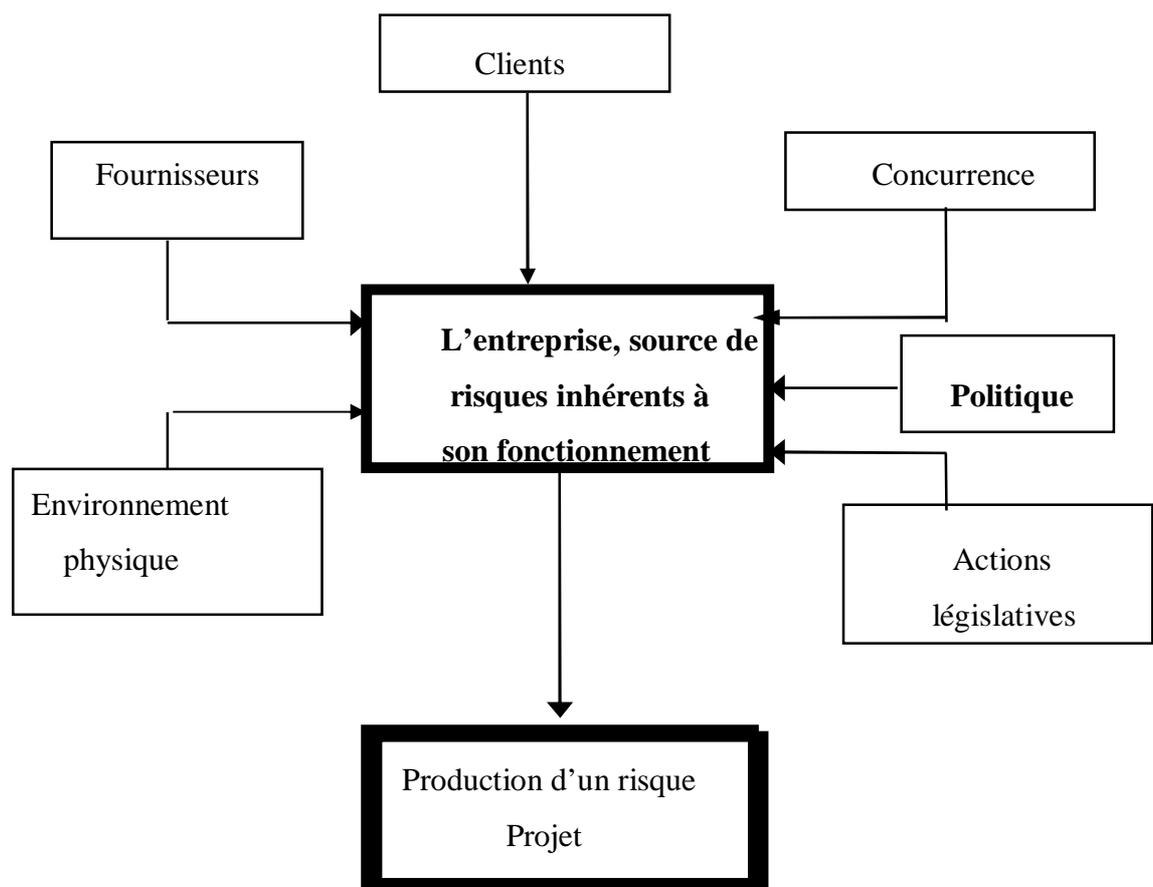


Figure 4. Les risques et leur origine

a) L'environnement, source de risque pour l'entreprise

Identifier le risque, c'est souvent identifier les menaces qui proviennent de l'extérieur, qu'il s'agisse des risques spéculatifs ou des risques purs.

Si l'origine du risque spéculatif provient la plupart du temps du fonctionnement de l'entreprise à travers les choix stratégiques effectués, ce type de risque peut également être généré par l'environnement : concurrence, contrefaçon de brevet, disparition d'un client important, arrêt d'activité du principal fournisseur, confiscation des actifs à l'étranger du fait d'une décision des pouvoirs publics, modification de la réglementation...

Il en est de même pour les risques purs. Certains proviennent de l'extérieur, on peut citer à titre d'exemple :

- les cas de force majeure tels les tempêtes, ouragans, tremblements de terre, inondations...
- les actes de vandalisme, sabotage, vol...
- les défauts de matières premières ou de produits finis provenant de fournisseurs ;
- l'incendie, l'explosion ou le dégât des eaux se communiquant de bâtiments voisins ;
- l'incendie survenant chez un fournisseur ou un client important entraînant une interruption des approvisionnements ou des ventes.

b) L'entreprise source de risques pour elle-même

L'entreprise pour réaliser ses objectifs, s'est dotée d'une structure ; elle s'est divisée en fonctions. Pour connaître les risques apparaissant en raison de l'activité de l'entreprise, certains analystes ont proposé une identification par fonctions ou centres de risques.

Généralement on trouve dans l'entreprise, outre la fonction de direction, quatre fonctions principales qui sont les fonctions études et conception, achat, fabrication et vente. L'examen méthodique de ces diverses fonctions permet d'identifier les risques, qu'ils soient spéculatifs ou purs.

On peut citer pour les risques spéculatifs l'absence de protection d'un brevet (fonction études), le mauvais placement financier, un investissement non-productif, les grèves ou occupations d'usine liées à la politique sociale de l'entreprise (fonction direction), les conditions d'achat et de recours contre les fournisseurs (fonction achat), la présence de goulets d'étranglement (fonction fabrication)...

La réalisation des risques purs provient également de ces différents centres de risques, qu'ils soient la conséquence du fonctionnement normal ou anormal de l'entreprise, tels que :

- l'incendie, l'explosion, les dommages électriques, les bris... provenant de défaut d'entretien, de négligences du personnel, de défaut du matériel ;
- les pertes d'informations informatiques ;
- le détournement, les fraudes et abus de confiance ;
- les erreurs dans la conception, la fabrication ou la vente de produits ;
- les accidents automobiles ;
- les accidents du travail.

Prenant l'exemple d'un projet d'innovation technologique. Il convient de distinguer dans ce type de projet quatre sources de risques [Moenaert, 1990] :

- incertitude de consommateur, qui traite des exigences non réalisées de l'utilisateur ;
- incertitude de la technologie, qui traduit le manque de connaissance de solutions technologiques ;
- incertitude de la concurrence, qui traite de l'absence d'informations sur la concurrence ;
- incertitude liée aux ressources, qui traite de l'absence d'information requise pour créer de l'innovation.

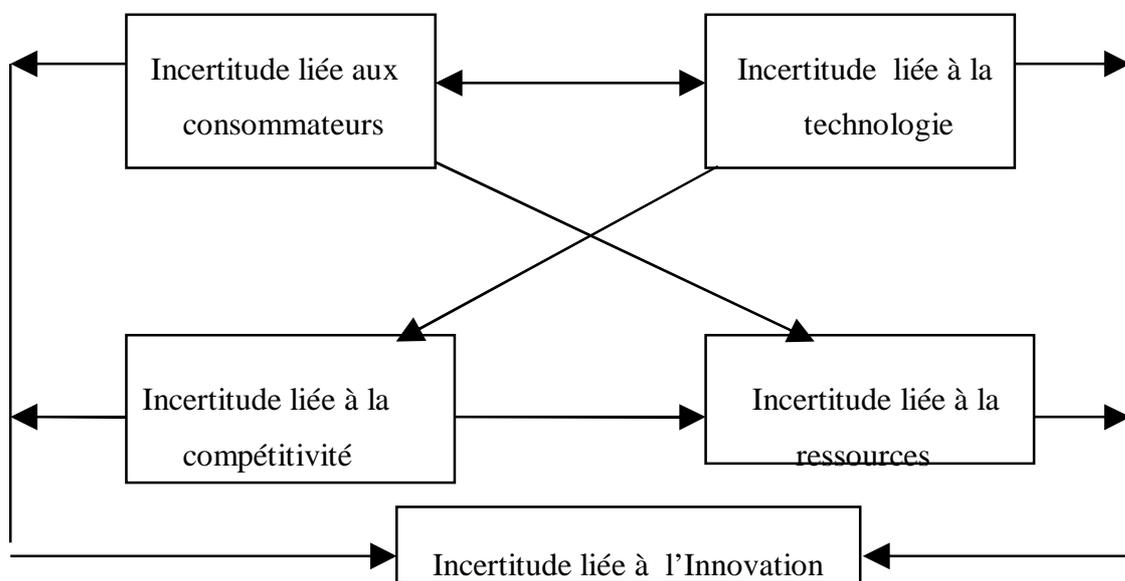


Figure 5. Les incertitudes liées à l'innovation

Comme nous le montrons dans la figure 5 ci-dessus, ces paramètres comprennent le niveau d'organisation relatif à l'innovation, de la position avantageuse de la théorie du système

général, l'incertitude du consommateur, l'incertitude technologique et l'incertitude de concurrence émanent toutes de l'environnement externe. Les sources d'incertitude déterminent les exigences du traitement de l'information pour le succès de l'innovation. La quantité et le type de l'incertitude seront influencés par la force d'impulsion à l'innovation et la source de l'idée de l'innovation. La capacité de traitement de l'information de l'organisation innovante sera une fonction de l'efficacité de la structure du projet adopté, les ressources attribuées à l'innovation, le support top management, le climat de l'organisation et l'intégration inter fonctionnelle. L'on peut s'attendre à ce que l'organisation réduise l'incertitude, c'est-à-dire plus l'organisation arrive à rapprocher l'information nécessaire à l'information possédée, mieux sera sa prise de décision et sa réalisation (voir figure 6).

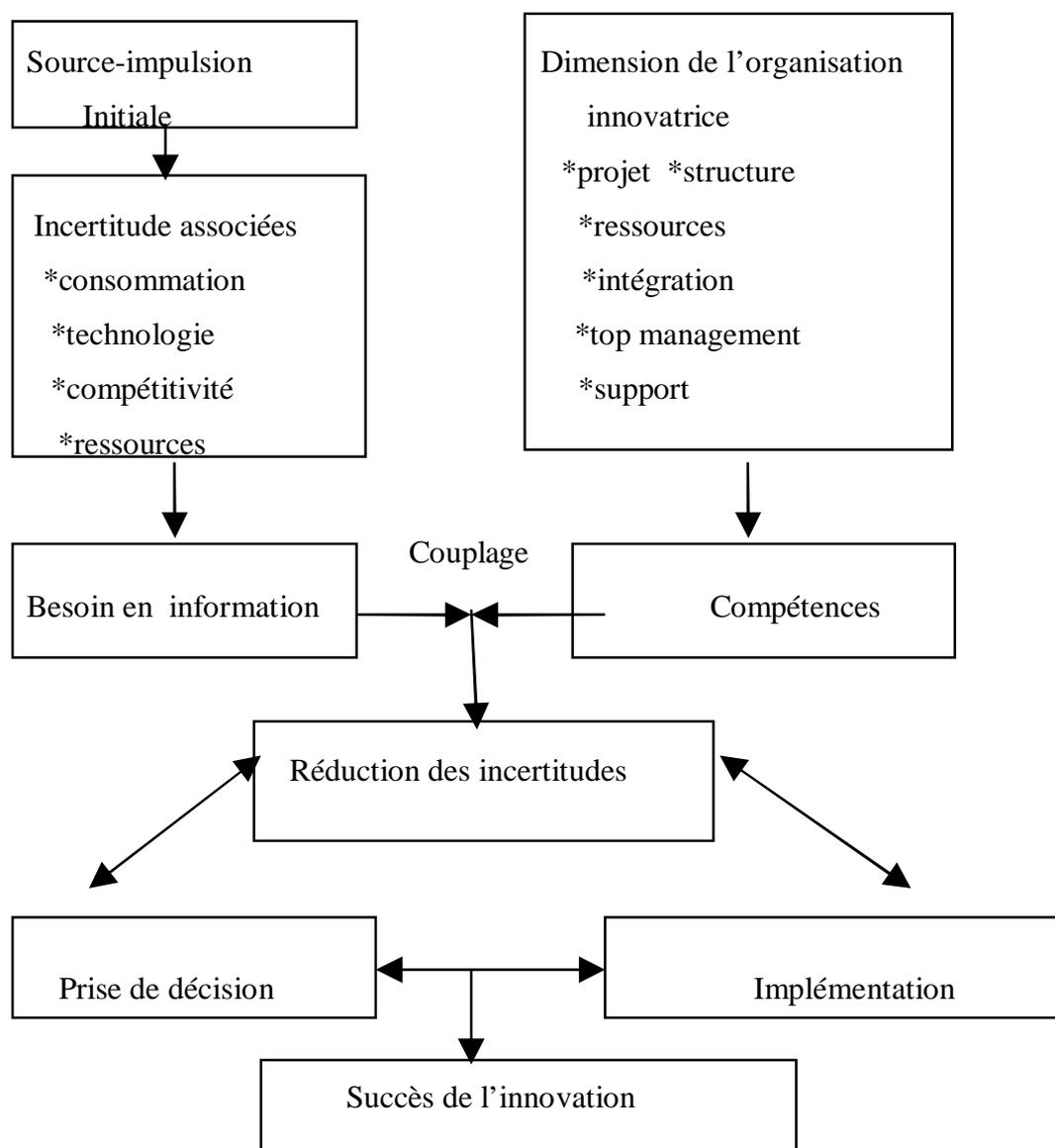


Figure 6. Modèle d'information pour le processus d'innovation

Les incertitudes de projet sont habituellement plus élevées dans les phases initiales, lorsque les coûts sont relativement bas. Chaque article de risque prévisible devrait être évalué à partir de la perspective de son impact potentiel sur le programme d'intérêt. C'est nécessaire pour assurer à la fois un équilibre du coût optimal et de l'efficacité à l'intérieur des limites de financement et la fonctionnalité essentielle et fournir la capacité opérationnelle dans le cadre du temps voulu.

IV.3. Typologie des risques selon leurs conséquences

Il a été indiqué précédemment que le risque, sur la base de sa définition, constituait une possibilité de perte. Cette définition amène une typologie basée sur les conséquences de sa réalisation.

La réalisation du risque est source de dommages pour l'entreprise. Il peut entraîner trois types de conséquences : des atteintes aux personnes ; la détérioration ou la perte des actifs immobilisés ; des pertes financières.

a) Les risques affectant les personnes

Les dommages corporels sont généralement considérés comme des risques purs (bien qu'ils puissent provenir de décisions stratégiques). Ils peuvent affecter les personnes travaillant dans l'entreprise et constituer des accidents de travail, mais aussi les tiers et engager ainsi la responsabilité civile de l'entreprise (ils se traduisent alors par des pertes financières sous formes de dommages et intérêts versés aux victimes). Ils peuvent aussi constituer une perte importante pour l'entreprise du fait de la disparition d'hommes clefs.

Ces risques peuvent provenir du fonctionnement même de l'entreprise. Ils peuvent également provenir de l'environnement et résultent soit d'accidents causés par les tiers, soit de l'action des forces de la nature.

b) Les risques affectant les biens de l'entreprise

La réalisation du risque pur est le principal fait générateur de ce type de dommages, qu'il provienne de l'entreprise elle-même ou de son environnement.

Les biens de l'entreprise soumis au risque sont les bâtiments, le matériel d'exploitation (machines, outillage), le mobilier de bureau, les marchandises mais aussi les archives et

supports d'information, notamment informatiques, ainsi que les modèles, dessins, moules... qui valent essentiellement par le coût de leur reconstitution.

Les risques les plus graves sont l'incendie et l'explosion, étant donné que leur réalisation est susceptible de détruire totalement ces biens.

c) Le risque touchant la sécurité financière de l'entreprise

La réalisation des risques spéculatifs se constate directement par une perte financière pour l'entreprise. La conséquence en est l'accroissement du risque quant à la pérennité de l'entreprise en cas d'aggravation des pertes par accumulation.

Ainsi, la manifestation des risques purs n'entraîne pas seulement des dommages corporels ou matériels. Comme nous l'avons vu, la réussite d'une action en responsabilité civile contre l'entreprise se traduit par une perte pécuniaire. D'autre part, la destruction des biens de l'entreprise est de nature à réduire ou à interrompre son activité, ce qui n'est pas sans impacts sur sa situation financière du fait de la perte de la clientèle, de la perte de l'image de marque et du maintien des charges fixes.

IV.4. Typologie des risques selon la phase du projet

a) Les risques encourus en phase d'élaboration du projet

Lors de la phase prévisionnelle, le responsable du projet et son équipe définissent d'une part, un travail à exécuter conditionné par des facteurs internes et externes à l'entreprise et, d'autre part, les ressources à mettre en oeuvre à cet effet.

• Les risques internes encourus lors de la définition des spécifications

Ces risques peuvent être regroupés en quatre catégories

- Imprécision des tâches
- Incohérence des cahiers de charges du projet
- Risques techniques et d'industrialisation
- Manque de maîtrise des processus de développement et de suivi des projets

• Les risques externes encourus lors de la définition des spécifications

L'anticipation de la demande s'impose pour tout lancement de produit nouveau. Elle comporte donc des paris et implique une prise de risques : la demande peut être sujette à une certaine obsolescence tandis que les normes que doivent respecter les produits peuvent

changer et induire des risques réglementaires. De telles erreurs peuvent être lourdes de conséquences sur le dimensionnement et les spécifications des ressources requises et conduire à des retards et des actions correctives coûteuses.

L'obsolescence commerciale peut être due à :

- une erreur d'appréciation sur l'attente du marché : on définit un produit dont les spécifications n'intéressent pas autant de clients potentiels, au prix retenu, que prévu (absence ou insuffisance d'analyse de la valeur) ;
- la modification des attentes du marché liée à une transformation rapide de la concurrence (introduction de produits concurrents, plus attractifs que prévu) ou à la transformation forte de certains facteurs considérés, a priori, comme stables (régime politique, cours de matières premières utilisées,...).

Les risques réglementaires sur les spécifications, sont relatifs aux modifications de réglementations nécessitant des modifications non prévues des spécifications techniques du produit (destiné à un marché donné). La mutation imprévisible de cet environnement réglementaire est assez rare, on a plutôt à faire aux deux risques suivants :

- la date de mise en oeuvre d'un règlement dans un pays débouché peut être incertaine : une nouvelle réglementation (par exemple, norme de dépollution) devrait entrer en vigueur mais sa date d'application n'est pas encore connue ;
- la relative méconnaissance du contenu exact de la future réglementation (définition de normes plus ou moins restrictives) est tout aussi gênante.
- Il est à noter que, pour limiter ce type de risques, on pourra préférer retenir des solutions techniques plus coûteuses mais offrant une meilleure réactivité et/ou retenir des spécifications de produits plus contraignantes.

• **Les risques liés à la prévision d'utilisation de ressources**

Les risques liés à la prévision d'utilisation de ressources visent la définition des ressources requises et leur disponibilité prévisionnelle.

b) Les risques encourus en phase d'exécution du projet

En cours d'exécution du projet, des événements défavorables (prévus ou non) peuvent compromettre les objectifs du projet. La notion de risque garde un sens. En effet, la réaction des responsables pour s'adapter à la situation nouvelle peut être plus ou moins appropriée ; de toute façon, elle change les hypothèses de travail de la programmation et donc les risques

encourus dans le suivi ultérieur. Les risques encourus en phase d'exécution du projet tiennent à : une détection tardive du problème, un diagnostic erroné et une réaction inappropriée.

- **Le risque de détection tardive**

Pour opérer un bon diagnostic, il faut, d'une part, disposer rapidement des bonnes informations et, d'autre part, les traiter correctement et en temps utile.

La mise à disposition d'informations nécessaires varient selon le risque. L'information externe relative à l'environnement technico-économique est relativement aisée (des anticipations étant souvent possibles par l'exploitation judicieuse des signes avant-coureurs) mais est aussi souvent coûteuse. L'information interne nécessaire est généralement disponible mais rarement sous la bonne forme, le bon support et au bon endroit. Une attitude active et non passive vis à vis de l'information est donc une condition permissive d'une bonne réactivité. Cela dit, le problème de la définition des données à suivre et de la qualité de l'information disponible est fonction du sérieux et de la régularité des mises à jour. L'urgence d'autres tâches est souvent invoquée pour différer certaines mises à jour ; ce comportement est à l'origine de retard dans la détection de problèmes qui, à leur tour, entretiendront la pression sur les opérationnels !

Le traitement d'information pour aboutir à un diagnostic, suppose que l'information soit disponible, que des moyens de traitement soient disponibles et, enfin, que des traitements soient définis (calculs d'indicateurs, filtrage d'information en application du principe de gestion par exception,...), ce qui est loin d'être trivial et mérite que les responsables du projet y consacrent une étude approfondie.

Le contexte organisationnel peut favoriser une détection tardive. La prédominance excessive du point de vue d'un service ou une certaine dilution de responsabilités peuvent conduire à négliger certaines informations ou sources d'informations. L'importance excessive de procédures de concertation peut allonger le délai d'obtention de certaines informations.

- **Le risque de diagnostic erroné**

L'analyse d'informations récentes et partielles peut amener à surestimer ou à sous-estimer un problème. Un diagnostic peut donc être erroné parce que le phénomène redouté n'a pas l'ampleur perçue. Mais, très souvent l'erreur de diagnostic porte sur l'interprétation des faits :

- plusieurs causes possibles peuvent avoir un même effet et la cause retenue peut ne pas être la bonne ;
- on peut s'arrêter à une cause apparente sans chercher à porter un remède des causes profondes ;

-
- la représentation mentale du réel par les acteurs (usage intempestif du modèle des coûts complets, par exemple) est toujours biaisée et peut conduire à des hypothèses erronées de relations causales et, par voie de conséquence, à un diagnostic faux sur l'origine ou les conséquences du problème décelé.

Il est évident qu'un diagnostic erroné a toutes chances de conduire à une réponse inappropriée mais un bon diagnostic n'appelle pas nécessairement des réponses appropriées.

- **Le risque de réponses inappropriées**

Une fois le diagnostic formulé, la réponse peut être inappropriée. Il en sera ainsi si elle repose sur une logique locale, parce qu'elle reporte le problème sur des tiers (prépondérance forte du point de vue service prestataire ou, au contraire, du gestionnaire du projet) ou qu'elle ne fait que temporiser (prépondérance d'un argument de budget du court terme,...) en repoussant à plus tard des solutions qui s'imposent mais impliquent des conflits ouverts.

Une autre réponse critiquable au problème détecté est la création de nouvelles règles (procédures, émission d'états,...) qui visent à prévenir la reproduction d'un problème ayant peu de chance de se reproduire et contribuant à l'asphyxie progressive du système.

V. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de faire un examen détaillé des deux notions du risque et de l'incertitude liés aux projets. Ces risques sont devenus aujourd'hui omniprésents. Dès lors, le risk manager doit s'occuper de l'ensemble des risques identifiés au préalable de tout projet à entreprendre.

L'identification des risques en lui seul ne suffit pas. Ce qui nous, amène à passer à la partie suivante qui consiste à examiner toutes les techniques et outils capables de traiter et d'évaluer ces risques.

Chapitre 3 Les méthodologies de gestion des risques d'un projet

Ce chapitre a pour objet de proposer une grille de lecture des méthodologies d'analyse et de prévention des risques d'un projet. L'intérêt de cette grille de lecture, fondée sur l'analyse comparative d'une quinzaine de méthodes développées ces dernières années dans les secteurs traditionnels de l'ingénierie (l'aéronautique et le spatial, l'énergie et l'industrie pétrolière,...) et les industries de production de masse (l'automobile, la chimie et la pharmacie,...), est d'adopter les méthodes adéquates pour répondre à notre problématique de départ.

La gestion des "risques" appliquée aux projets de conception et de lancement de produits nouveaux ou aux projets de réalisation d'ouvrage est devenue aujourd'hui, pour bon nombre d'entreprises impliquées dans ce type d'activité, l'une des préoccupations majeures et un élément indispensable à la réussite de leurs projets. Elle s'est traduite par la mise au point et l'utilisation d'une grande variété d'approches destinées à identifier, à quantifier et à maîtriser les risques de leurs projets. Aussi, face à la diversité des méthodes rencontrées aujourd'hui, il nous est apparu nécessaire de faire un point sur leurs fondements théoriques et sur leurs conditions d'utilisation.

Nous examinerons tout d'abord les différents types de méthodes rencontrés. Nous énoncerons, ensuite, en nous appuyant sur quelques pratiques originales mises au point et expérimentées ces dernières années dans de grandes entreprises, un certain nombre d'enseignements tirés des techniques de recueil de données utilisées, du processus de traitement des informations collectées, des résultats obtenus et des finalités poursuivies. Enfin, nous terminerons en exposant les avantages que présente ce type de méthodes et les limites perçues.

I. Classifications des méthodologies de gestion des risques d'un projet

Il paraît important pour les responsables de projet, non seulement de bien cerner les risques potentiels inhérents à leur projet, mais également de les évaluer et de les hiérarchiser. Pour ce faire, ils doivent recourir à des outils et à des méthodes d'analyse et de prévention dont les finalités, les fondements théoriques et les conditions d'utilisation sont très variables.

L'analyse menée par Hervé Courtot [Courtot, 1991], conduit au constat qu'il existe aujourd'hui une grande variété d'approches qui diffèrent principalement selon la nature des informations manipulées, mais également selon les caractéristiques des projets auxquels elles se rapportent. Elle a permis, en outre, de proposer plusieurs critères pertinents de classifications.

I.1. Classifications liées à la nature des informations manipulées

Le premier type de classifications proposé (figure 8) repose sur la nature des informations manipulées.

a) Les approches “quantitatives” ou “qualitatives”

En premier lieu, nous pouvons distinguer les méthodes existantes selon la nature des données recueillies (les “inputs”) à partir de dires d'experts ou d'expériences antérieures. Nous pouvons distinguer ainsi :

- Les approches “quantitatives” qui reposent essentiellement sur le recueil de données quantitatives, c'est-à-dire de mesures (comme les valeurs minimales, probables et maximales du montant des coûts ou de la durée des tâches d'un projet) et éventuellement d'items qualitatifs (comme les facteurs d'incertitude qui peuvent être à l'origine de la variation d'un poste de coût).
- Les approches “qualitatives” qui reposent sur le recueil de données exclusivement qualitatives, c'est-à-dire d'items qualitatifs (comme les sources de risque ou les critères de succès d'un projet), de réponses à des questions dichotomiques (“le projet est-il risqué ou non ?”) ou de jugements portés à partir d'une échelle graduée (comme l'évaluation du niveau de gravité des conséquences d'un risque identifié).

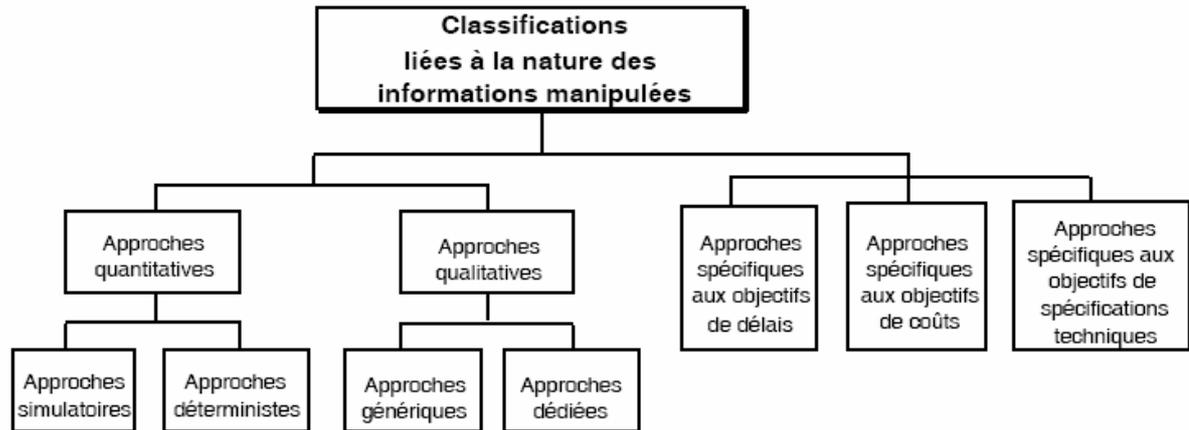


Figure 8. Classifications liées à la nature des informations manipulées

Une autre distinction possible réside dans la nature des résultats obtenus (les “outputs”). Mais cette distinction ne nous paraît pas significative en raison de la possibilité qu’il y a parfois de transformer des données quantitatives en données qualitatives et inversement. En effet, nous constatons que certaines méthodes étudiées permettent de transformer les données chiffrées recueillies en données qualitatives afin d’énoncer quelques recommandations (comme le niveau de risque sur l’estimation du coût d’un projet). D’autres, au contraire, permettent de transformer les données qualitatives recueillies en données chiffrées, par un système de cotation, pour obtenir des indicateurs numériques (comme “l’indice de criticité” des risques).

b) Les approches quantitatives “déterministes” ou “simulateurs”

Une deuxième classification possible consiste à distinguer les approches quantitatives selon le niveau de complexité du traitement effectué des données.

Deux types d’approches sont alors disponibles pour effectuer cette évaluation.

- Les approches quantitatives “simulateur” conduisent à une analyse probabiliste de certains paramètres clés du projet (comme sa durée, son coût ou la probabilité que ses tâches ont d’être “critiques”). En général, ces approches requièrent un traitement sophistiqué impliquant le choix d’une distribution statistique (loi Bêta, loi Normale, loi Triangulaire,...) et faisant appel à des techniques simulateur (comme le recours à la méthode de “Monte-Carlo” [Van Slyke, 1993] pour obtenir la distribution de probabilités de la durée ou du coût du projet.

-
- Les approches quantitatives “déterministes” permettent d'analyser certains paramètres clés du projet par déduction sur la base d'un raisonnement mathématique. Ces approches peuvent faire appel à des règles de calcul relativement simples (comme l'utilisation de la formule suivante : $(\text{durée minimale} + 4 \times \text{durée probable} + \text{durée maximale})/6$, pour calculer la durée moyenne des tâches du projet) ou à des principes plus élaborés (comme l'utilisation de la loi Bêta et du “Théorème de la Limite Centrale” pour définir la distribution de probabilités de la durée minimale d'exécution du projet et donc de calculer la probabilité qu'il a de dépasser un seuil donné [Clark, 1962]. Elles peuvent être fondées également sur l'utilisation d'équations différentielles (pour évaluer, par exemple, les provisions pour imprévus à affecter à chacune des tâches du projet).

La spécificité de ces deux approches réside dans le traitement de données brutes et essentiellement quantitatives afin d'obtenir, par analyse mathématique ou par simulation, des données plus élaborées.

De plus, il faut distinguer les approches simulatoires fondées sur une “logique de scénario”, négation même de l'analyse de risques puisqu'un seul scénario est examiné à chaque fois, et les approches simulatoires fondées sur un “processus stochastique” qui, au contraire, permettent de combiner plusieurs scénarios à la fois. Enfin, certaines approches reposent sur l'hypothèse selon laquelle les variables analysées sont indépendantes alors que d'autres cherchent à définir cette dépendance entre les variables par l'affectation d'un coefficient de corrélation.

c) Les approches qualitatives “génériques” ou “dédiées”

De la même manière, les approches qualitatives peuvent se subdiviser en deux catégories distinctes selon la logique de reproductibilité des données recueillies, à savoir :

- Les approches qualitatives “génériques ” qui s'appuient sur des concepts applicables à l'ensemble des projets, des entreprises ou des secteurs d'activités, avec un intérêt plus ou moins grand ; elles permettent de faire un diagnostic à l'aide d'un canevas préétabli pour n'importe quel projet.
- Les approches qualitatives “dédiées” qui utilisent des concepts spécifiques à la nature du projet, à l'entreprise ou au secteur d'activités d'appartenance et qui permettent uniquement de faire un diagnostic du projet étudié.

La spécificité de ces deux approches réside dans la manipulation de données essentiellement qualitatives, sans aucun traitement particulier, en vue d'élaborer un diagnostic ou de juger du niveau de risque global d'un projet. Cependant, ce n'est pas parce qu'on a un traitement numérique que l'on n'est pas sur une démarche qualitative. En effet, il existe des approches qui permettent de hiérarchiser les items manipulés en recourant à un système de cotation.

d) Les approches spécifiques à une ou plusieurs catégories d'objectifs du projet

Enfin, la dernière classification liée à la nature des informations manipulées consiste à différencier les méthodes existantes selon les objectifs du projet analysés, à savoir : les coûts, les délais ou les spécifications. En effet, il convient de constater que chaque catégorie d'objectifs d'un projet [Giard, 1991] connaît ses propres problèmes de risque et fait l'objet d'approches spécifiques :

- L'analyse du risque de dépassement des coûts s'effectue non seulement en cours d'exécution en faisant appel aux techniques de contrôle de gestion, mais peut se faire également lors de la définition du projet en faisant appel à des grilles d'analyse qualitative ou à une approche quantitative du risque.
- L'analyse du risque de non-respect des spécifications techniques peut être facilitée par une approche qualitative du risque.
- L'analyse du risque de non-respect des délais s'effectue classiquement en recourant à des approches quantitatives de type déterministe ou simulateur.

Notons enfin que :

- Les approches proposées ne sont pas exclusives. Elles peuvent prendre en compte une seule ou plusieurs catégories d'objectifs.
- Dans la pratique, nous constatons que les délais et les coûts sont naturellement les objectifs les plus privilégiés par les responsables de projet dans le suivi de leur projet (le suivi des spécifications techniques étant généralement réalisé par les experts techniques). C'est ce qui peut expliquer pourquoi, parmi les nombreuses méthodes qui ont été développées dans les entreprises ces dernières années, très peu d'entre elles s'attachent à suivre précisément les spécifications techniques du projet.

-
- Il est important de souligner que le responsable d'un projet, en focalisant trop son attention sur les risques mettant en péril une catégorie d'objectifs, risque de perdre de vue les autres objectifs du projet.
 - Certaines approches intègrent même des informations supplémentaires. Elles visent à prendre en compte également les risques pouvant conduire à une perte d'image de marque, à un accident humain ou à une destruction matérielle.

I.2. Classifications liées à certaines caractéristiques des projets étudiés

Le second type de classifications proposé (illustré à la figure 9) repose, quant à lui, sur certaines caractéristiques des projets étudiés.

a) Les approches utilisables lors de la définition ou en cours d'exécution du projet

La première classification liée aux caractéristiques des projets étudiés consiste à séparer les méthodes rencontrées en fonction de la phase d'avancement dans laquelle le projet doit se trouver pour qu'elles puissent être utilisées.

Nous distinguons ainsi :

- Les approches utilisables lors de la définition du projet (ou d'un réexamen approfondi) qui visent essentiellement à mettre en place des actions préventives.
- Les approches utilisables en cours d'exécution du projet et visant principalement à mettre en place des actions correctives.
- Il convient d'ajouter également que :
- Les approches quantitatives de type simulateur sont des approches surtout utilisées en phase de définition du projet.
- Certaines méthodes peuvent être utilisées aussi bien en phase de définition qu'en phase d'exécution du projet.
- Certaines démarches, pour être utilisables lors de la définition du projet, nécessitent en général que les objectifs du projet soient figés, que le travail à effectuer soit techniquement défini et qu'un ordonnancement soit arrêté.

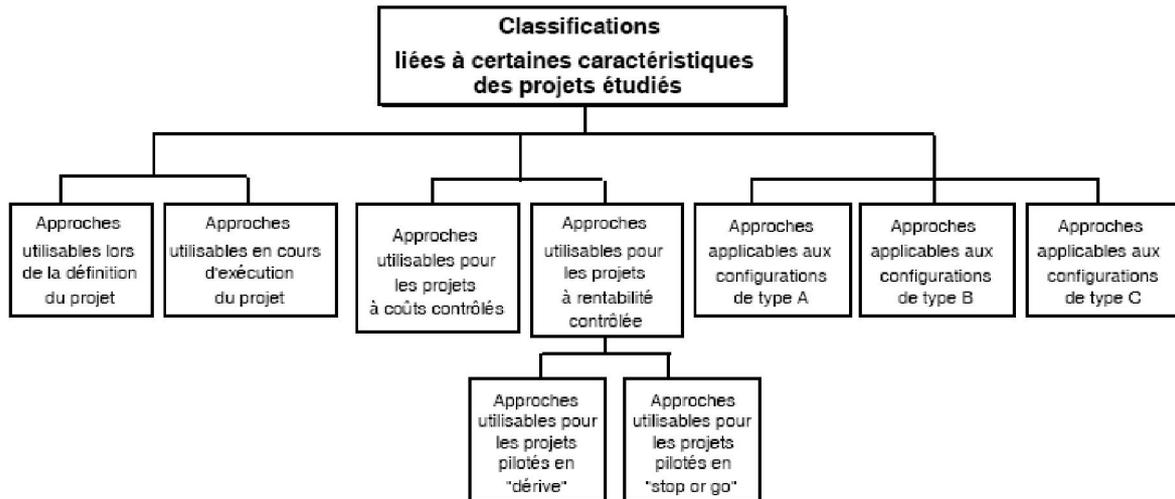


Figure 9. Classifications liées à certaines caractéristiques des projets étudiés

b) Les approches relatives aux projets à coûts contrôlés ou à rentabilité contrôlée

Une autre distinction possible permet d'opposer les méthodes de gestion des risques selon la place du client par rapport au projet [ECOSIP, 1993] et plus particulièrement, selon la manière dont les objectifs du projet sont négociés et les possibilités d'une renégociation ultérieure. Elle permet de distinguer ainsi :

- Les approches relatives aux projets à coûts contrôlés (caractérisés par l'existence d'un client parfaitement connu avec lequel les objectifs du projet sont négociés), c'est-à-dire les méthodes qui vont aider à négocier les objectifs du projet ou qui vont permettre de s'assurer que les objectifs ne seront pas remis en cause.
- Les approches relatives aux projets à rentabilité contrôlée (caractérisés par l'existence de clients potentiels), c'est-à-dire les méthodes permettant de s'assurer, tout au long du projet, que les dérives constatées ne compromettent pas la réussite du projet.

Dans le cadre des projets à rentabilité contrôlée, une distinction supplémentaire peut être apportée. Elle consiste à différencier ces méthodes selon la logique de pilotage adoptée pour le projet [ECOSIP, 1993], à savoir :

- Les approches relatives aux projets pilotés "en dérive", c'est-à-dire les méthodes qui ont été développées en vue de mesurer et de juger, tout au long du déroulement du projet, les écarts par rapport aux prévisions initiales.
- Les approches relatives aux projets pilotés en "stop or go", c'est-à-dire les méthodes qui ont été développées en vue d'aider le responsable de projet et sa hiérarchie à

évaluer, lors de ses différentes phases, la possibilité que le projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions, et à décider ou non de son abandon.

- Cette distinction n'est en principe applicable que pour les projets à rentabilité contrôlée. Il existe cependant des exceptions où les modalités de pilotage en “stop or go” ont été appliquées sur des projets à coûts contrôlés.

c) Les approches applicables aux configurations de type A, B ou C

Enfin, la dernière classification retenue consiste à différencier les méthodes rencontrées selon la place économique du projet dans l'entreprise [ECOSIP, 1993]. La prise en compte de ce critère permet alors de distinguer trois catégories d'approches :

- Les approches adaptées aux entreprises qui sont impliquées dans de très “gros” projets vitaux pour leur pérennité (configuration de type A).
- Les approches adaptées aux entreprises qui sont impliquées sur un grand projet unitaire (configuration de type B).
- Les approches adaptées aux entreprises qui gèrent une multitude de “petits” projets, indépendants les uns des autres et ne remettant pas en cause, à eux seuls, leur pérennité (configuration de type C).

Toutefois, il convient de noter que :

- Certaines méthodes sont lourdes à mettre en oeuvre et ne se justifient réellement que pour des projets de grande envergure.
- Les méthodes élaborées sont en général dédiées à un type de projet particulier, mais elles peuvent parfois être transposables sans trop de difficultés à d'autres types.
- La transposition d'un type à l'autre n'est pas toujours possible car cela nécessite une stabilité suffisante de l'environnement général des projets réalisés et un minimum de reproductibilité des expériences acquises.
- L'entreprise peut ne pas être homogène. Par conséquent, le secteur d'activités de l'entreprise n'implique pas forcément un type de projet particulier.

En termes de conclusion à ces différentes classifications, il convient de préciser que :

- Il existe une grande variété de classements possibles et que les classifications proposées ne sont pas les seules existantes. Bon nombre de typologies complémentaires auraient pu également être utilisées. Ces classifications ont été

choisies, car elles nous semblent être les plus significatives et celles qui expliquent le mieux la diversité des méthodes rencontrées.

- Tous les éléments de typologie que nous allons utiliser ne sont pas de même niveau. Certains d'entre eux ne correspondent qu'à un niveau d'analyse plus fin et sont obtenus en suivant un raisonnement de décomposition progressive. C'est le cas par exemple des approches relatives aux projets à "rentabilité contrôlée" (Les **projets à rentabilité contrôlée** se caractérisent par l'existence de clients potentiels (cas de l'industrie automobile, par exemple). Dans ce cas, la définition des spécifications techniques, des coûts et des délais suppose qu'il existe dans l'entreprise un ou plusieurs experts qui représentent (qui joue le rôle de porte-parole de) ces clients inconnus : le marketing, le design ou le commercial. Or, chacun d'eux porte un regard différent sur le client). qui peuvent être différenciées également selon la logique de pilotage adoptée : les approches relatives aux projets pilotés "en dérive" (lorsque l'on sait, dès le départ, que le projet a de bonnes chances d'aboutir, mais on ne sait pas où et quand) ou aux projets pilotés en "stop or go" (lorsque le projet peut être abandonné lors de son exécution).
- Elles ne sont pas exclusives, certaines méthodes combinant plusieurs types d'approches (une approche peut être utilisable aussi bien lors de la définition du projet qu'au cours de son exécution). Elles peuvent être appliquées de façon combinée dans des dosages variables, pour constituer une méthode générale.

II. Analyse des méthodologies de gestion des risques projet

L'analyse comparative d'une quinzaine d'approches méthodologiques de gestion des risques d'un projet nous a permis d'établir une grille de lecture (fondée sur les typologies proposées précédemment et illustrée au tableau 6). Cette grille permet non seulement de préciser à quels types d'approches correspondent les méthodes réalisées, mais aussi d'énoncer quelques remarques, commentaires ou conditions sur les techniques de recueil de données, le processus de traitement des données, les résultats obtenus et les finalités poursuivies.

II.1. Les techniques de recueil de données

Pour pouvoir être utilisées, la plupart de ces méthodes nécessitent, au préalable, de recueillir auprès des spécialistes concernés (responsables de projet, ingénieurs d'affaires, experts techniques,...) un certain nombre de données quantitatives et/ou qualitatives. Cela étant, nous constatons que ces informations peuvent être collectées de plusieurs manières :

- Par la constitution de groupes de travail réunissant les experts des divers domaines concernés (comme c'est le cas, pour la méthode "AMDEC-Planning", élaborée et expérimentée chez Renault, qui a conduit à la constitution d'un groupe de travail pluridisciplinaire, composé d'un analyste qualité et fiabilité, d'un analyste organisation et planification, d'un responsable base roulante, d'un responsable architecture carrosserie, d'un responsable bureau d'étude carrosserie et d'un responsable méthodes carrosserie [Bensoussan, 1991].
- Par la réalisation d'interviews des experts impliqués, en posant les questions appropriées, en provoquant leur expérience (par exemple, la mise en oeuvre de la méthode "ERA", chez Rhône-Poulenc qui nécessite de la part des spécialistes concernés une estimation des variations possibles du montant de chaque poste de coût du projet et une identification des facteurs d'incertitude pouvant affecter chacun de ces montants [Mirabel, 1990], et en s'appuyant parfois sur l'utilisation d'un jeu de grilles d'analyse (comme les "grilles d'analyse qualitative du risque" testées chez Renault [Courtot, 1991] ou de questionnaires spécifiques pour guider la recherche des risques du projet (comme les "fiches d'analyse" utilisées, dans le cadre de la méthode "ARP" à l'aérospatiale [Rouhet, 1992].

-
- Par l'extraction de bases de données rassemblant les connaissances acquises sur les différents projets déjà réalisés et sur leur environnement (comme celles contenues dans le progiciel "TOPSI", chez Elf-Aquitaine [Vial, 1990]).

Néanmoins, chacune de ces méthodes de collecte présente un certain nombre d'inconvénients quant à la pertinence et à la qualité des données recueillies :

- La première méthode, s'appuyant sur une réflexion collective, permet d'obtenir des données plus objectives et plus exhaustives, mais dont la pertinence est fortement conditionnée par l'expérience des experts interrogés.
- La deuxième permet de prendre en compte des données qui sont spécifiques au projet, mais qui peuvent être biaisées par les conditions même du recueil effectué et par l'objectivité des réponses données.
- La troisième méthode repose sur l'hypothèse selon laquelle les données requises sont disponibles (ce qui suppose l'existence de procédures de capitalisation du savoir-faire) et qu'elles sont facilement transposables.

II.2. Le processus de traitement des données

La spécificité des approches qualitatives réside dans la manipulation d'informations essentiellement qualitatives, sans aucun traitement particulier, en vue d'élaborer un diagnostic ou de juger du niveau de risque global d'un projet. Cependant, l'existence du traitement numérique n'empêche pas d'être sur une démarche qualitative. En effet, il existe des approches (en particulier celles qui reposent sur l'application des techniques de "l'AMDEC" à la gestion de projet) qui permettent de hiérarchiser les données qualitatives recueillies par un système de cotation consistant à :

- Calculer un indicateur numérique à partir d'autres indicateurs (par exemple, dans la "Méthodologie de prise en compte du risque" chez Merlin Gerin [Flageollet, 1993], illustrée au tableau 2, chaque risque identifié donne lieu à la détermination d'un coefficient de criticité obtenu en faisant le produit de trois paramètres pondérés selon une échelle allant de 1 à 4 : sa probabilité d'apparition, sa probabilité de non-détection et la gravité de ses conséquences sur chaque objectif majeur du projet pris indépendamment. De plus, l'estimation de la gravité d'un risque repose non seulement sur l'attribution d'une note, mais également sur l'affectation pour chaque objectif (délai

de mise sur le marché, poids des coûts, poids des performances et coût du projet) d'un coefficient de pondération variant en fonction du projet).

PROJET ALPHA 5000	DELAI	POIDS COUT	POIDS PERF	COUT PROJET	GRAVITE RISQUE	PROBA OGGUR.	NON DETECTION	CRITICITE
	(a x 4) +	(b x 3) +	(c x 2) +	(d x 1)	= G x	Papp	Pnt	= X : 640 = x G
MAITRISE EXT. approx	4	3	1	2	29	4	3	0,544
MARKETING évolutivité du besoin	4	2	2	2	28	3	4	0,525
THERMIQUE montage composants	4	2	1	2	26	4	3	0,488
MECANIQUE bac batterie	3	1	1	2	19	4	3	0,356
	a max = 4	b max = 3	c max = 2	d max = 2	G max = 29	Papp max = 4	Pnt max = 4	C max = 0,544

Tableau 2. Méthodologie de prise en compte du risque : détermination du coefficient de criticité des risques identifiés

- Attribuer une note à partir d'une échelle de valeurs (par exemple, dans la méthode "ARP", la criticité des fonctionnalités, pour chaque type de conséquences envisagé, est estimée au moyen d'une échelle graduée allant de 1 : risque faible à 4 : risque majeur, comme l'illustre le tableau 3).

FONCTIONNALITE	Délai	Budget	Maîtrise	Performance	Image	Inter.	Destructeur	Accident	Appropriation	Max
Organisation industrielle	2		1	3					1	3
Approvisionnement										
Réseau d'information										
Produits finis			2		1				3	3

Tableau 3. Méthode ARP : Estimation de la criticité des fonctionnalités

Par ailleurs, la spécificité des approches quantitatives réside dans le traitement d'informations brutes et essentiellement quantitatives afin d'obtenir, par analyse mathématique ou par simulation, des informations plus élaborées. Néanmoins, il convient de noter qu'il existe des approches qui conduisent à transformer les données chiffrées recueillies en données qualitatives pour faire un diagnostic ou énoncer des recommandations (comme la "méthode de fixation du montant des imprévus"² chez Elf-Atochem, illustrée au tableau 4, qui vise à

² La **méthode de fixation du montant des imprévus** est une méthodologie qui s'attache à analyser les risques sur l'estimation de coût d'investissement d'un projet. Elle vise à déterminer le montant des imprévus à prendre en

déterminer le montant des imprévus à prendre en compte lors de la définition du projet [Ruiz, 1994].

	Etudes de faisabilité	Avant-projet	Etudes de base
Estimation hors imprévus	500 MF	515 MF	525 MF
Valeur minimale	479 MF	489 MF	512 MF
Valeur maximale	712 MF	634 MF	574 MF
Imprévus à retenir	712/1.3 - 500 = 50 MF soit 10 %	634/1.15 - 515 = 36 MF soit 7 %	574/1.05 - 525 = 22 MF soit 4 %
Valeur annoncée	550 MF	551 MF	547 MF

Tableau 4. Méthode de fixation du montant des imprévus

Il convient d'ajouter également que :

- La plupart des approches quantitatives reposent sur l'utilisation de la méthode de Monte- Carlo pour obtenir par simulation la distribution de probabilités du coût (comme la méthode "ERA" qui permet de simuler les variations possibles du montant de chaque poste de coût et de déterminer ainsi la variation du coût global qui peut en résulter) ou de la durée du projet ou encore de la probabilité qu'une tâche a d'être critique (comme "l'approche simulateur stochastique du risque délai" expérimentée chez Renault [Courtot, 1991]).
- Les démarches simulateurs reposent essentiellement sur le choix d'une distribution de probabilités de la variable étudiée et de ses paramètres (la distribution triangulaire étant celle la plus souvent utilisée dans ce type d'approche). Or, ce choix n'est guère facile à faire pour des non-spécialistes en raison du nombre élevé de distributions proposées par les outils informatiques utilisés (un logiciel comme "@ Risk for project", par exemple, offrant jusqu'à 28 lois de probabilités différentes). De plus, compte-tenu du caractère très intuitif des informations recueillies, il est difficile de justifier objectivement le choix d'une de ces distributions et de prétendre que c'est telle distribution avec tels paramètres qui est la plus pertinente, tout au plus peut-on justifier le choix d'une distribution sans mode (loi uniforme) ou celui d'une distribution modale (loi Bêta, loi Normale Tronquée, loi Triangulaire).

compte lors de la définition du projet afin de se prémunir contre les conséquences des variations possibles de l'estimation de base.

-
- Certaines méthodes³, en raison de l'importance du temps de calcul, des techniques sur lesquelles elles se fondent ou en vue d'une meilleure capitalisation des expériences acquises, nécessitent l'utilisation d'un outil informatique spécifique (comme les progiciels "ERA", "TOPSI",...) ou d'outils disponibles sur le marché permettant de procéder à des analyses plus poussées (comme les logiciels "Monte-Carlo 3.0", "Dynrisk" ou l'add-in "@ Risk for project" du logiciel "Microsoft Project").
 - Les limites inhérentes à certains logiciels utilisés se sont traduites par la nécessité de faire reposer certaines méthodes sur des *hypothèses fortes* (comme la "méthode de fixation du montant des imprévus" qui repose sur l'hypothèse selon laquelle les classes de dépenses d'un projet sont indépendantes). Mais l'évolution de l'informatique permet de disposer aujourd'hui d'outils plus complets (le logiciel "@ Risk for project", par exemple, autorise à lier une variable aléatoire Y à une autre variable X par un coefficient de corrélation, et permettant d'aller plus loin dans l'analyse. Il existe même des méthodes qui cherchent à définir cette dépendance entre les variables par l'affectation d'un coefficient de corrélation prédéterminé (comme la méthode "ERA" qui impose de rapprocher les variations possibles de chaque poste de coût de facteurs d'incertitude liés à la gestion du projet, en affectant un coefficient de dépendance compris entre 0 et 1, selon que la corrélation est nulle ou totale).

II.3. Les résultats obtenus

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

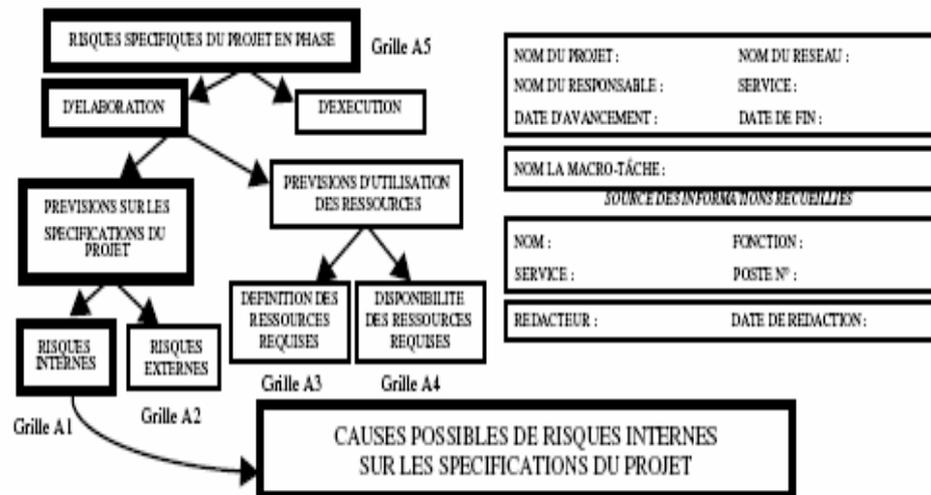
- Des *typologies de risques* définies à partir de multiples critères (les conséquences engendrées, la phase d'avancement, l'environnement technique, le contexte industriel, les ressources mobilisées,...) et formalisées sous forme de catalogue (le "Catalogue des risques opérationnels" au CNES/Arianespace [Vauvert, 1991], illustrée au tableau 5), de grilles (les "grilles d'analyse qualitative du risque", illustrées à la figure 10) ou encore de représentations arborescentes (comme "l'arbre de garanties contre les risques" utilisé dans le cadre de la méthode "AMDEC-Planning").

³ L'**approche simulateur stochastique du risque délais** est une méthode qui consiste à procéder à une analyse quantitative de l'une des composantes du risque, à savoir, celle liée à la variabilité de la durée d'un projet induite par la variabilité de la durée de ses différentes tâches. Cette approche simulateur, basée sur l'utilisation de la méthode de Monte-Carlo et le choix d'une distribution de probabilités, a pour objet de déceler, lors de l'analyse formelle d'un projet et de sa programmation sous forme de graphe Potentiel-Tâches, les tâches à risques et d'en appréhender les éventuelles conséquences sur la durée de réalisation du projet.

- Des estimations plus fines de la distribution de probabilités du coût (comme dans la méthode “ERA”) ou de la durée du projet (comme dans “l’approche simulateur stochastique du risque délai”), représentées sous forme d’histogrammes ou de courbes, comme l’illustre la figure 11.

CNES programme Ariane		CATALOGUE DE RISQUES OPERATIONNELS			Date : 21/02/91	Folio
PHASE GÉNÉRIQUE : PRESSURISATION HAUTES PRESSIONS (P>30 bars)				DEPARTEMENT SDS/AP/	Indice : 1	203
	TYPE D’ACTION DEMANDEE	COMMENTAIRES	MODE DE DEFAILLANCE (RISQUE)	ACTION REDUCTION DE RISQUE	SPECIALITE	
3	Mesure des temps O-F des vannes H.P.	Tenir compte des scan informatiques d’acquisition dans les critères Corrélation avec courbes de remontée/chute de pression Comparaison à des mesures effectuées précédemment (recette...) Tenir compte des transferts thermiques ou thermodynamiques L’étanchéité n’est pas la même suivant le fluide, et la température de celui-ci (cryogénique).	Mauvaise mesure du temps de mouvement. Nombre insuffisant d’activation pour corrélations.	Enregistrement des paramètres significatifs, réglage des fins de course ou vérification préliminaire. La reproductibilité des mesures implique un test de 3 activations pour ressembler l’écart-type	Fluides	
4	Régulation H.P. détente H.P. - B.P.	Une vanne de régulation H.P. (ou un détendeur) ne peut être considérée comme une vanne étanche, utilisation dans sa courbe effective de régulation (10% < ouverture < 90%). Usure des passages de vanne ou diaphragmes par passage des fluides, surtout en utilisation sonique (P. amont > 2 P. aval). Faire des mesures en régime établi, les transitoires étant les plus difficiles à simuler ou calculer. Validation des régulations (proportionnel, intégral, dérivée) aux domaines d’utilisation : fiabilité du (des) capteurs et de leur chaîne de traitement	Mauvaise mesure, mauvaise configuration. Mesure en période transitoire et non en régime établi. Pics de pression supérieurs au domaine acceptable (ex : défendeurs...). Régulation utilisée inadaptée ou non fiables.	Utilisation des bons éléments de régulation (vanne, diaphragme), valides et fiables. Configuration et mode opératoires clairs ; critères et temps d’essai. Enregistrement des paramètres significatifs, corrélation.	Fluides	
	Fluides utilisés (qualité, propriétés physiques...) Acquisition mesure.		Voir fiche B.P.		Fluides	

Tableau 5. Méthode ADR : Catalogue des risques opérationnels



1. IMPRECISION DE CERTAINES TÂCHES : (remplir une grille A1 bis, pour chaque tâche visée)

- Sans objet
- Liste des tâches à contenu imprécis :

Nature des causes d'imprécision retenues pour cette liste de tâches :

- Contenu de tâche conditionné par tâches-ancêtres non exécutées
- Définition exacte différée par manque de temps ("boîte noire")
- Existence de plusieurs scénarios alternatifs possibles
- Absence d'expérience antérieure pour ce type de tâches (protocole d'expérimentation, gammes opératoires,...)
- Imprécision des objectifs du projet (qualité, quantité, durabilité, fiabilité, maintenabilité,...)
- Contenu de tâche conditionné par la disponibilité des ressources
- Absence de procédure de contrôle de conformité
- Responsable de la tâche non connu
- Autres :
- Commentaires éventuels :

2. NON-COHERENCE ENTRE LES CAHIERS DES CHARGES ET LES MOYENS MIS EN OEUVRE :

- Sans objet
- Causes d'incohérence perçues :
 - Date de fin trop optimiste
Commentaires éventuels :
 - Moyens alloués insuffisants ou mal répartis
Commentaires éventuels :
 - Exigences de qualité trop élevées
Commentaires éventuels :
 - Niveau de production excessif
Commentaires éventuels :
 - Autres causes d'incohérence perçues :

Figure 10. Exemple de grille d'analyse qualitative des risques

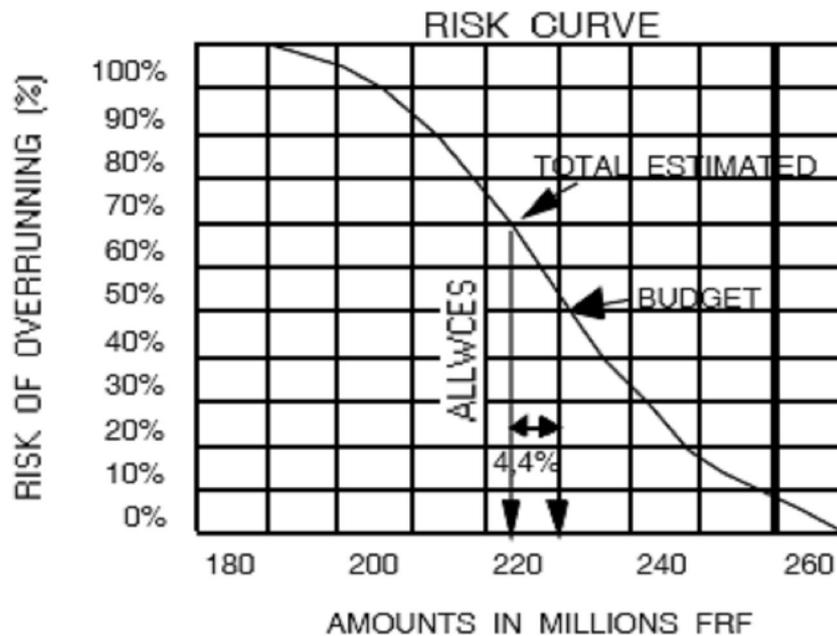


Figure 11. Méthode ERA : Courbe du dépassement du coût initial estimé, du risque maximum et du budget à allouer

- Des actions correctives et/ou préventives à mettre en oeuvre afin de détecter et mettre sous contrôle les risques identifiés (comme dans la “Méthodologie de prise en compte du risque”).
- Des plannings dans lesquels figurent de nouvelles tâches destinées à prévenir les risques identifiés (comme dans la méthode “AMDEC-Planning”).
- Des normes (comme les “spécifications techniques de management” au CNES [Caretta, 1992] ou des règles de fonctionnement en matière d'organisation et de management de projet (comme les “méta-règles” chez Spie-Batignolles formalisées dans un petit fascicule de poche intitulé : “La directive pour la conduite des grands projets” [Jolivet, 1994]).

II.4. Les finalités poursuivies

Même s'il est possible d'identifier une finalité générale pour l'ensemble de ces méthodes, à savoir "la prise en compte et la maîtrise des risques susceptibles de se produire", force est de constater qu'elles poursuivent des objectifs différents :

- Faire un diagnostic préétabli du projet à partir d'items hiérarchisés et non-transposables.
- Faire un diagnostic préétabli du projet à partir d'items non-transposables.
- Faire un diagnostic du projet à partir d'items hiérarchisés et transposables.
- Faire un diagnostic du projet à partir d'items transposables.
- Faire une analyse comparative de certains paramètres clés du projet.
- Faire un diagnostic et des recommandations sur certains paramètres clés du projet.
- Faire une analyse probabiliste de certains paramètres clés du projet.

II.5. Avantages et limites des méthodologies de gestion des risques d'un projet

L'analyse des diverses méthodologies étudiées nous a permis d'en retirer les avantages suivants :

- Elles permettent d'étudier un certain nombre de simulations et d'envisager des scénarios préventifs pour atteindre les objectifs du projet.
- Elles conduisent à une meilleure maîtrise des objectifs de spécifications techniques, de coûts et/ou de délais d'un projet grâce à l'analyse systématique et/ou à l'évaluation des risques susceptibles de conduire à leur dégradation ou à leur remise en cause.
- Elles favorisent la mise en commun d'expériences, l'accumulation de connaissances et la constitution de bases historiques des risques rencontrés sur les projets antérieurs et des actions mises en oeuvre pour tenter de les maîtriser.
- Elles permettent une hiérarchisation des risques (par l'affinement de la notion de criticité des tâches et de "chemins sub-critiques"⁴) et de ne pas tous les traiter de manière homogène.

⁴ La **méthode de prise en compte du risque organisationnel et financier** est une méthode qui s'appuie sur l'établissement d'une série de normes, les "Spécifications de Management" (S.M.) applicables à tous les industriels impliqués et régissant les développements et toutes les relations en cascade de client à fournisseur. Ces spécifications permettent de définir les structures à mettre en place ainsi que les modes de conduite de travaux, de suivi, de mise à jour et de transferts d'informations à adopter entre les divers intervenants.

-
- Elles constituent un effort intéressant de réflexion collective et peuvent être utilisées comme support d'animation de groupes d'experts.
 - Elles soulignent l'importance du développement d'une culture de gestion du risque.
 - Elles contribuent à l'amélioration de la communication et à la concertation entre les différents acteurs du projet sur les travaux à réaliser.
 - Elles peuvent servir d'aide-mémoire et aider chaque responsable de projet à passer en revue les causes de risque qui surviennent systématiquement d'un projet à l'autre.

Toutefois, ces méthodes, sous leurs différentes formes, présentent également quelques limites qu'il convient de garder à l'esprit :

- La validité des résultats obtenus est conditionnée très largement par les conditions de recueil et le choix des informations nécessaires (par exemple, la précision des résultats obtenus par les méthodes quantitatives simulatoires dépend largement de la distribution de probabilités retenue et du nombre de simulations réalisées).
- Les approches quantitatives ne reposent sur aucune analyse causale et ne donnent aucune indication pour guider l'action.
- Elles sont plus ou moins sophistiquées et peuvent être, par conséquent, plus ou moins lourdes à mettre en oeuvre.
- Leur efficacité requiert une expérience minimale et repose sur le postulat qu'il existe une stabilité suffisante dans le découpage et le développement des projets pour permettre une transposition de la réalité la plus fidèle possible.
- Elles accordent une très grande importance aux expériences vécues dans le diagnostic des risques et dans le choix des solutions à mettre en oeuvre. Elles risquent ainsi de conduire à une rigidité des comportements et de la réactivité face à des situations de

2. Cette démarche, menée en 1985-86 pour gérer son portefeuille de grands projets de génie civil consiste à rechercher les facteurs de succès communs à plus de 100 projets, indépendamment de leur nature et de leur environnement, menés par l'entreprise. Elle a permis ainsi de mettre en évidence un nombre réduit de critères (les "méta-règles") relatifs à des principes d'organisation et de gestion d'un projet, et permettant à chaque projet de s'autoorganiser et de lui donner les meilleures chances de réussite, tout en assurant une cohérence globale. Les 5 méta-règles qui couvrent l'organisation d'un projet sont : l'autonomie de la direction de projet ; le découpage dynamique du projet ; la maîtrise des ressources et rôles des structures permanentes de l'entreprise, l'explicitation des

objectifs, politiques, règles d'organisation et de gestion ; la rédaction des procédures. Les 12 méta-règles qui couvrent la gestion d'un projet concernent les études, les achats, le matériel, la sous-traitance, la construction, la mise en route mais aussi la qualité, les coûts, les délais, les ressources humaines, les relations avec le client et la collecte du savoir-faire.

3. Chemins qui sont apparus comme étant critiques en univers aléatoire, alors qu'il ne l'étaient pas initialement en univers certain.

risque, en privilégiant des réactions connues et répertoriées, dont l'efficacité reste à prouver pour les nouveaux projets.

- Elles reposent exclusivement sur les compétences, l'intuition et la disponibilité des acteurs impliqués et nécessitent également une certaine objectivité de leur part.

		Type d'approche	Réponse	Remarques / Commentaires/ Conditions
CLASSIFICATIONS LIEES AUX INFORMATIONS MANIPULEES	Approche quantitative	Approche simulatoire	oui	Approche utilisant la méthode de Monte-Carlo pour analyser la variabilité de la durée d'un projet induite par la variabilité de la durée de ses différentes tâches. Approche reposant sur le recueil des distributions de durées des tâches par dires d'expert. Approche reposant sur l'hypothèse d'une indépendance des variables analysées.
		Approche déterministe	non	
	Approche Qualitative	Approche générique	non	
		Approche dédiée	non	
	Approche spécifique aux objectifs de	Délais	oui	Approche conçue pour analyser les risques de non-respect des délais d'un projet.
		Coûts	oui	Cette approche peut être utilisée également pour étudier le coût des tâches et celui du projet.
		Spécifications Techniques	non	
	Approche nécessitant l'utilisation d'un outil informatique		oui	Plusieurs logiciels sont disponibles sur le marché pour faire cela, les plus sophistiquées permettant de faire une corrélation des variables.
DES PROJETS ETUDIES CLASSIFICATIONS LIEES AUX CARACTERISTIQUES	Approche utilisable lors de la définition du projet		non	Nécessite l'utilisation d'un planning relativement bien figé.
	Approche utilisable en cours d'exécution du projet		oui	Semble être plus adaptée pour les projets en cours d'exécution pour pouvoir vérifier la validité des résultats obtenus.
	Approche utilisable pour les projets à coûts contrôlés		oui	
	Approche utilisable pour les projets à rentabilité contrôlée	Pilotés en "dérive"	oui	Approche conçue et expérimentée pour des projets de ce type.
		Pilotés "stop or go"	oui	
	Approche applicable aux configurations	de type A	oui	Approche conçue et expérimentée pour des configurations de ce type.
		de type B	oui	Approche transposable sans trop de difficultés aux configurations de type B.
de type C		oui	Approche transposable sans trop de difficultés aux configurations de type C.	

Tableau 6. Exemple de grille de lecture d'une méthodologie de prise en compte des risques d'un projet

III. Conclusion

Pour conclure, il faut préciser qu'aucune de ces méthodes n'est globale. Chacune aborde le problème du risque sous des angles différents. Leurs apports respectifs ne sont jamais totalement redondants. Elles fournissent des éclairages complémentaires sur le problème du risque dans les projets. Elles témoignent ainsi que la gestion des risques semble devenir aujourd'hui, pour la plupart des entreprises impliquées dans ce type d'activité, une préoccupation majeure et un élément indispensable non seulement à la réussite de leurs projets, mais également au développement de l'entreprise, voire à sa survie.

Donc, si les méthodes de gestion des risques semblent en nombre conséquent et peuvent paraître très élaborées pour la plupart, elles cachent un fondement qui les caractérise presque toutes : le système (le projet) dont les risques sont analysés, doit être connu dans ses dimensions les plus importantes. Que ça soit par l'intermédiaire d'une base de données historiques ou par l'intermédiaires de jugement d'experts, la plupart de ces méthodes se fonde sur l'analyse d'une situation connue, de type similaire à la situation analysée. Elles prennent rarement comme fondement pratique que les règles de jeu peuvent être parfaitement inconnues ou tout simplement en construction.

Chapitre 4. Développement de l'approche méthodologique d'analyse des risques

I. Le management des risques

I.1. Introduction

Le Project Management Institute, un organisme international regroupant des professionnels en gestion de projets, définit la gestion des risques comme l'une des neuf pratiques clés de la gestion de projets. La gestion des risques fait partie des meilleures pratiques. Elle permettra à l'entreprise de :

- Augmenter ses chances d'atteindre ses objectifs ;
- Maintenir efficacement les menaces à un niveau acceptable ;
- Prendre les décisions adéquates.

Sachant que les risques sont inévitables, l'entreprise ne peut les éliminer complètement, sa réponse évoluera en prenant l'une des quatre options suivantes :

- Tolérer le risque ;
- Contenir le risque à un niveau acceptable ;
- Transférer le risque ;
- Arrêter l'activité.

Avant d'entamer le management des risques d'un projet dont nous avons la charge, nous devons nous poser six questions : Quoi, Pourquoi, Quand, Comment, Où et Qui ?

I.2. Les Six W's

a) C'est Quoi le Risk Management (What) ?

Le Project Management Institute l'élève dans son PMBOK au niveau de science et d'art. Le management des risques des projets est l'art et la science d'identifier, mesurer et répondre aux risques du projet tout au long du cycle de vie de celui-ci pour une meilleure atteinte de ses objectifs. D'autres le définissent comme processus mis en œuvre dans l'élaboration de la stratégie de l'organisation par le conseil d'administration, la direction générale, le management et l'ensemble des collaborateurs de l'organisation.

b) Qui est Responsable du Risk Management (Who) ?

Le management est un processus de prise de décisions. Le manager, son équipe et les stakeholders dans l'organisation sont impliqués dans la mise en place du processus. Les rôles et les responsabilités déjà prédéfinis, influencent l'implication des intervenants, les décisions relevant du risque ainsi que la planification du management du risque.

Le processus de management des risques au niveau stratégique et opérationnel doit être intégré à tous les niveaux d'activité de l'organisation.

Le management doit établir un plan de management des risques en désignant les responsabilités et les moyens à mettre en place.

La mission du risk manager consiste en la définition, la planification, la mise en place, la coordination et le suivi du management des risques, c'est dire l'importance du rôle qui lui est dévolu.

Le project risk manager est amené à examiner les éléments suivants :

- La fréquence potentielle des pertes ;
- Le degré de fiabilité de l'information disponible ;
- La sécurité potentielle des pertes ;
- La gestion du risque ;
- L'intensité des conséquences ;
- La capacité à mesurer les conséquences ;

D.T Hulett dans « PMP Certification Workshop » conseille au Manager de ne pas prendre de risque si :

- L'organisation n'est pas prête à perdre ;
- L'exposition aux conséquences est très grande ;
- Le projet ne vaut pas le risque encouru ;
- Les chances ne sont pas en faveur du projet ;
- Les bénéfices ne sont pas connus ;
- Le risque n'affecte pas les objectifs ;
- Les informations ne sont pas organisées selon une structure ou un modèle donné.

c) Pourquoi le Management des risques (Why) ?

Idéalement, les décisions sont prises dans un environnement certain au sein duquel le résultat est connu avec certitude. En réalité, bon nombre de décisions sont prises en l'absence d'informations fiables, ce qui augmente le niveau d'incertitude des résultats.

Le management des risques aide l'organisation à identifier les risques encourus, à développer des stratégies qui les diminuent ou les évitent. Le management des risques comprend les éléments suivants :

- Aligner l'appétence pour le risque avec la stratégie de l'organisation ;
- Développer les modalités de traitement des risques ;
- Diminuer les déconvenues et les pertes opérationnelles ;
- Identifier et gérer les multiples risques ;
- Saisir les opportunités ;
- Améliorer l'utilisation du capital.

Ces éléments du dispositif du management des risques, contribuent à la réalisation des objectifs de performance et de rentabilité de l'organisation et à la minimisation des pertes. Grâce au déploiement du dispositif du management des risques, une entreprise est mieux armée pour atteindre ses objectifs et éviter les écueils et les impondérables.

d) Où et Quand un management des risques (Where and When) ?

L'objectif ultime est d'intégrer le management des risques dans toutes les activités de l'entreprise surtout au niveau des projets. Idéalement, le management des risques doit être entrepris avant le début de toute activité. Pour les projets, le management des risques doit être entrepris au tout début de chaque phase de son cycle de vie, surtout au niveau des phases de conception et de planification.

e) Comment mettre en place un Management des Risques (Which way ?)

La démarche management des risques s'appuie en général sur un processus continu itératif qui vise successivement à :

- L'identification des risques ;
- L'évaluation des risques (qualitative et quantitative) ;
- La réponse aux risques ;
- Le contrôle et le suivi du processus ;
- La capitalisation.

I.3. Le projet et le management des risques

La vie du projet est longue et complexe, plusieurs facteurs internes et externes y influent. Le risque est présent tout au long du cycle de vie du projet. Une compréhension des risques dans les projets permet leur évaluation et la restructuration du projet pour avoir un niveau de risque acceptable. Les risques qui n'offriront pas des possibilités de gains seront évités. Ceux qui sont directs liés à l'achèvement et à l'atteinte des objectifs seront managés. La méthode la plus efficace pour réduire le risque est de rassembler le plus d'information sur les projets pour baisser le degré d'incertitude et par delà, déterminer les chemins adéquats afin de diminuer les probabilités d'échecs et d'atténuer leurs conséquences.

Les éléments du projet considérés comme importants et dont le succès est incertain doivent être considérés et devront faire l'objet d'une attention particulière. Les risques sont aussi associés aux zones du projet, non définies ou sujettes à modifications en cours de réalisation.

Les facteurs qui augmentent le degré de risque sont :

- Des solutions techniques complexes ou nouvelles et un personnel inexpérimenté ou non qualifié ;
- Un environnement changeant ou mal décrit ;
- Un planning incomplet et des estimations de coûts et de délais optimistes ;
- Les processus de management de projet mal définis et interfaces incohérentes entre ces processus.

I.4. Le processus de management des risques

Le management des risques du projet comprend les processus concernés par la conduite de la planification du management des risques, l'identification des risques, l'analyse des risques, les réponses aux risques et la surveillance et maîtrise du projet.

La plupart de ces processus sont mis à jour tout au long du projet. Les objectifs du management des risques du projet sont d'augmenter la probabilité et l'impact des événements positifs et de diminuer la probabilité et l'impact des événements défavorables au projet.

Les processus de management des risques du projet sont :

a. Planification du management des risques : ce processus permet de décider comment approcher, planifier et exécuter les activités de management des risques d'un projet.

b. Identification des risques : ce processus détermine quels risques pourraient avoir un impact sur le projet et documente leurs caractéristiques.

c. Analyse qualitative des risques : ce processus consiste à hiérarchiser les risques pour une analyse ou une action ultérieure en évaluant et en combinant leur probabilité d'occurrence et leur impact.

d. Analyse quantitative des risques : ce processus consiste à effectuer l'analyse chiffrée des effets des risques identifiés sur l'ensemble des objectifs du projet.

e. Planification des réponses aux risques : ce processus permet d'élaborer des options et des actions pour améliorer les opportunités favorables aux objectifs du projet et réduire les menaces à leur rencontre.

f. Surveillance et maîtrise des risques : ce processus consiste à suivre les risques identifiés, surveiller les risques résiduels, identifier les risques nouveaux, exécuter les plans de réponse aux risques et évaluer leur efficacité au long du cycle de vie du projet.

Ces processus interagissent entre eux ainsi qu'avec les processus des autres domaines de connaissance. Chaque processus peut mettre en jeu l'effort d'une ou plusieurs personnes ou d'un ou plusieurs groupes de personnes, selon les besoins du projet. Chacun est exécuté au moins une fois au cours de chaque projet et intervient dans une ou plusieurs phases du projet si celui-ci est divisé en plusieurs phases. Bien que les processus soient présentés ici comme des composants distincts avec des interfaces bien définies, ils peuvent dans la pratique se chevaucher et interagir.

I.5. Evolution du concept de l'analyse des risques

a) Définitions diverses de l'analyse des risques

L'analyse des risques est définie comme l'estimation des probabilités utilisée comme inputs pour l'évaluation des décisions alternatives [Lifson & Shaifer, 1982]. L'analyse des risques peut aussi être décrite comme toute méthode qualitative et/ou quantitative d'évaluation des impacts des risques sur les projets. Le General Accounting Office définit l'analyse des risques comme une technique servant à identifier et à évaluer les facteurs qui peuvent compromettre le succès d'un projet ou l'atteinte de l'un de ses objectifs. Cette technique aide aussi à définir les mesures préventives pour réduire les probabilités d'occurrence de ces facteurs et identifier les contre mesures à mener sous contraintes quand celles-ci se développent.

Peu importe les définitions qu'on donne à l'analyse des risques, ses objectifs dans tous les domaines sont de déterminer la probabilité d'échec d'un système à atteindre un niveau

prédéterminé de performances pendant une certaine période, d'améliorer le processus de prise de décision dans les projets et d'aider les organisations à réduire leurs expositions aux risques.

b) Définitions du management des risques (risk management)

Il existe diverses définitions du risk management. Elles peuvent se classer en deux catégories. L'un définit le management des risques comme une approche systématique d'identification, d'analyse, de communication et de réduction des risques. Cette définition considère souvent l'analyse des risques comme un processus d'évaluation des risques et donc fait partie du processus du risk management.

L'autre définit le risk management comme un processus d'évaluation et de sélection des actions alternatives en réponse aux résultats de l'évaluation des risques. Le risk management est considéré dans cette définition comme le suivi de l'étape antérieure qui est celle de l'évaluation des risques. Cette définition est celle qui est adoptée dans notre travail. Par contre, la première définition est celle utilisée par la NASA (citée en haut).

c) Evolution des définitions de l'analyse des risques

Au sens large, l'analyse des risques est définie pour inclure l'évaluation des risques, la classification des risques, la communication des risques, le management des risques et toute politique en relation avec le risque, dans le contexte de risques concernant les individus, les secteurs publics ou privés et toute autre société locale, nationale ou régionale et à un niveau global par la SRA (Society for Risk Analysis).

La SRA est une organisation singulière parce qu'elle réunit les scientifiques de tout bord, toutes les sciences, de la physique aux sciences biologiques en passant par l'engineering et les sciences sociales. Les scientifiques et les praticiens associés à la SRA considèrent cette définition comme la définition formelle d'analyse des risques dans leurs recherches et leurs pratiques actuelles. Cette définition est aujourd'hui adoptée par un nombre croissant des organisations dans diverses industries. Elle est aussi adoptée dans cette étude, dans le sens que l'analyse des risques ne s'arrête pas à l'évaluation des risques mais aussi à leur communication et à leur management.

I.6. L'analyse de Risques Continue

L'incertitude est inhérente et les risques sont dynamiques. A mesure que le projet avance, une analyse des risques continue sera bénéfique. L'analyse des risques doit être appliquée à toutes les étapes du cycle de vie du projet de sa conception, sa faisabilité à son développement, son exploitation et sa maintenance.

La contribution de l'analyse des risques diffère d'une étape à l'autre mais chacune d'elle ne manque pas d'importance par rapport à l'autre.

L'analyse des risques doit commencer très tôt au début de chaque étape du processus du projet et doit être appliquée fréquemment. Ce n'est qu'à l'aide d'un processus d'analyse de risques continue qu'à court et long terme, l'impact des risques identifiés soit déterminé, actualisé et de ce fait contribue à une meilleure prise de décision et un meilleur management du projet.

La NASA présente les six fonctions d'un management des risques continu comme le montre la figure 12 ; Les six fonctions du management des risques continu sont (1) identifier les risques sous un format spécifique ; (2) analyser les probabilité d'occurrence du risque, impact et gravité et le planning ; (3) Elaborer l'approche ; (4) Suivre les risques à travers la compilation et l'analyse des données ; (5) Contrôler et maîtriser les risques ; (6) Communiquer et documenter le processus et les décisions [Rosenberg, 1999].



Figure 12. Diagramme du Management des Risques Continu

Le concept de l'analyse des risques continue a été incorporé dans la pratique dans de nombreuses industries en incluant l'IT, la défense, l'industrie nucléaire.

I.7. Conclusion

Les entreprises algériennes n'ont pas encore pris conscience de l'urgence d'une démarche de management des risques et continuent à les gérer de manière passive. Cet état est dû d'un côté à l'ignorance de ce type de management, et à un manque de volonté dans sa mise en place d'un autre côté.

Le besoin de management des risques se fait ressentir. Il est plus que nécessaire de commencer à instaurer dans l'entreprise un cadre d'analyse des risques par la formalisation et la normalisation du processus.

Il est à souligner que le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre doivent travailler ensemble et collaborer pour élaborer leur propre management des risques. Une concertation entre les deux intervenants éclairerait mieux sur les risques encourus par le projet et permettrait de mettre en place les stratégies d'atténuation les plus adaptées.

II. Choix de l'approche méthodologique d'analyse des risques

II.1. Les Méthodologies d'analyse de risques génériques

Les étapes de base d'une analyse de risques d'un projet sont bien connues dans différents domaines, partant des projets aérospatiaux, de santé et d'environnement, aux projets IT. Ces étapes sont :

- 1) Identifier les sources de risques
- 2) Identifier l'étendue des évènements de risques possibles
- 3) Evaluer les impacts potentiels des risques du projet
- 4) Identifier les réponses alternatives afin de réduire les impacts des risques
- 5) Identifier les conséquences des réponses alternatives
- 6) Sélectionner les stratégies de management du risque comportant l'allocation des risques.

Dans cette étude, deux méthodologies d'analyse de risques génériques pour les projets sont étudiées et donnent un aperçu sur le développement de l'approche d'analyse de risques proposée.

II.2. Construction Risk Management System – CRMS model

Le modèle développé par Al-Bahar (1990) est intitulé Construction Risk Management System (CRMS). De nos jours, l'analyse des risques n'est pas seulement limitée à l'évaluation des risques. Comme défini dans la section I.5, le risk management considéré dans ce système est le même que le concept d'analyse des risques adopté dans notre étude.

Le modèle fournit un cadre systématique d'identification, d'évaluation quantitative et de réponse aux risques dans les projets de construction. Le modèle est composé de quatre processus : l'identification des risques, l'évaluation des risques, l'élaboration d'un système de réponses et l'administration du système.

La première étape est l'identification des risques, qui est définie comme étant : « le processus continu et systématique d'identification, de catégorisation et d'évaluation des risques associés aux projets de construction » [Al-Bahar, 1990]. Comme le montre la figure 13, ce processus d'identification des risques renferme six étapes.

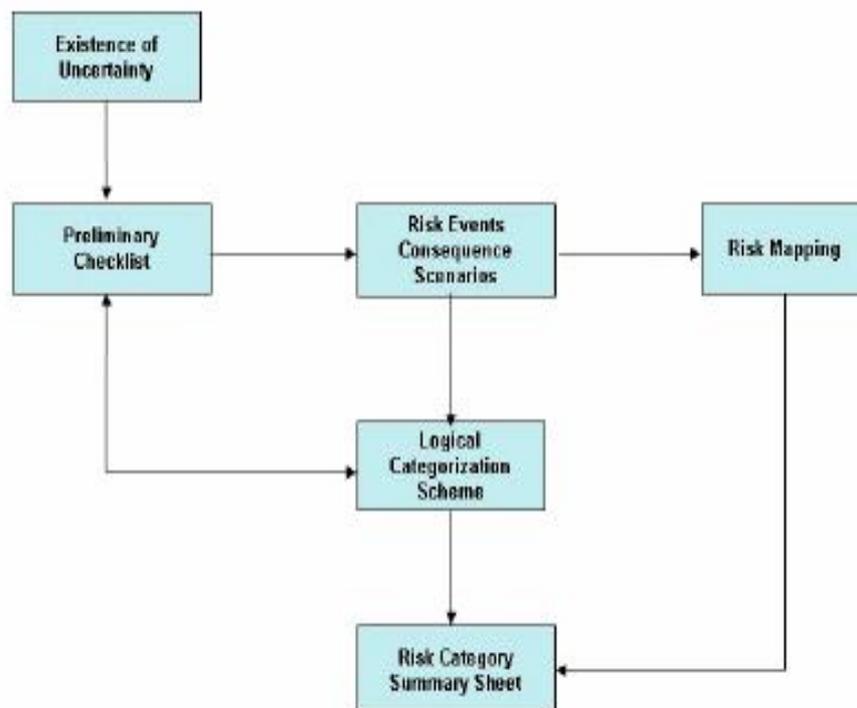


Figure 13. Identification des risques du modèle CRMS

Dans ce processus, tout type de risques qui peuvent affecter la productivité, la performance, la qualité et l'économie du projet doit figurer dans une check-list préliminaire. Ensuite, toutes les possibilités associées à la réalisation de chaque source de risque incluse dans la check-list sont identifiées. Basé sur l'identification des conséquences des risques, un graphe bi-dimensionnel, croisant la gravité du risque et son impact, est construit. Enfin, tous les risques identifiés sont classés en différentes catégories à savoir les risques politiques, les risques de design, les risques environnementaux, etc... Ensuite, un résumé sera préparé comme le montre la figure 14.

Name of Project:		
Date:		
Prepared By:		
Risk	Description of Risk Event	Conditional Risk Variables
1.		
2.		
3.		
.....		

Figure 14. Feuille résumé des catégories de risque

Le second processus est l'évaluation des risques, qui traite l'incertitude par des techniques quantitatives, utilisant la théorie des probabilités pour évaluer l'impact potentiel du risque [Al-Bahar, 1990]. Le but de cette étape est de déterminer la valeur du risque, à travers la collecte de données, une modélisation de l'incertitude et l'évaluation de l'impact du risque.

Après avoir identifié l'exposition au risque et évalué son impact financier, la prochaine étape est la formulation des stratégies convenables de traitement des risques. Ces stratégies alternatives comprennent la réduction des pertes, les stratégies de prévention des risques, les stratégies de rétention et les stratégies des transferts des risques.

Le processus final du CRMS Model est l'administration du processus du risk management par la formulation d'une politique formelle du risk management et le contrôle des fonctions du modèle pour améliorer le programme du risk management.

II.3. Méthodologie d'analyse de risques des projets intégrée

Un processus d'analyse de risques générique pour les projets de construction, qui peut être appliqué pour tous les projets comme pour quelques projets spécifiques est la méthodologie d'analyse des risques intégrée, développé en 2002 (l'integrated project Risk Management Methodology). La définition du risk management dans ce modèle est celle retenue pour le concept d'analyse des risques adoptée dans notre travail.

Ce processus d'analyse de risque, basé sur un haut niveau de maturité de gestion des risques dans les plus grands et les plus complexes des projets de construction, se compose de quatre niveaux : l'initiation, le balancig, la maintenance et le learning [Del Cano, 2002]. Les quatre niveaux comportent onze étapes. La figure 15 est un diagramme montrant les quatre processus et leurs structures.

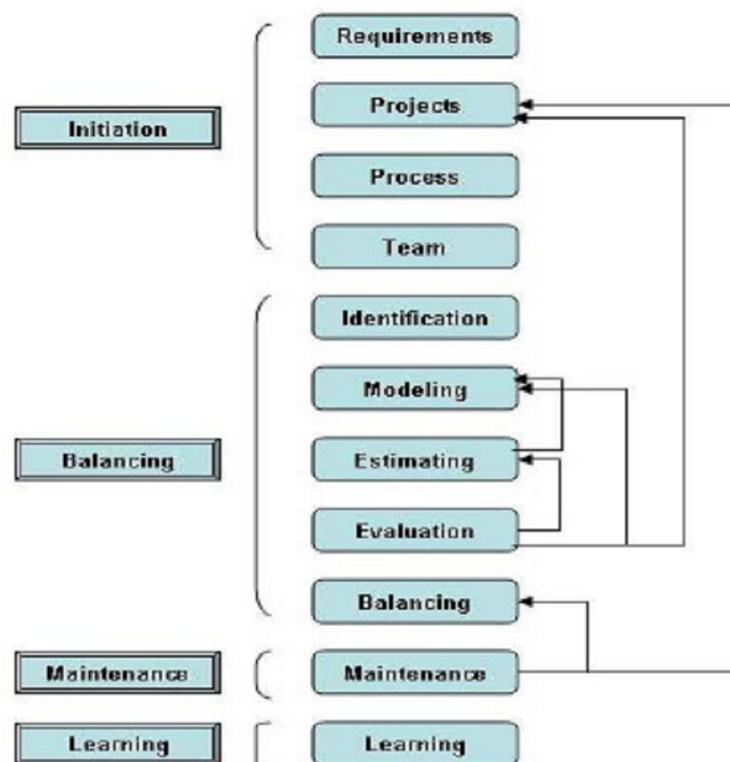


Figure 15. Processus d'analyse des risques intégrée (Del Cano 2002)

Dans la phase d'initiation, on commence par identifier nos besoins et contraintes. Nous définissons après les facteurs de succès du projet tout en analysons notre projet dans le détail.

Nous examinerons par la suite notre processus d'analyse des risques à développer et nous formerons notre équipe d'analyse des risques.

La seconde phase est l'équilibrage de l'environnement du risque (le balancing), dans le sens de la mise en équilibre des opportunités et les menaces. Cela est accompli à travers l'identification, la classification des risques et les réponses potentielles et le développement d'un modèle d'analyse des risques et des réponses en profondeur.

A l'étape de l'estimation, le degré d'incertitude associée au risque sera calculé à l'aide d'une évaluation qualitative ou quantitative et les valeurs estimées seront introduites dans des modèles définis à évaluer le risque du projet et finalement résumer le plan global du projet en mettant en balance les opportunités et les menaces.

La phase de la maintenance se réfère au maintien de l'équilibre de l'environnement du projet à travers le suivi des risques, des réponses, des modèles des risques et de leurs évaluations.

En dernier lieu, la phase du learning qui est une phase de capitalisation des expériences pour l'amélioration des activités futures et le renforcement des connaissances de l'entreprise.

II.4. Comparaison des deux méthodologies d'analyse des risques générique

a) CRMS Méthodologie

Le modèle CRMS est une approche systématique analytique développée en 1990 qui commence par une identification des risques, l'évaluation probabiliste des risques significatifs et le développement des stratégies alternatives de la gestion des risques. Il fournit un feedback pour actualiser l'information dans l'analyse des risques. Cette méthodologie ne fournit ni une description détaillée de la méthode d'évaluation et des techniques d'analyse des risques, ni aucune information concernant l'application de la méthodologie sur les pratiques d'analyse des risques.

L'identification des risques est générique et doit être ajustée pour raccourcir les délais du processus. Le développement d'une check-list préliminaire peut être combiné avec l'étape de la classification des risques.

Dans le processus d'évaluation des risques, la collecte des données est critique et provient des données historiques. Cependant, dans de nombreux cas, l'application directe de l'historique

des données n'est pas convenable. Donc, les données valables sont principalement de natures subjectives et obtenues à travers des interviews d'experts ou de personnes de niveau de connaissances très relevé.

b) Méthodologie d'analyse des risques intégrée

Cette méthodologie générique est ajustée aux projets de construction. Elle est différente du modèle CRMS et toutes les étapes de ce processus peuvent se chevaucher et s'interagir avec les différentes étapes du management du projet. En plus, les techniques d'analyse des risques peuvent être choisies selon le projet, ses facteurs déterminants et le type d'analyse à exécuter. Les techniques d'analyse de risques les plus importantes sont listées et des recommandations sont aussi fournies.

Dans cette méthodologie intégrée, le processus générique peut être simplifié en fonction de plusieurs facteurs associés à la maturité de l'organisation, à la taille relative du projet et à sa complexité. C'est l'un des avantages de cette méthodologie. Cependant, elle ne donne pas de détails sur les méthodes d'identification, de classification et d'évaluation des risques. Elle fournit des détails sur les techniques d'analyse de risques, mais comme dans le modèle du CRMS, elle se focalise sur des descriptions générales du processus d'analyse de risques.

Suite aux avantages fournis par la méthodologie d'analyse intégrée et son adaptation aux grands projets complexes, nous utiliserons cette approche comme modèle pour notre démarche d'analyse des risques en apportant des détails pour chaque zone d'ombre et un référentiel méthodologique.

Nous allons maintenant décrire le cadre d'analyse des risques systématique et continue en s'inscrivant dans une démarche généralisée et formalisée.

III. Développement du cadre systématique d'analyse des risques continue

Nous allons dans cette partie, détailler chaque phase de cette approche méthodologique choisie, en :

- proposant un plan de management des risques à mettre en place au niveau de toute organisation ;
- présentant un référentiel et une grille d'identification des risques ;
- exposant les critères de choix pour la sélection des techniques d'analyse des risques adéquates en relation avec les caractéristiques intrinsèques du projet à analyser ;
- adoptant une démarche progressive et consensuelle pour une meilleure évaluation des risques identifiés ;
- élaborant des approches de mitigation et contingence comme mesure de réponse aux risques évalués.

III.1. L'initiation

a/ Responsabilités et ressources

L'initiation de tout management doit parvenir du top management. Pour développer la volonté et la capacité de mise en œuvre, la direction générale doit comprendre le management des risques et sa contribution à la réalisation des objectifs de l'organisation.

Ce processus exige dans son fonctionnement :

- l'engagement du directeur général et des directeurs exécutifs de l'organisation ;
- l'attribution des responsabilités au sein de l'organisation ;
- l'allocation des ressources appropriées pour la formation et le développement d'une sensibilité renforcée aux risques chez toutes les parties prenantes au projet.

L'engagement de l'organisation est une condition nécessaire au succès de ce processus. Selon la taille de l'organisation et son organisation en projets, le choix de l'équipe d'analyse des risques au sein de l'équipe projet est plus que prépondérant. On désignera un analyste des risques doté des moyens et des ressources nécessaires afin de diriger et faciliter l'élaboration de plans d'exécution sur l'intégration du management des risques au sein des processus décisionnel mis en place.

Son rôle en tant qu'analyste des risques ou chef de l'équipe analyse des risques doit d'accomplir les tâches suivantes :

-
- Définir la politique et la stratégie management des risques ;
 - Créer une culture des risques au sein de l'organisation ;
 - Concevoir et passer en revue les processus de management des risques ;
 - Préparer les rapports sur les risques pour les parties prenantes du projet ;
 - Développer les processus de réponse aux risques, y compris les plans d'urgence ;

Un management des risques efficace requiert une structure de compte rendu et de revue pour s'assurer que les risques sont efficacement identifiés et évalués et que les dispositifs de maîtrise et de réponses appropriées sont en place.

b/ Plan de management des risques

Toute organisation doit avoir son plan de management des risques. Dans ce plan, l'organisation doit présenter son appétence pour le risque et son approche du management des risques. Ce document devra définir les responsabilités pour le management des risques dans toute l'organisation.

De plus, ce plan fera référence à toute exigence légale de compte-rendu, comme l'hygiène et sécurité par exemple. Il présentera le processus de management des risques ainsi que l'ensemble des outils et techniques valables aux différentes étapes du processus.

Le but du plan de management des risques est de décrire comment les risques seront identifiés, analysés et les plans de réponse au cours du cycle de vie du projet. Il définit les rôles et responsabilités des participants dans le processus de gestion des risques, le budget qui leur sera alloué ainsi que les techniques et outils qui seront utilisés.

Modèle de plan du management des risques

Nom de l'organisation

Plan de management du risque

Projet : _____

Responsable : _____

Réalisé par : _____

Date : _____

ID du document : _____

c/ Eléments du plan de management des risques

Le plan de management des risques se compose des sections suivantes :

- Introduction

Cette section devra contenir les objectifs du plan de management des risques. Elle donnera un bref résumé du projet, incluant les approches qui seront utilisées pour manager le projet.

- Stratégie et approches du management des risques

Cette section donnera une vue d'ensemble sur les approches de management des risques en décrivant les stratégies à adopter.

- Méthodologie

Dans cette section, on décrira le processus du management des risques tout au long de la vie du projet. On décrira aussi l'analyse des résultats, leur documentation ainsi que leur communication à l'équipe du projet, au management et aux détenteurs d'enjeux. Ces résultats feront l'objet d'un suivi périodique.

- Organisation

Dans cette section, on décrira l'organisation du projet. La liste des responsabilités du processus est détaillée.

- Processus du management des risques

Cette section décrira les éléments du processus du management des risques (planification, identification, mesure, monitoring) tout en fournissant une petite explication sur chacune des sous-sections.

III.2. Identification des risques

Afin de manager le risque, une organisation a besoin de savoir à quels risques elle fait face. L'identification des risques vise à repérer les problèmes potentiels avant qu'ils ne se transforment en problèmes réels et à inclure cette information dans le processus de gestion du risque. L'identification permet de formuler l'énoncé de risques et d'identifier leur information contextuelle.

Une gestion efficace des risques implique un processus continu d'identification. En effet, de nouveaux risques peuvent survenir en cours de réalisation du projet. Une communication libre est également requise pour l'identification des risques, ce qui encourage tous les intervenants dans le projet à communiquer sur les risques potentiels.

Bien qu'une contribution individuelle joue un rôle dans cette identification, les échanges favorisés par un travail d'équipe, permettent une meilleure compréhension du projet et une identification plus précise et exhaustive des risques auxquels il est exposé.

1/ Les entrées de la phase d'identification

Les entrées de cette phase regroupent les points suivants :

- Le plan de management des risques ;
- Les incertitudes individuelles et du groupe vis-à-vis du projet ;
- Les données de planification du projet ;
- Une liste de contrôle énumérant les principaux risques associés au projet.

A partir de ces entrées, la phase d'identification consiste à énoncer et à documenter les risques ainsi que l'information permettant de comprendre le contexte dans lequel ils s'inscrivent. Une liste des risques est ensuite préparée afin de résumer les risques susceptibles de survenir au cours de la réalisation du projet. Il est également souhaitable d'établir un répertoire dans lequel tous les risques sont consignés pour des consultations futures.

L'identification des risques est réalisée d'une part par l'établissement d'un référentiel et d'autre part par une identification en mode continu des risques. Le référentiel permet d'établir une vision partagée des risques du projet et facilite l'identification continue des risques tout au long du cycle de vie du projet.

2/ Etablissement du référentiel

L'établissement d'un référentiel permet de créer un cadre de travail commun pour gérer les risques et fournir au chef du projet une vue globale sur l'état de son projet. Ce référentiel doit être établi au début du projet mais aussi périodiquement, au cours des revues formelles de l'état d'avancement du projet et à la suite d'un événement majeur survenu dans le projet.

Ce référentiel s'appuie sur :

- une fiche d'identification du risque (figure 16) ;
- une catégorisation des risques (tableau 7) ;
- liste classée des risques identifiés (tableau 8).

Fiche d'identification des risques (modèle)

1. Projet : _____

2. ID du risque : _____

3. Désignation du risque : _____

4. Auteur : _____ Date _____

5. Description du risque :

6. Conséquence du risque :

7. Causes du risque :

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

Figure 16. Fiche d'identification du risque

3/ Méthodes d'identification des risques

Il existe plusieurs méthodes d'identification, qu'on peut combiner. Nous citerons sans être exhaustif :

- Examen des documents du projet ;
- Brainstorming ;
- La technique Delphi ;
- La méthode des interviews ;
- L'analyse SWOT ;
- L'utilisation des diagrammes techniques (diagramme d'Ishikawa, Flow charts)

4/ Liste des risques

Une check-list des risques générique doit être développée afin d'aider à une meilleure et plus rapide identification des risques

Basée sur la littérature et quelques discussions avec les experts, les risques peuvent être classifiés en dix-huit catégories majeures pour les grands projets (tableau 7).

Le listing des risques être très bénéfique pour l'analyse des risques ainsi que pour le management des délais. Il servira comme guide des risques potentiels auxquels font face les projets. Cette liste sera par la suite subdivisée en divers sous éléments.

Les sous catégories des risques reflétera tous les domaines de risque du projet. Ladite check-list fournira une approche systématique et objective d'identification des risques et assure qu'aucun élément de risque majeur n'ait été omis. La subdivision en sous catégories se fera selon les besoins et les spécificités du projet à analyser.

Le nombre de participants à l'identification des risques variera en fonction de l'envergure du projet. Une fois que les risques soient identifiés, ils sont consignés et classifiés dans un tableau en catégories de risques.

Check-list générique des risques de projets

- A. Risques délais
- B. Risques Financiers
- C. Risques contractuels
- D. Risques Organisationnels
- E. Risques de Site
- F. Risques de ressources
- G. Risques Environnementaux
- H. Risques technologiques
- I. Risques de communication
- J. Risques de dérogation
- K. Risques d'attentes
- L. Risques de complétion (Délais)
- M. Risques de complétion (Coût)
- N. Risques de complétion (Qualité)
- O. Risques d'administration du projet
- P. Risques de force majeure
- Q. Risques politiques
- R. Risques crédits

Tableau 7. Check-list générique

5/ Classifier les risques et développer les rapports de workshop

Après avoir identifié les risques potentiels, ces derniers doivent être classifiés selon deux facteurs : les conséquences potentielles et l'incertitude de ces conséquences.

A partir de ces deux facteurs, sept catégories ont été déterminées et regroupées dans le tableau 8 qui suit :

Catégorie		Niveau du risque	Niveau de responsabilité	Implication des parties prenantes	Traitement des valeurs sociales
Potentiel des conséquences	Incertitude des conséquences				
1	S	Low	Low	Low	Low
2	M	↓	↓	↓	↓
3	M				
4	M				
5	L	↓	↓	↓	↓
6	L				
7	L				
		High	High	High	High

Tableau 8. Classification des risques (Aven 2003)

La base de la catégorisation des potentiels des conséquences est en liaison aux cinq facteurs clés qui suivent [Aven 2003] :

- Ubiquité : Combien ces potentiels sont courants ?
- Potentiel des mobilisations : signifie la violation des intérêts individuels, sociaux et culturels, les valeurs générant des conflits sociaux et les réactions psychologiques des individus et des groupes qui sont concernés par les conséquences des risques ;
- Effet Retard : une longue période de latence entre l'événement initial et l'actuel impact du dommage ;
- Persistance : La possibilité de restaurer la situation à son état initial avant la survenance du risque ;
- Persistance : Extension temporelle du dommage.

Une valeur rangée de zéro à trois est assignée à chaque facteur des cinq cités ci-dessus. Plus la valeur est grande, plus grand est l'impact négatif ou défavorable qu'a le facteur sur le potentiel des conséquences. Si l'un des facteurs a été affecté d'une valeur égale à trois, le risque est catégorisé comme étant L « large » ; si tous les facteurs sont assignés d'une valeur inférieure à 1, le risque est catégorisé comme étant S « Small » ; Entre les deux cas, le risque est catégorisé comme étant M « Medium ».

Pour catégoriser l'incertitude des conséquences, les trois facteurs ci-dessous sont considérés :

- Le degré de prédiction des conséquences ;
- La difficulté d'établir des mesures de performances appropriées ;
- Personnes ou groupes évaluateurs ou percepteurs des incertitudes.

Basé sur ces trois facteurs, un pourcentage est assigné (0 à 100%). Les conséquences du risque sont plus incertaines que le pourcentage est plus élevé. Si le pourcentage est inférieur à 15%, l'incertitude relative des conséquences est catégorisée S « Small » ; l'incertitude est catégorisée L « Large » si le pourcentage assigné est supérieur à 55%. Le pourcentage entre les deux est relatif à une incertitude des conséquences du risque moyenne M « Medium ».

Les risques sont alors classifiés selon le potentiel de leurs conséquences et l'incertitude de ces conséquences et listés dans une table qui sera développée pour les discussions dans les workshops. Cet élément de classification sera rajouté comme première colonne aux tableaux établis pour les workshops utilisés dans notre étude de cas.

Il est possible qu'il y ait quelques risques forts pour être acceptés et des risques très faibles pour qu'il soit utile d'en discuter. Dans ces deux cas, il est inutile d'en faire une analyse détaillée. Les risques dont le potentiel des conséquences est classifié S, peu importe l'incertitude de ces conséquences, ils peuvent être ignorés dans les discussions du workshop. En même temps, les risques de catégorie 7, qui ont un L potentiel des conséquences et un L incertitude des conséquences peuvent ne pas être important dans les discussions jusqu'à ce que la stratégie du risk management ne soit évaluée en profondeur.

Par conséquent, en fonction des catégories du risque, le risk management et les stratégies de mitigation correspondants, peuvent être abordés durant l'épreuve des workshops. En même temps, à cause de la durée limitée des workshops, les discussions doivent cependant se focaliser sur les risques critiques et les méthodes d'analyse associées en sélectionnant les risques prioritaires basés sur cette classification. Ce qui rendra le workshop plus efficace et plus flexible en améliorant la compréhension des participants aux workshops.

III.3. L'évaluation des risques

Cette phase consiste à convertir les informations des données recueillies lors de la phase d'identification des risques en informations mesurées qualitatives ou quantitatives des risques. Cette phase permet de focaliser les efforts de planification, de mitigation et de contingence beaucoup plus rapidement.

1/ Les techniques d'évaluation du risque

Les outils et les techniques d'analyse de risques et de prise de décisions sont nombreux et doivent être choisis selon le projet, ses facteurs déterminants et le type d'analyse à exécuter. Toute recommandation rigide dans ce domaine serait absurde [Del Cano, 2002].

Dans le contexte des sciences du management, il existe deux grandes catégories de techniques, qui sont les techniques déterministes et les techniques probabilistes ou stochastiques. Les techniques déterministes (appelées aussi techniques qualitatives) évaluent le risque qualitativement, tandis que les techniques probabilistes (appelées aussi techniques quantitatives) l'évaluent quantitativement. Quand on est en face d'une prise de décision, on a besoin d'avoir des objectifs clairs, des plans et des stratégies. Les outils et les techniques aident le décideur à déterminer une décision, mais ne font pas la décision, seul l'humain peut initier le cours de l'action [Flanagan & Norman, 1993].

a) Techniques d'analyse de risques qualitatives

Les techniques d'analyse de risques qualitatives les plus importantes et les plus utilisées sont [Del Cano 2002]:

- Les check-lists ;
- Analyse des hypothèses ;
- Description qualitative des impacts et des probabilités (très haut, haut, moyen, etc) ;
- Diagrammes cause à effets, appelés aussi diagramme d'Ishikawa ou diagrammes Fishbone, pour illustrer les interrelations entre les risques et leurs causes ;
- Les diagrammes d'influences et les organigrammes, de pures représentations reflétant les interrelations entre activités, risques et réponses ; et
- Les arbres de décision, qui sont typiquement utilisés dans l'analyse des risques dans l'engineering des systèmes et peuvent l'être dans le management des projets.

b) Les techniques d'analyse des risques quantitatives

Les techniques d'analyses des risques les plus utilisées actuellement sont [Del Cano, 2002] :

- Les analyses de sensibilité, pour déterminer les criticité de divers paramètres du projet ;
- Les tables des valeurs espérées, pour comparer ces valeurs aux différentes réponses aux risques ;
- Les triples estimations et les sommes probabilistes appliquées à l'estimation du coût ;
- La simulation de Monte-Carlo, pour obtenir la distribution cumulée des objectifs des projets en utilisant l'estimation probabiliste des inputs ;
- Les arbres de décisions qui aident à une prise de décision quand il y a des choix à faire avec les résultats incertains ;
- Les diagrammes d'influence probabiliste combinant les diagrammes d'influence avec les probabilités et la théorie de Monte-Carlo pour simuler les différents aspects du risque du projet ;
- Les méthodes de prise de décision multicritères ;
- Processus de simulation, utilisant une variété de techniques pour simuler des processus spécifiques du projet ;
- Les systèmes dynamiques, combinant les diagrammes d'influences avec un cadre mathématique plus complexe pour une simulation dynamique des aspects spécifiques

des paramètres du projet avec des feedback en boucle et la possibilité de simuler une sélection entre différentes actions alternatives ; et

- La logique floue, avec des applications potentielles sur les plannings des délais, sur le contrôle des coûts et la sélection multicritères.

2/ Critère de sélection des techniques d'analyse des risques

Del Cano (2002) établit que la meilleure manière de commencer l'évaluation des risques est d'utiliser les techniques qualitatives et ensuite d'augmenter graduellement la complexité des techniques jusqu'à ce qu'on atteigne le meilleur ratio coût/profit pour chaque type de projet. Le critère est de comparer le budget du projet avec des budgets typiques pour les petits, les moyens et les larges projets de construction (cf. figure 17). Selon la maturité de l'organisation, aussi bien que la complexité et la taille relative ou absolue du projet, les techniques d'analyse sont recommandées dans la figure 18. Les définitions de la maturité, la complexité, la taille et la classification des projets sont élaborées dans la section suivante.

Selon Del Cano (2002), une analyse de sensibilité, une simulation de Monte-Carlo et les diagrammes d'influences probabilistes ne prennent pas en considération les corrélations possibles entre les paramètres de risque.

		Absolute size	Small	Medium	Large
Maturity	High Level	High Complexity	MC	MD	ME
		Medium Complexity	MB	MC	MD
		Low complexity	MA	MD	MC
	Low Level	High Complexity	mC	mD	mE
		Medium Complexity	mB	mC	mD
		Low complexity	mA	mD	mE
		Relative size	Small	Medium	Large
Maturity	High Level	High Complexity	M3	M4	M5
		Medium Complexity	M2	M3	M4
		Low complexity	M1	M2	M3
	Low Level	High Complexity	m3	m4	m5
		Medium Complexity	m2	m3	m4
		Low complexity	m1	m2	m3

Figure 17. Classification des projets (Del Cano 2002)

Main risk analysis techniques		Zone																			
		mA	mB	mC	mD	mE	m1	m2	m3	m4	m5	MA	MB	MC	MD	ME	M1	M2	M3	M4	M5
Qualitative techniques	Probability and impact description	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Assumptions analysis	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Check-lists	□	□	□	□	□	●	●	●	●	●	□	□	□	□	□	●	●	●	●	●
	Probability-impact tables	□	□	●	●	●	□	●	●	●	●	□	□	●	●	●	□	●	●	●	●
	Data precision ranking	□	□	□	□	□	□	□	□	●	●	□	□	□	●	●	□	□	●	●	●
	Flowcharts			□	□	□		□	□	□	□			□	□	□		□	□	□	□
	Influence diagrams			□	□	□		□	□	□	□			□	□	□		□	□	□	□
	Cause and effect diagrams				□	□			□	□	□				□	□			□	□	□
	Event and fault trees				□	□				□	□				□	□				□	□
Quantitative techniques	Sensitivity analysis	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Probabilistic sums		□	□	□	□	□	□	●	●	●			□	□	□		□	□	●	●
	Monte-Carlo and LBC simulation			□	□	□	□	□	●	●	●				□	□			□	●	●
	Probabilistic influence diagrams			□	□	□	□	□	●	●	●				□	□			□	●	●
	Expected value tables			□	□	□	□	□	□	□	□				□	□			□	□	□
	Decision trees				□	□				□	□					□				□	□
	Event and fault trees				□	□				□	□					□				□	□
	Muticriteria Techniques				□	□				□	□					□				□	□
	Fuzzy logic										□										□
	Processus simulation										□										□
	System dynamics										□										□

Legend: ● Normal/Most Frequent use ○ Possible use for specific use in specific circumstances □ Possible use preferably/necessarily with external use

Figure 18. Recommandations sur les techniques d'analyse des risques (Del Cano 2002)

Finalemment, les techniques quantitatives sophistiquées (simulation des process, systèmes dynamiques et logique floue) seront utilisées dans un nombre réduit de cas, d'un niveau de maturité très élevé, et particulièrement dans les méga projets où l'organisation veut ajouter un élément de recherche et de développement.

En plus des techniques citées ci-dessus, autres techniques comme le brainstorming, l'interviewing peuvent être aussi utilisées dans l'évaluation des risques. Del Cano (2002) établit que la sélection des techniques d'analyse des risques est aussi affectée par les facteurs suivants :

- La priorisation des objectifs ;
- Le type du système contractuel ;
- Les ressources disponibles (internes et externes) et le temps ;
- Les motivations et les attitudes du personnel impliqué dans l'implémentation du processus du management des risques;

-
- Dans le cas où un certain degré de maturité serait demandé, et que l'organisation soit dans la transition des petits projets bien managés aux projets plus grands et plus complexes.

a) Classification du projet selon sa complexité

Comme l'a établi Del Cano (2002), un questionnaire composé de 69 questions a été élaboré pour l'estimation d'une complexité d'un projet, en termes qualitatifs, dans les sept domaines de projets suivants :

- Aspect environnemental ;
- Technologie ;
- Organisation du projet ;
- Objectifs du projet ;
- Information ;
- Aspects culturels ;
- Equipements de construction.

Dans chaque domaine du projet, il existe deux types de complexité : la complexité directe et indirecte. La complexité directe inclut la différenciation et l'interdépendance entre les éléments du système. La complexité indirecte se rapporte aux facteurs qui tendent éventuellement à élever les niveaux d'interdépendance entre les éléments du système.

Les réponses sont placées sur une échelle, pour montrer l'importance de chaque facteur dans les sept domaines d'un projet particulier. En même temps, chaque question a un poids ou un niveau d'importance. L'index de complexité se réfère au quotient entre le poids moyen des réponses et la valeur maximale de la complexité qui peut être obtenue en répondant au questionnaire.

Donc, on cite quelques exemples réels :

- Faible complexité : l'index de complexité est inférieur à 15%. L'index de complexité d'un projet de construction d'un appartement est de 7%.
- Complexité moyenne : l'index de complexité est entre 15% et 30% ;
- Forte complexité : l'index de complexité est supérieur à 30% ; par exemple, pour la construction d'un tunnel, l'index de complexité est de 50%.

Dans ce cas, la complexité du projet est classifiée subjectivement parce que le but de cette classification est seulement d'établir des recommandations dans un cadre méthodologique flexible. Les exemples ci-dessus peuvent servir comme référence à la classification en termes de complexité.

b) Classification du projet selon sa taille

Le projet peut être classé soit par sa taille relative ou sa taille absolue. Selon Del Cano (2002), le critère de classification des tailles relatives d'un projet est de comparer le budget du projet au capital de l'entreprise. Par exemple, le projet peut être classé en petit, moyen ou grand projet selon que son budget représente respectivement de 1/100, 1/10 ou 1/1 du capital de l'entreprise.

Pour classer le projet selon sa taille absolue, le critère est de comparer le budget du projet aux budgets des autres projets dans le même domaine d'activité. Par exemple, un projet peut être considéré comme petit, moyen ou grand projet quand le budget du projet est inférieur à 25 Millions de dollars, entre 25 Millions de dollars et 100 Millions de dollars et supérieur à 100 Millions de dollars pour les projets de construction en général.

c) Classification du projet selon le niveau de maturité de l'organisation

Hillson (1997) établit les niveaux possibles de maturité du risk management des organisations comme suit :

- 1) Naïve : l'organisation ne se soucie pas du besoin d'une gestion des risques ;
- 2) Novice : l'organisation commence à s'expérimenter avec le management des risques à travers un nombre réduit de personnes, mais il n'existe pas d'approche générique ou structurée de gestion des risques ;
- 3) Normalisé : Le management des risques est inclus dans le processus normal de gestion des affaires et il est implémenté systématiquement dans la majorité des projets ;
- 4) Naturel : l'organisation a une culture du risque avec une approche proactive basée sur le management des risques et ceci dans tous les aspects du projet avec la mise en exergue de l'opportunité de ce management.

Un niveau de maturité faible renferme les deux premiers niveaux 1 et 2, selon le modèle d'Hillson. Un haut niveau de maturité se situe dans les niveaux 3 et 4. Seules quelques compagnies ont le niveau 4 de maturité du risque. Quelques unes se situent dans les niveaux 2 et 3. Un nombre très important d'organisations reste toujours au niveau 1 de maturité.

Une fois le projet est classifié en terme de complexité, de taille et de degré de maturité de gestion des risques, un éventail de techniques d'analyse serait proposé par les matrices de Del Cano.

En pratique, il est préférable de donner la primauté aux techniques qualitatives basées sur les jugements d'experts.

Après avoir renseigné la fiche de risque, chaque risque est identifié par une cause (plus ou moins probable). Chaque cause donne lieu à un effet (impact ou conséquence plus ou moins grave).

Pour chaque type de risque, un graphique croisant son impact avec l'occurrence de sa survenance permet de définir des zones d'acceptabilité ou non du risque.

L'idée de cette représentation graphique est de mettre en exergue les risques pour lesquels la combinaison de probabilité d'occurrence et de conséquences dues à la survenance de ces risques est défavorable à l'atteinte des objectifs du projet (figure 19 : modèle d'évaluation du risque).

III.4. Les réponses aux risques

La planification des mesures de mitigation et de contingence peut être réalisée sur chacun des risques ou sur un ensemble de risques, une fois leurs identification et analyse effectuée. Dans un projet, les deux approches sont généralement mises à contributions.

Le diagramme présenté sur la figure 20 propose une démarche d'élaboration d'un plan de réponse en collaboration les intervenants concernés.

La planification des mesures de mitigation et de contingence d'un risque, peu importe sa nature et ses attributs, pourra s'appuyer sur l'une des sept stratégies suivantes :

- Acceptation : cette stratégie correspond à une action concertée de vivre avec les conséquences d'un risque si celui-ci survient. Les mesures de mitigation et de contingence dans pareille stratégie consistent à ne rien faire pour réduire les risques.
- Evitement : cette stratégie vise l'élimination du risque. Ça consiste à accomplir les actions qui permettent d'éviter la situation qui génère le risque.
- Protection : elle peut être prise en considération quand il s'avère indispensable de réduire l'impact d'un risque et quand les mesures qui y sont associées sont financièrement réalisables.

- Réduction : cette stratégie est la plus courante. Elle consiste à prendre les mesures visant à réduire soit la probabilité que les risques surviennent, soit leurs fréquences (si ceux-ci sont récurrents), ainsi que leur impact dans l'éventualité qu'ils se produisent.
- Réserves : cette stratégie consiste à prévoir des suppléments en termes de délais, de budget, de ressources informatiques, de ressources humaines et autres. Les mesures de mitigation et de contingences concernent les actions à prévoir en termes d'évaluation de réserves et de la période pendant laquelle elles doivent être disponibles.
- Transfert ou délégation : il s'agit de transférer le risque à un intervenant qui est plus à même de l'assumer.
- Recherche : c'est une quête d'informations supplémentaires. Elle est adoptée lorsque la connaissance du risque en question n'est pas suffisante pour choisir l'une des stratégies précédentes.

Alors que les mesures de mitigation visent à réduire l'impact d'un risque et sa probabilité d'occurrence, les mesures de contingence visent à définir les actions à prendre dans l'éventualité où le risque survient ou s'aggrave, en dépit des mesures de mitigation mises en œuvre. La planification des mesures de contingence est entreprise lorsque les mesures de mitigation n'ont pas donné les résultats escomptés et le risque s'aggrave ou que le risque devienne un problème concret.

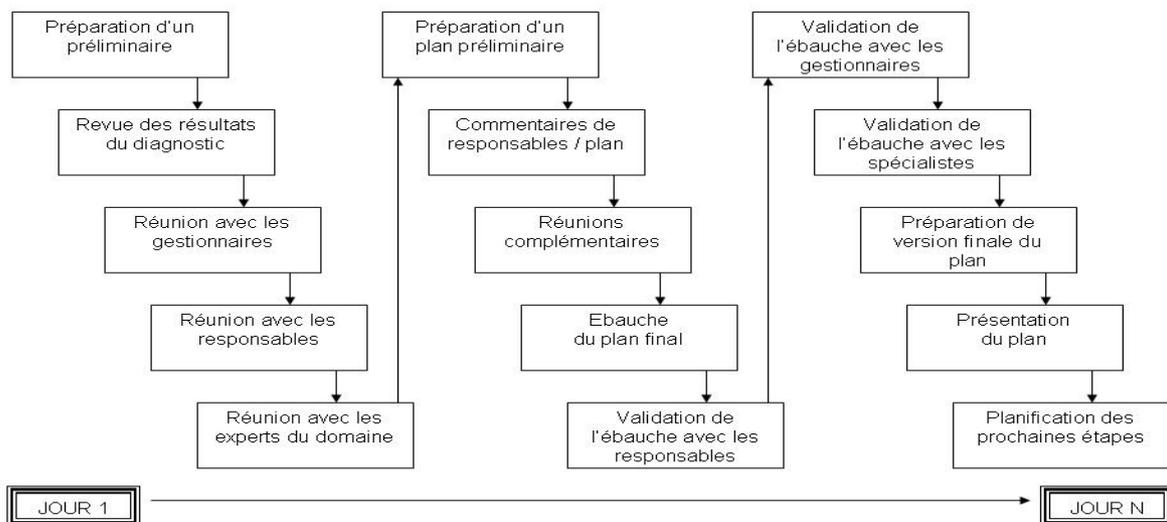


Figure 20. Plan de réponses aux risques

Modèle de fiche d'évaluation des risques

1. Probabilités (fréquences d'occurrence)

Désignation	Valeur (P)
Très élevé	90%
Elevé	70%
Moyen	50%
Faible	30%
Très faible	10%

2. Impact

On estime l'impact (I) que peut avoir un risque en cas de survenance, sur les objectifs du projet à savoir le coût, les délais et les performances.

$$I = (I_c \cdot C_c + I_d \cdot C_d + I_p \cdot C_p)$$

Désignation	Valeur	Définition
Catastrophique	6	Annulation du projet et pertes de budget déjà investis. Sérieuse détérioration de l'image de l'organisation
Critique	5	Report du projet et impossibilités de corriger dans les temps prévus.
Sévère	4	Glissement de plus de 06 mois de l'échéancier. Dépassement de coût par un facteur allant jusqu'à 20% du budget initial.
Sérieux	3	Glissement de plus de 03 mois de l'échéancier. Dépassement de coût par un facteur allant jusqu'à 10% du budget initial.
Modéré	2	Livraison effectuée avec une fonctionnalité incomplète mais néanmoins opérationnelle
Mineur	1	Glissement de plus de 1 mois de l'échéancier. Dépassement de coût par un facteur inférieur à 5% du budget initial.

Coefficients de pondération

Coûts	
Accroissement du coût	Valeur Cc
$\Delta C \approx 0$	5%
$0 \leq \Delta C \leq 5\%$	10%
$5\% \leq \Delta C \leq 10\%$	20%
$10\% \leq \Delta C \leq 15\%$	40%
$15\% \leq \Delta C \leq 20\%$	60%
$\Delta C \geq 20\%$	80%

Délais	
Accroissement des délais	Valeur Cd
$\Delta D \approx 0$	5%
$0 \leq \Delta D \leq 5\%$	10%
$5\% \leq \Delta D \leq 10\%$	20%
$10\% \leq \Delta D \leq 15\%$	40%
$15\% \leq \Delta D \leq 20\%$	60%
$\Delta D \geq 20\%$	80%

Performances	
Désignation	Valeur Cp
Pas de perte	0%
Perte indiscernable	5%
Légère Perte	10%
Perte sensible	20%
Perte inacceptable	40%
Produit inutilisable	80%

3. Délais avant impact

La durée disponible avant de devoir mettre en œuvre les mesures de mitigation

Désignation	Valeur	Définition
Court terme	1	01 MOIS
Moyen terme	3	03 MOIS
Long terme	6	06 MOIS

4. Analyse initiale du risque

A partir des tables précédentes, remplir le tableau suivant :

Probabilité	Impact	Délai avant impact	Gravité

5. Fiche visuelle

Assigner la couleur appropriée dans les cases à droite

0	Vert
1	Jaune-vert
2	Jaune
3	Jaune-Orange
4	Orange
5	Rouge-Orange
6	Rouge

6. Matrice du risque

IMPACT	6					
	5					
	4				X	
	3					
	2					
	1					
		10	30	50	70	90
Probabilité (%)						

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

Figure 19. Modèle d'évaluation de risque

Modèle de fiche de réponse aux risques

Responsable de la mise en œuvre _____

Stratégie de mitigation _____

Justification du choix de la stratégie :

Préalables et contraintes :

Approche de mitigation :

<i>Etape</i>	<i>Description</i>	<i>Personnes</i>	<i>Date</i>	<i>Etat</i>
ID Du risque	Description de la mesure de mitigation	Responsable	Prévue	

Stratégie de contingence (Si Requisite) : _____

Justification du choix de la stratégie de contingence :

Préalables et contraintes :

Approche de contingence (si requise) :

<i>Etape</i>	<i>Description</i>	<i>Personnes</i>	<i>Date</i>	<i>Etat</i>
ID Du risque	Description de la mesure de contingence	Responsable	Prévue	

Evolution du risque

Probabilité	Impact	Délai avant impact	Gravité

Fiche visuelle

0	Vert
1	Jaune-vert
2	Jaune
3	Jaune-Orange
4	Orange
5	Rouge-Orange
6	Rouge

Matrice du risque

IMPACT	6					
	5					
	4			X		
	3					
	2					
	1					
		10	30	50	70	90
Probabilité (%)						

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

Figure 21. Modèle de fiche de réponse aux risques

III.5. Suivi et contrôle des risques

a) Suivi des risques

La phase de suivi vise à recueillir l'information pertinente permettant de mettre à jour les fiches de risque et de présenter cette information de façon claire intelligible aux personnes et aux groupes à qui elle est destinée. L'objectif ultime de cette phase est de pouvoir prendre une décision à l'égard de chaque risque faisant l'objet d'un suivi.

La phase de suivi doit inclure les actions suivantes :

- la collecte de l'information requise afin de mettre à jour les fiches de risques ;
- la compilation de cette information ;
- la communication du résultat de cette compilation.

La phase du suivi fait appel à un processus de gestion intégrée, en ce sens qu'elle doit harmoniser avec l'approche de suivi et de supervision du projet. Une perspective globale jointe à une vision orientée vers l'avenir, permettent aux intervenants qui passent en revue les informations relatives au suivi, de les interpréter dans le contexte approprié au produit ou au service faisant l'objet du projet, dans le but de dégager les tendances auxquelles celui-ci est soumis et d'identifier les nouveaux risques auxquels il est exposé.

b) Contrôle des risques

La phase de contrôle consiste en une prise de décision éclairée, opportune et efficace concernant les risques et les plans de mitigation et de contingence. La phase de contrôle inclut les activités suivantes :

- l'analyse du résultat des activités de suivi et la documentation en forme de rapport pour chacun des risques visés (Figure 22).
- Le choix d'un mode d'action par rapport à ces risques.
- La mise en œuvre des décisions prises à l'égard de chacun des risques.

La phase de contrôle des risques fait appel au principe de communication libre, car il est particulièrement important de prendre les décisions en connaissance de cause. Comme pour la phase de suivi, le contrôle repose sur un processus de gestion intégrée à la gestion du projet.

Modèle de fiche de contrôle des risques

Décision _____

Instructions relatives au risque _____

Justification pour fermer le dossier relatif à ce risque

Approbation :

Date

Signature

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

Figure 22. Modèle de fiche de contrôle des risques

III.6. Capitalisation

La phase de capitalisation consiste à faire un bilan du projet en archivant et en enregistrant l'expérience métier (Savoir-faire) découlant du projet afin d'améliorer l'efficacité de la conduite des projets futurs. Il est donc indispensable à la fin du projet d'organiser la mise en mémoire de ses informations et de permettre leur restitution en plus grand nombre. Cette organisation prend le nom de « gestion de la connaissance » ou le Knowledge Management.

Une réunion de bilan est bénéfique pour tous les acteurs. Elle permet de :

- Passer en revue toutes les déviations du processus de management des risques ;
- De connaître le degré de son intégration ;
- L'efficacité des mesures de mitigation et de contingence et la qualité des corrections entreprises et
- Tirer les conclusions pour les démarches futures.

La démarche de la capitalisation s'articule autour de cinq étapes essentielles :

- Identifier ou repérer les informations ;
- Valider les informations à diffuser ;
- Modéliser et formaliser les informations ;
- Actualiser les informations ;
- Mettre à disposition les informations.

III.7. Communication

La phase de communication constitue le pivot de gestion des risques. Elle vise notamment à ce que les risques associés au projet et les options disponibles en vue d'en réduire les conséquences soient bien comprises, permettant ainsi de faire des choix éclairés, qui tiennent compte des exigences auxquelles le projet doit répondre.

La détermination des informations essentielles à transmettre n'est pas toujours évidente au cours du déroulement d'un projet. Dans un contexte de gestion des risques, la phase de communication est difficile, en ce sens qu'elle traite des conséquences négatives qui ne font pas toujours l'objet d'un accueil favorable auprès des intervenants à qui l'information est destinée. L'information relative aux risques sera communiquée de différentes façons. Elle pourra être dissimulée, transmise par des intermédiaires, propagée sous forme de rumeurs provenant de sources non-identifiées ou enfin partagée et prise en compte rapidement et efficacement.

IV. Conclusion

Le cadre méthodologique d'analyse des risques développé, facilite la communication entre les différentes parties concernées par le projet très tôt au début du cycle de vie du projet. Le succès de toute méthodologie des risques dépend de la précision des informations collectées afin de déterminer un risque profil du projet précis et utile. Ainsi, l'utilisation exagérée des techniques quantitatives, quand les données nécessaires sont insuffisantes, peut être inutile, induire en erreur le processus de prise de décision et perdre de sa valeur bénéfique pour le management.

Cette approche méthodologique d'analyse des risques continue doit être intégrée dans le processus de management du projet. C'est un facteur clé de succès d'identification et de traitement des risques avant que ceux-ci ne deviennent des menaces au succès du projet.

Le cadre d'analyse des risques, une fois instauré dans l'organisation, doit être testé sur des projets réels. C'est ce que nous allons essayer de développer sur le projet MEDGAZ. Nous allons le présenter dans le détail, pour ensuite lui appliquer la démarche d'analyse des risques présentée précédemment.

Chapitre 5 Application de l'approche sur le MEDGAZ

Introduction

Avant d'entamer cette partie, il est utile d'expliquer les motivations de notre choix pour ce projet MEDGAZ et de l'entreprise SONATRACH initiatrice du projet. Le choix de l'entreprise est dicté par la volonté de ses dirigeants à mettre en place les nouvelles pratiques du management des projets et de la dimension importante qu'occupe cette entreprise dans la vie économique du pays. Le MEDGAZ en tant que projet, est unique de par sa nature, grand de par sa taille et très complexe de par les enjeux économiques et autres dont il est question. C'est un projet stratégique pour la SONATRACH et ses partenaires, dont la réussite et l'atteinte de ses objectifs est sa seule raison d'être. Pour cela, le management des risques de ce projet, partie intégrée du management du projet doit être réalisée selon une démarche claire, cohérente, pragmatique et formalisée.

I. Données générales

Le projet MEDGAZ, un exemple de coopération économique et énergétique Sud-Nord, consiste à poser un gazoduc direct entre Béni Saf et Almería, à près de 2200 mètres de profondeur marine et 200 kilomètres de distance, en vue de transporter à très haute pression, soit plus de 200 bars, du gaz algérien vers les marchés espagnol et européen, à raison de 10,5 milliards de m³/an en phase 1 et 16 milliards de m³/an en phase 2.

Pour ce faire, Sonatrach et Cepsa ont fondé la Société MEDGAZ en vue de réaliser les études de faisabilité technique et économique d'un projet de gazoduc Algérie-Europe via l'Espagne. Devant l'intérêt suscité par ce projet, les compagnies Bp, Total, Gdf, Endesa et Iberdrola ont rejoint la Société.

Depuis le 17 février 2004, MEDGAZ est devenue une Société d'étude, de design, de construction et d'exploitation du futur gazoduc offshore.

Les partenaires ont consenti les demandes de marché suivantes qui seront fournies par le MEDGAZ.

Destination	Année					
	2006	2008	2010	2012	2015	2020
Espagne	6.5	8.0	8.0	8.0	9.0	9.0
Portugal	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
Reste de l'Europe	-	-	2.0	2.0	4.0	6.0
TOTAL	7.0	8.5	10.5	10.5	14.0	16.0

Tableau 9. Volumes fournis par le MEDGAZ

Ces volumes exprimés en Milliards de Mètres Cube sont utilisés comme des données de base pour la définition de ce projet (tableau 9).

L'objectif du MEDGAZ est de transporter le gaz directement de l'Algérie en Espagne. Ce qui nécessite des infrastructures de transport nouvelles, en Algérie, à travers la mer méditerranéenne et en Espagne. La partie algérienne est sous la responsabilité de la Sonatrach. MEDGAZ se focalise sur la partie offshore et espère que la partie espagnole sera prise en charge par la société espagnole ENAGAS.

La station de compression en Algérie est localisée à Béni-saf, une petite ville de pêche située à l'Ouest d'Arzew. Le point de chute du gazoduc offshore en Espagne est Playa Del Charco à Almería. La configuration proposée du gazoduc capable de transporter 16 BCM/an de gaz à l'Espagne est un 1+1 X 24" diamètre X65/X70 grade steel pipeline. Les capacités de compression à Béni-Saf ont été conçues pour recevoir une pression à l'arrivée de 80 bars à Almería, en conformité avec les standards de gaz de transmission en Espagne.

La rentabilité du projet est très sensible à la taille des infrastructures et au système de tarification choisis. Un grand effort doit être consenti pour réussir une utilisation optimale de l'infrastructure aussi bien qu'un système de tarification favorable.

Avant d'examiner en détail le projet, il faut signaler que MEDGAZ est considéré comme un projet à haute priorité par la commission européenne du réseau de transport européen et aussi un des axes stratégiques de SONATRACH.

II. Le contenu du projet

Les différentes études opérées durant des années montrent l'intérêt que portent les compagnies et les institutions à transporter le gaz algérien en Espagne par le biais d'une ligne directe sous-marine, comme un point d'entrée alternatif en Europe par le Sud.

En 1975, la Société d'Etude du Gazoduc de la Méditerranée Occidentale (SEGAMO) est créée sous forme de joint venture par Sonatrach, Enagas et Gas de France.

L'objectif de cette joint-venture est de mener les études nécessaires afin d'évaluer la faisabilité de fournir l'Espagne, la France et les autres pays européens par le gaz algérien.

Les études faites par SEGAMO sont constituées des :

- Etudes bathymétriques et sismiques ;
- Analyses géologiques et stratigraphiques ;
- Inspection visuelle du lit sous-marin ;
- Données océanographiques.

SEGAMO a fini d'élaborer les études projetées, mais ses activités n'ont pas été poursuivies, en raison des limites techniques identifiées.

Le premier pipeline offshore a été construit dans les années 70 : Tunnel de Sicile, dont les profondeurs des eaux étaient entre 300 et 600 m.

Les principaux pipelines reliant la mer du Nord avec l'Angleterre et le continent européen (Norpipe, Europipe, Zeepipe, Franpipe, Norfra) ont été construits entre 1992 et 1998, avec des profondeurs dépassant à peine les 600 m.

Cependant, la technologie disponible de nos jours, permet d'atteindre des profondeurs des eaux dépassant les 2000 m. Le pipeline Blue Stream, reliant la Russie en Turquie, est opérationnel depuis novembre 2002. La section offshore du Blue Stream est de 380 m de longueur et atteint les 2150 m de profondeur.

II.1. Création du MEDGAZ

En Août 2000, les compagnies pétrolières CEPSA et SONATRACH signent un protocole d'accord avec l'objectif de construire une société pour étudier la faisabilité d'un pipeline offshore reliant l'Algérie et l'Europe directement via l'Espagne.

Suivant les termes du protocole, en Février 2001, MEDGAZ a été créée. Les actionnaires initiaux de la compagnie sont les deux compagnies promotrices, CEPSA et SONATRACH, avec 50% chacune.

En juillet 2001, en vue de l'intérêt que suscite le projet MEDGAZ dans les cercles européen et espagnol, cinq nouveaux actionnaires sont incorporés, la structure de l'actionnariat devient alors comme suit :

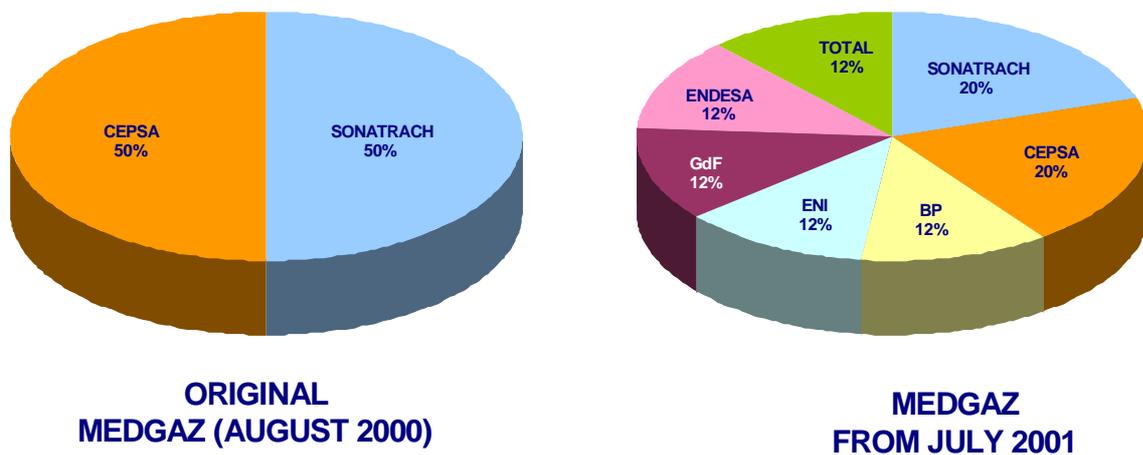


Figure 23. Structure des actionnaires de MEDGAZ

Immédiatement, après l'incorporation des cinq nouveaux actionnaires, les activités de MEDGAZ ont commencé, qui peuvent être résumées comme suit :

- L'équipe projet a été mobilisée et organisée ;
- Les études de SEGAMO existantes ont été soumises à évaluation pour obtenir les informations utiles ;
- Les études sous marines ont été achevées pour permettre de choisir l'itinéraire optimal ;
- Le projet MEDGAZ est inclus par le Ministre espagnol de l'économie dans son document « Planning of the electricity and gas sectors 2002-2011 » (Septembre 2002) ;
- MEDGAZ est considéré « Projet européen d'intérêt prioritaire » par la commission européenne.

II.2. Organisation du projet Medgaz

La partie technique du projet est prise en charge par l'Equipe de Management du Projet (EMP) qui est assistée par un Comité Technique (CT). Ce CT comprend un représentant de chaque actionnaire et fournit également une information technique « indépendante » au Conseil d'Administration. Tous les aspects non techniques du projet sont pris en charge par un Comité Consultatif (CC) qui répond directement au Conseil d'Administration et qui contrôle quatre sous-groupes chargés de réaliser des tâches spécifiques chacun dans son rayon d'expertise.

La première tâche du CC est de développer un programme établissant les dates pour tous les documents, contrats et accords qui doivent être nécessaires afin d'évaluer la faisabilité du projet (commerciale ainsi que technique). Ce travail fut réalisé au cours de décembre 2002 et janvier 2003 et le résultat se trouve être un programme qui a été approuvé par le Conseil d'Administration de MEDGAZ.

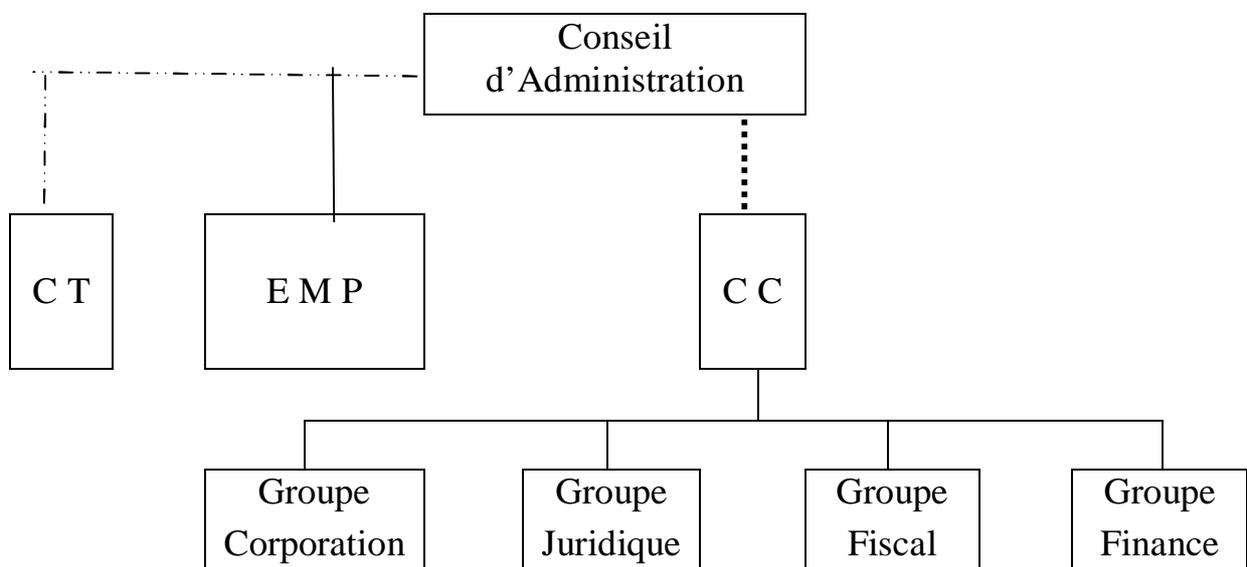


Figure 24. Organisation du MEDGAZ

III. Quelques aspects du projet

III.1. Aspects géopolitiques

En termes de sécurité d’approvisionnement, et considérant le rôle important que les réserves algériennes a dans la couverture de la future demande européenne, il est très important d’accroître le nombre et la capacité des points d’entrées en Europe du sud.

Du point de vue géopolitique, le MEDGAZ aura l’avantage par rapport au gazoduc GME existant d’assurer une liaison directe entre l’Espagne et l’Algérie, pas seulement parce qu’il est moins long que le GME, mais aussi parce qu’il évite de traverser tout autre pays, ce qui accroît la sécurité dans l’approvisionnement.

III.2. Aspects stratégiques

a) Stratégie espagnole et Européenne

La croissance significative de la demande en gaz du marché espagnol présente et future, d’un coté, et le processus de libéralisation continu enclenché en Espagne qui s’est exprimé par l’apparition de nouveaux intrants d’un autre coté, nécessitera une expansion de la capacité d’entrée du système espagnol, par le biais de nouveaux projets et l’expansion des systèmes existants.

Le ministre espagnol de l’économie, dans son document « Planning of the Electricity and gas sectors 2002-2011 » définit les deux principaux critères qui doivent régir l’approvisionnement du gaz au marché espagnol : la sécurité de l’approvisionnement et la compétitivité des prix.

En ce qui concerne la sécurité de l’approvisionnement, l’Espagne est devant le fait, que toute la consommation espagnole de gaz, présente et future, sera basée sur les importations.

L’Algérie, en raison de sa proximité géographique, est le principal fournisseur en gaz de l’Espagne. Dans le futur, il est espéré que le gaz algérien restera proche des 60% de toutes les importations, qui est le maximum permis par la législation espagnole et européenne pour un seul fournisseur. En plus, l’Algérie est le seul producteur qui peut assurer l’approvisionnement de quantités additionnelles de gaz par pipe, depuis que tout accroissement de la production norvégienne est directement acheminé vers la Grande Bretagne. Cela étant, le MEDGAZ sera complémentaire au GME (Gazoduc ENRICO

MATTEI) pour le transport de quantités additionnelles de gaz algérien sans pour cela accroître la dépendance aux importations algériennes.

Le coût des importations par pipeline est significativement plus élevé que celui des importations sous forme de GNL (voir figure 25). En terme de compétitivité de l'économie espagnole dans l'Union européenne, il est important que les prix du gaz espagnol ne soient pas structurellement élevés que la moyenne européenne. Tant que l'approvisionnement européen se fait principalement par le biais des gazoducs, l'Espagne doit tirer avantage de toutes les liaisons possibles.

Les coûts de liquéfaction, de stockage et de regazéification font que le transport par pipeline soit la meilleure option pour les petites distances (voir figure 26).

Pour les raisons évoquées ci-dessus, le Ministre de l'économie espagnol, recommande de garder l'équilibre du ratio GN/GNL, pour accroître la compétitivité parmi les fournisseurs.

Prenant en considération les projets d'infrastructure annoncés, principalement des projets GNL, MEDGAZ est nécessaire pour maintenir l'équilibre GN/GNL et éviter la dépendance excessive au GNL.

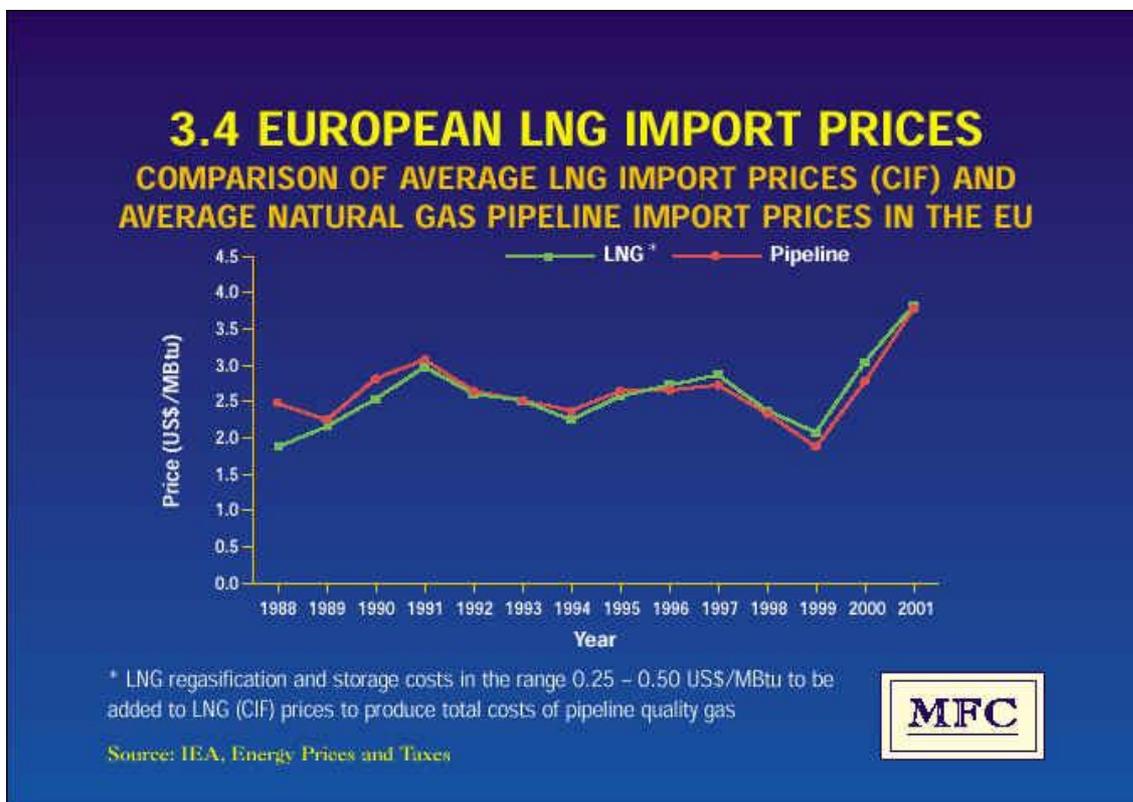


Figure 25. Comparaison entre coûts d'importation

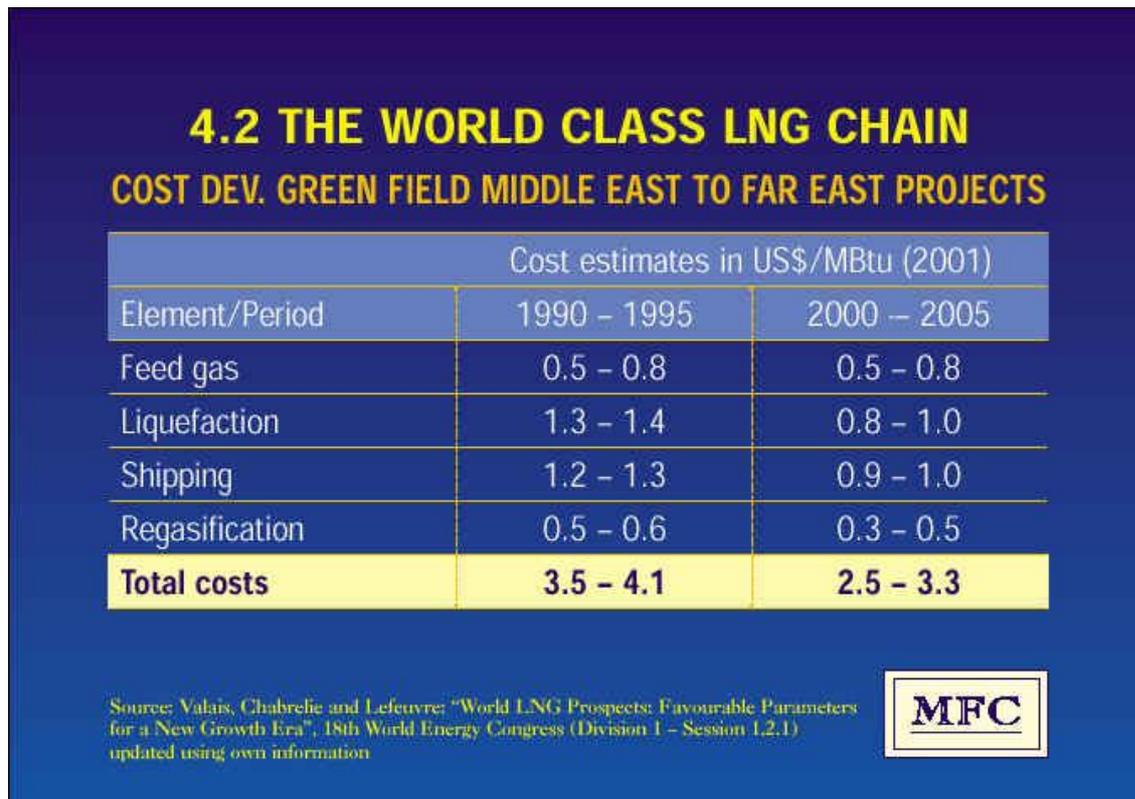


Figure 26. Coûts d'acquisition de GNL

b) Stratégie de SONATRACH

Pour assurer sa pérennité, SONATRACH doit sans cesse s'assurer des réserves d'hydrocarbures suffisantes et exploitables à des conditions commerciales et avoir un accès stable aux marchés de consommation.

Ce dernier point est crucial pour le gaz naturel dont les points d'entrée aux marchés sont contrôlés par des propriétaires et/ ou locataires des usines de regazéification et les pipelines d'importation.

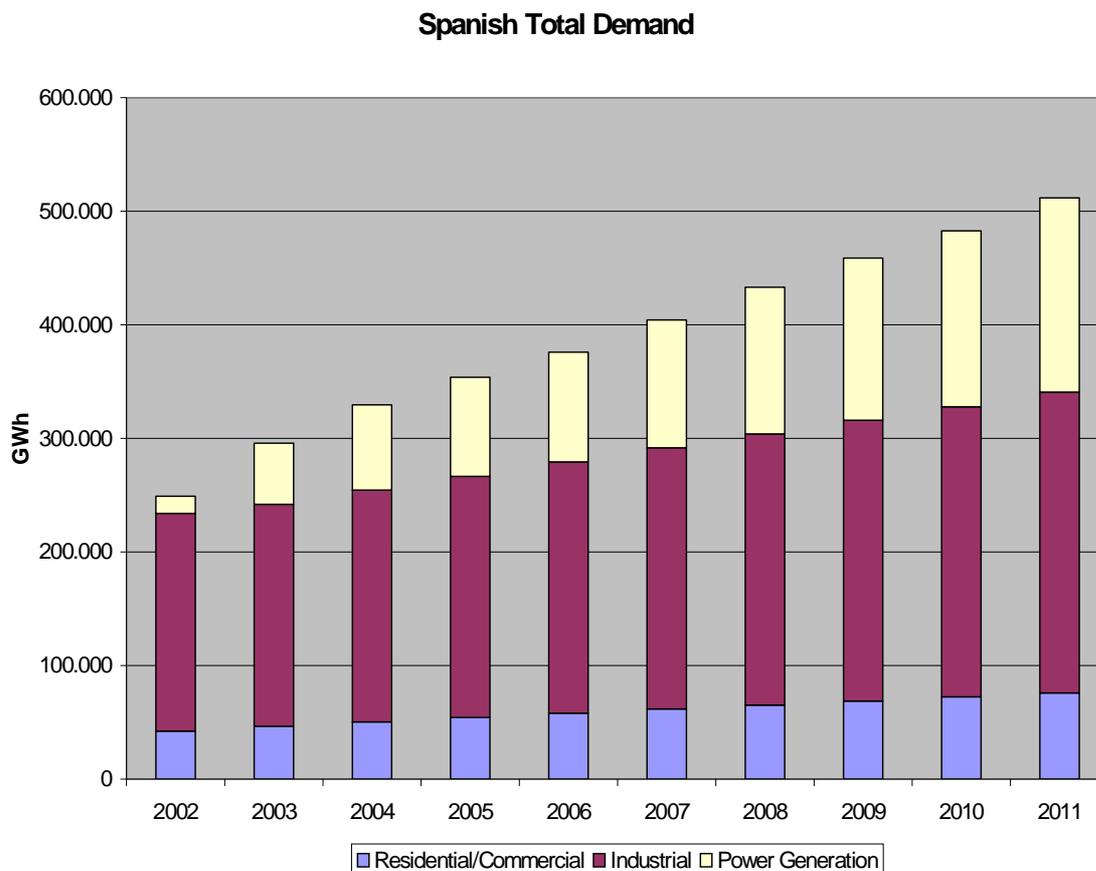
L'éloignement des zones de consommation nécessite l'appropriation de systèmes de transport compétitifs. La maîtrise des coûts est donc un facteur clé de succès nécessaire pour prétendre s'introduire sur des marchés porteurs comme celui de l'Espagne et l'Europe.

De ce fait, le MEDGAZ est considéré par SONATRACH comme un projet à enjeu stratégique dont la réussite est synonyme d'introduction en Europe de quantités supplémentaires en gaz sur le long terme, de maîtrise des coûts et de sécurité de ses exportations.

III.3. Les aspects du marché

La demande européenne en gaz s'est fortement accrue ces dix dernières années. Cette croissance de la consommation en gaz a surpassé les autres types d'énergie. Ce qui signifie que le gaz remplace progressivement les autres fuels conventionnels. La technologie et l'environnement sont les principales forces motrices de cette croissance.

La demande espagnole en gaz connaîtra une croissance annuelle moyenne de 4% à partir de 2006 (figure 27).



Source : Ministère de l'Economie Espagnol 2002

Figure 27. L'évolution de la demande de l'Espagne en Gaz

La stratégie espagnole de développement du système gazier a été établie par le Ministère espagnol de l'économie dans son document « Planning of the Electricity and Gas Sectors 2002-2011 ». Le système gazier espagnol doit être capable de couvrir les pics même en cas de panne de l'un des points d'entrée et être capable de soutenir la croissance de la demande. En vue de ce qui a été cité, la réalisation de nouvelles infrastructures, et l'extension des

infrastructures existantes sont dépendantes de l'évolution de la demande totale. Dans tous le cas de figure, les capacités d'entrée doivent atteindre les 60 milliards de mètre cube en 2007, les volumes assurés par MEDGAZ inclus. Ce qui signifie que le MEDGAZ fera face à une compétitivité forte avec les autres infrastructures.

III.4. Aspects technologiques

Les projets offshore existants et annoncés démontrent la faisabilité technique des projets de construction de pipelines dans des eaux de grande profondeur. Le pipeline Blue Stream en mer Noire est similaire au MEDGAZ en terme de longueur et de profondeur des eaux.

En conclusion, la technologie nécessaire pour la construction du MEDGAZ est disponible et prouvée.

III.5. Aspects économiques

Le MEDGAZ est un gazoduc direct, sans traverser un tiers pays, ce qui présente un impact bénéfique sur les coûts du transport.

L'observatoire Méditerranéen de l'Energie, dans leur rapport sur les options d'approvisionnement en gaz de l'union européenne, qui analyse la production, le transport et les coûts de transit de 33 projets d'approvisionnement en gaz de l'UE, présente le MEDGAZ comme le projet le plus favorable en termes de coûts de transport. D'autres analystes économiques arrivent à la même conclusion, présentant le MEDGAZ comme le fournisseur de gaz à l'Espagne le moins cher, plus compétitif que le gazoduc GME (Gazoduc Enrico Mattei).

III.6. Conclusions et priorités

La croissance attendue des marchés européens et en particulier le marché ibérique, nécessite un apport additif dans les années futures, qui doit provenir essentiellement de ces deux plus importants fournisseurs : l'Algérie et la Russie. En conséquence, de nouvelles liaisons doivent être construites pour assurer ces volumes additionnels.

Une liaison directe entre l'Algérie et l'Espagne peut fournir le gaz le plus compétitif au marché espagnol et offrir ainsi une connexion alternative en Europe du Sud et aussi des avantages en termes de modulation et sécurité d'approvisionnement.

La faisabilité technique de gazoduc dans des eaux très profondes est prouvée et des projets similaires sont rentrés même en exploitation.

En vue de tout ce qui a été dit, MEDGAZ est incorporé pour déterminer où, quand, comment et à quel coût le gaz finira chez le consommateur.

IV. La partie technique du projet

D'un point de vue technique, le maître d'ouvrage a optimisé le système dans sa totalité, ie en incluant la partie offshore mais aussi la partie on shore en Algérie et en Espagne. Le but du MEDGAZ est de développer la partie offshore. Sonatrach développera la partie algérienne. La société MEDGAZ assurera la partie espagnole mais souhaite la participation de ENAGAZ dans la réalisation de cette partie.

IV.1. La sélection d'itinéraire

L'étude marine menée par MEDGAZ en 2002 est la primordiale dans la sélection de l'itinéraire (figure 28). La route choisie fait une longueur de 197 KM avec un maximum de profondeur de 2155 m dans les zones abyssales. Les points de départ et d'arrivée de l'offshore est Béni Saf en Algérie et Ramblas de Los Morales en Espagne. Quatre zones géologiques seront traversées par le pipeline proposé.

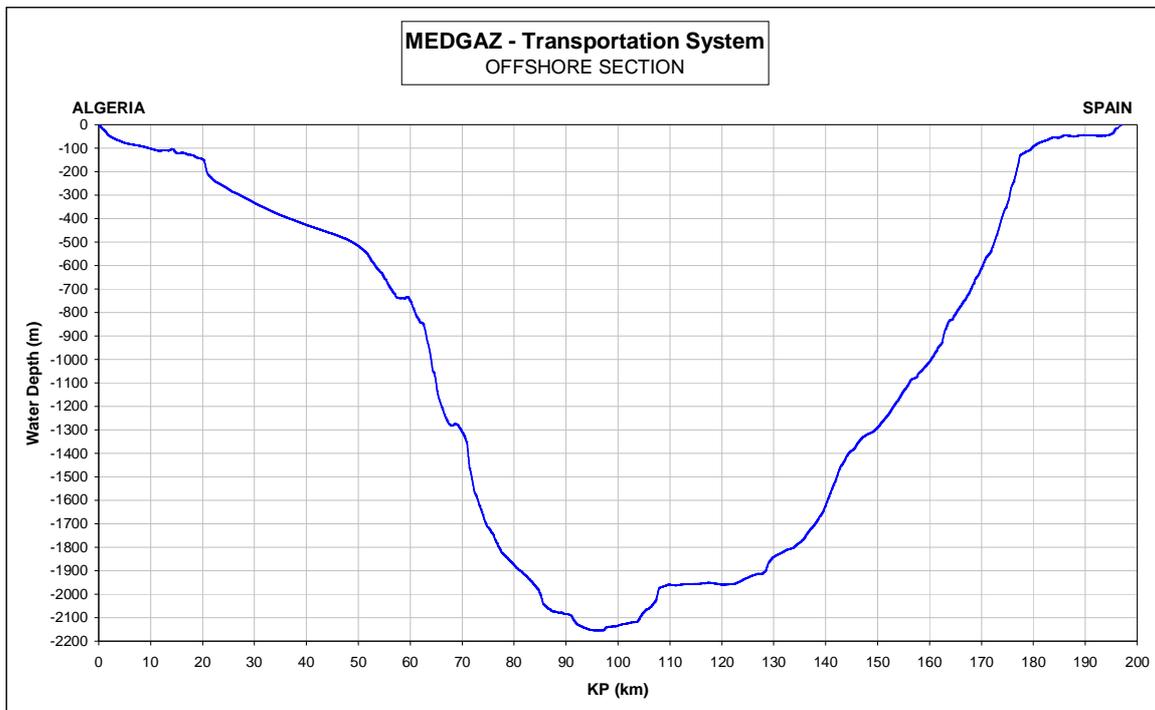


Figure 28. Section du système de transport du MEDGAZ

IV.2. Le dimensionnement du pipeline

La définition du pipeline et de ses dimensions est le résultat d'un processus d'optimisation (figure 29), où les configurations techniques de transport sont identifiées et ensuite comparées en terme de coût d'investissement et de coûts opératoires. Le résultat d'une évaluation des risques préliminaires fournit aussi une confirmation de la configuration proposée, cela concerne particulièrement le choix entre la configuration d'une ligne unique ou de multiples pipelines pour la partie offshore.

Les hypothèses de l'optimisation est un débit de 16 MM³/an avec une quantité initiale de 8 MM³/an. L'étude de sensibilité pour le cas de plus de 25 MM³/an a été exécutée.

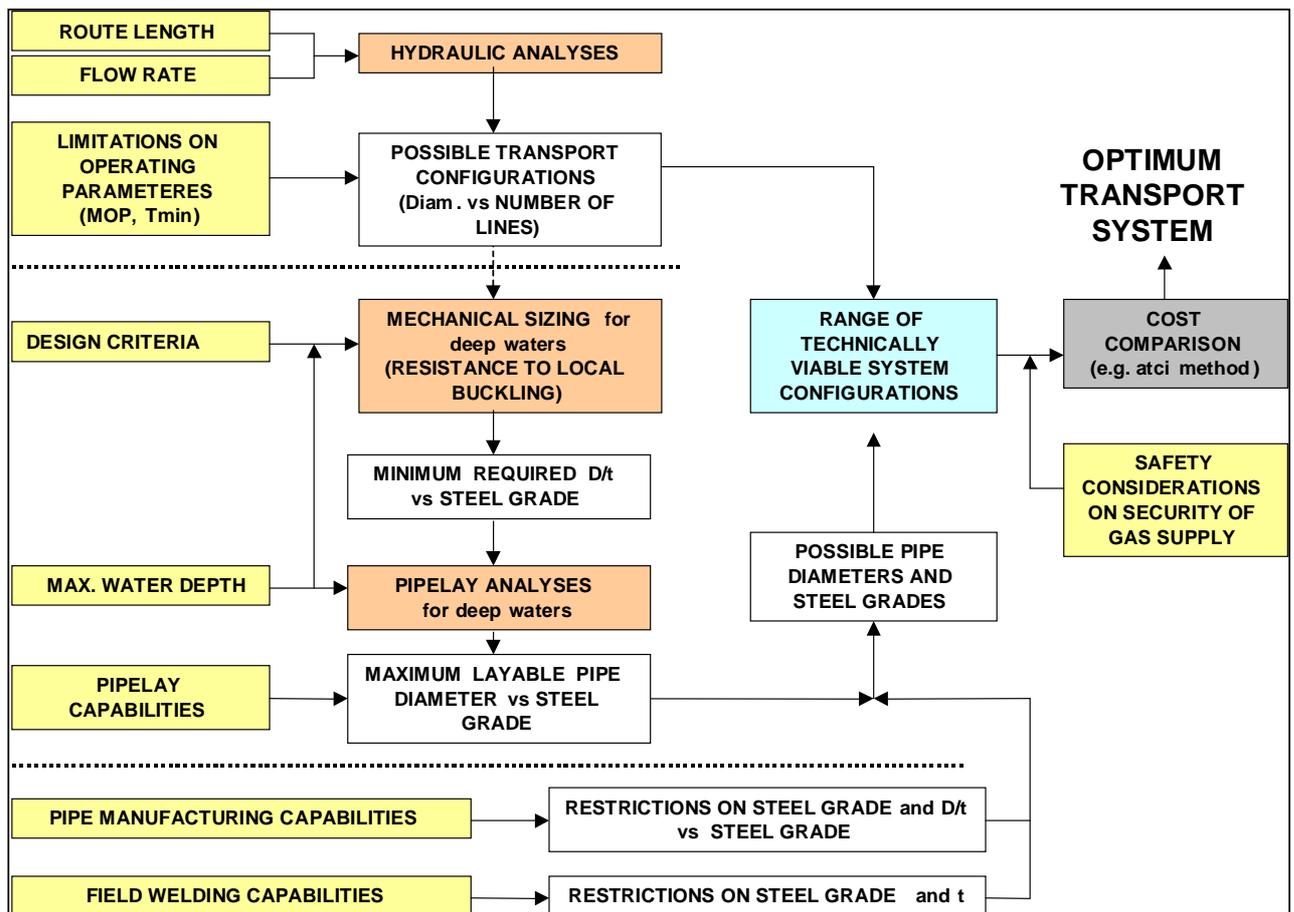


Figure 29. Processus d'optimisation du système de transport- Offshore Pipeline

Les contraintes liées aux capacités de fabrication, aux capacités d'installation et aux paramètres opératoires sont tenus en compte pour la définition de la solution technique.

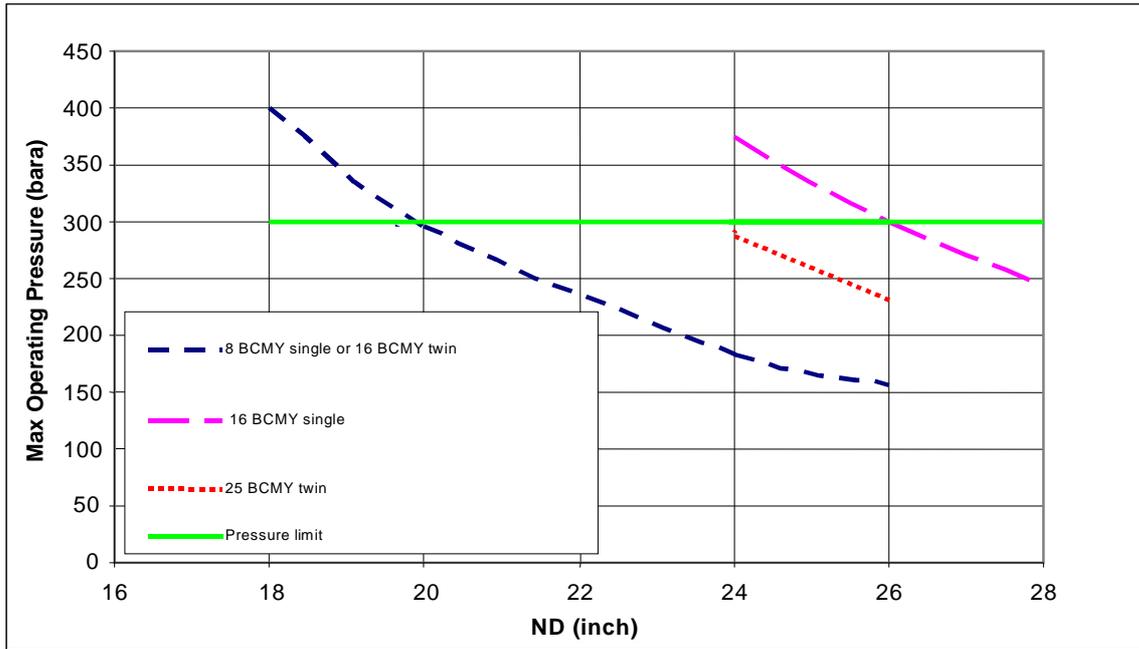


Figure 30. L'analyse de sensibilité – MAOP vs. Pipe Diameter

Des configurations de transport alternatives sont considérées dans l'analyse des coûts, rangées du système 28'' unique au système triple 20'' comme listés dans le tableau ci-dessous. Ces configurations reflètent l'expérience gagnée dans les projets antérieurs similaires et se réfèrent à l'état de l'art de la technologie disponible pour la construction et l'installation de ce type de lignes en de grandes profondeurs.

Target Flow Rate (BCMY)	Design Flow Rate (Sm ³ /h x 1000)	No.of Lines	OD (inch)	ID (mm)	Max Operating Pressure (bara)	Design Pressure (bara)	Pout (bara)	Tmin (°C)
16	2007.125	1	28	639.8	244.5	257	80	0
16	2007.125	2	26	594	156.9	165	75	4
16	2007.125	2	24	549	184.5	194	76	0
16	2007.125	2	22	503	230.5	242	89	0
16	2007.125	3	20	457.2	200.6	211	90	0
16	2007.125	1	26	594	299.4	314	88.9	0
16	2007.125	2	20	457.2	296.9	312	101	0



Based on 0.91 pipeline system load factor

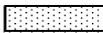
 **Alternatives of Technical Interest**

Tableau 10. Configurations de transport alternatives dressées dans la comparaison économique

On fait référence à deux techniques J-Lay et S-Lay pour l'installation du pipeline offshore. Cependant, pour les pipelines de faible diamètre (le cas du 20''), seule la technique du S-Lay est candidate pour toute profondeur, vu les potentialités prouvées de cette méthode.

Le coût d'investissement et les coûts opératoires pour chaque configuration sont pris en compte pour le calcul du coût indexé de transport actualisé (ATCI : Actualised Transport Cost Index) par mètre cube de gaz transporté ; basé sur cet index la solution économique optimale a été identifiée.

Les conclusions les plus importantes pour l'étude d'optimisation sont résumées comme suit :

- Les comparaisons de coût des différentes alternatives en termes de coût unitaire actualisé de gaz transporté sont présentées dans le graphique ci-dessous.

En tenant compte de la précision de l'analyse des coûts mise en œuvre pour l'étude d'optimisation, on conclut que pour les configurations de lignes multiples, et un volume de 16 MM3/an, le système double 24'' est celui qui produit le coût de transport unitaire le plus bas. La pression de base est de 194 bars pour cette configuration.

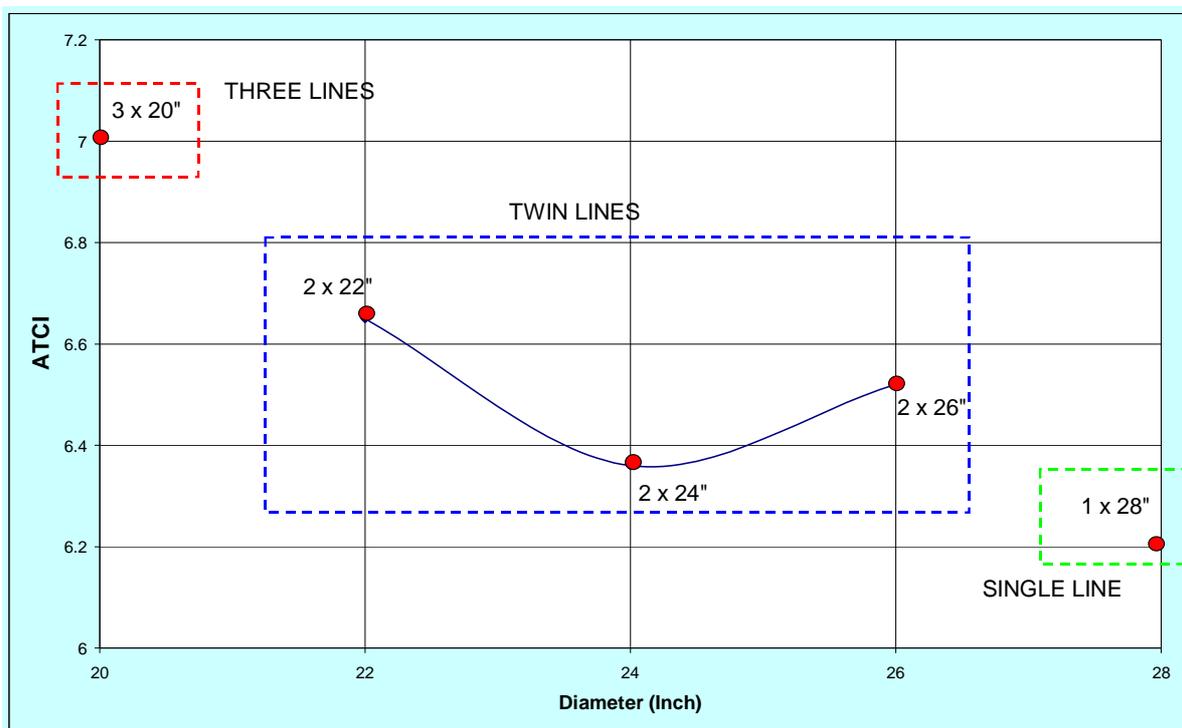


Figure 31. Comparaison économique des configurations – Offshore Section

-
- La configuration double 22'' se trouve moins attractive, dû à l'impact de la haute pression sur les coûts opératoires (gaz carburant des stations de compression).
 - La configuration double 20'' n'est pas considérée dans la comparaison des coûts. Ceci est dû essentiellement à la pression de décharge significative de Béni Saf, les grandes pertes de friction, les hautes pressions d'arrivée en Espagne. Cette configuration n'est pas considérée dans la comparaison du point de vue hydraulique.
 - Le système triple 20'', en conjonction avec la technique de pose S-Lay le long de la traversée de l'offshore est moins attractif économiquement que le système du double 24''.
 - Une autre configuration potentiellement intéressante du point de vue économique est le système 28'' unique à une pression de 257 bara. Ceci, cependant nécessite un upgrading des capacités de J-lay actuelles.
 - L'utilisation de l'acier X70 par rapport à l'acier X65 rapportera des bénéfices marginaux. En fait, les bénéfices en terme d'économie d'acier (approximativement 3-4% pour les eaux profondes) s'annulent presque par l'augmentation du coût de l'acier de X65 au X70 (estimé à 3-4%)

En conclusion, le système double 24'' est proposé pour la section offshore et pour un volume total de 16 MM3/AN (si la croissance du volume de 8 MM3/AN à 16 MM3/AN prend place dans les cinq années après l'entrée dans l'exploitation, il est préférable de poser un 24'' unique dans la phase initiale et de poser le second avant l'augmentation des volumes).

Les lignes uniques peuvent être considérées plus loin dans d'autres phases du projet en vue d'une économie de coûts potentielle. En particulier, la solution 28'' est proche de la technologie actuelle en terme de technique de pose, de production de pipe et nécessite ainsi quelques efforts d'upgrading et de qualification.

Le système double 24'' envisage une pression de design de 194 bars et un minimum de température opératoire le long du trajet de 0°C. La pression à l'arrivée en Espagne est de 75 bars permettant le transport d'un volume initial de 8 MM3/AN directement à Albacete sans le besoin de recourir à une station de compression sur la côte espagnole.

IV.3. Données technico-commerciales

Les volumes de base sont consignés dans le tableau 11 :

Années	An 1	An 2	An 4	An7	An 10	An 15
Débit en Mds m ³ /an	7.0	8.5	10.5	10.5	14.0	16.0

Tableau 11. Volumes de gaz à transporter

Pression design = 250 bars

Température maximale = 60° C

Température minimale = - 10° C

Code design = DnV OS F101 (3)

Grade acier X70 = SAWL 485 I DUF (4)

Epaisseurs tubes = 22,3 / 28,0 / 30,2 mm

IV.4. Campagnes de reconnaissance maritime

a) Réalisées en 2002 – 2003

- Inspection géophysique du corridor de pose ;
- Inspection environnementale et flore/faune marines des sections offshore et onshore côtés Algérie et Espagne ;
- Inspection géophysique près des côtes à 25m de profondeur isobathe ;
- Inspection onshore des points d'atterrage en Algérie et en Espagne.

b) Réalisées en 2004

- Inspection sismique haute résolution des points critiques du tracé pour mieux cerner les risques géologiques ;
- Inspections bathymétrique, environnementale, visuelle et mesures magnétiques ;
- Campagne d'échantillonnage du sol pour une meilleure caractérisation du fond marin.

IV.5. Choix du corridor de pose

Les informations fournies par ces campagnes d'inspection ont permis de sélectionner le tracé définitif des pipes qui obéit aux critères suivants :

- Minimiser les impacts environnementaux ;

- Minimiser la longueur et les bifurcations du tracé ;
- Eviter les obstacles naturels pouvant exister au passage des pipes ;
- Eviter les zones à risques géologiques et géotechniques ;
- Minimiser le nombre de croisements ;
- Pouvoir assurer la pose du pipe en S et/ou en J par les navires spécialisés ;
- Minimiser les passages en positions suspendues pour les pipes ;
- Eviter les zones instables susceptibles d'occasionner des glissements de pipes en phase d'exploitation.

IV.6. Caractéristiques du tracé retenu

Les caractéristiques du tracé retenu et qui est illustré dans la figure 32 sont :

- Longueur du tracé offshore 197, 65 km ;
- Profondeur marine maximale 2155 m (49% > 1000 m) ;
- 17 courbures de tracé ;
- 5 croisements de câbles téléphoniques (tous > 1000 m de profondeur) ;
- 1 faille géologique au PK 74 : La Faille de Yusuf ;
- Zone critique PK 71 – PK 77 : Fortes pentes à 14 degrés ;
- Sur 95% environ du tracé: Pentés inférieures à 4 degrés.

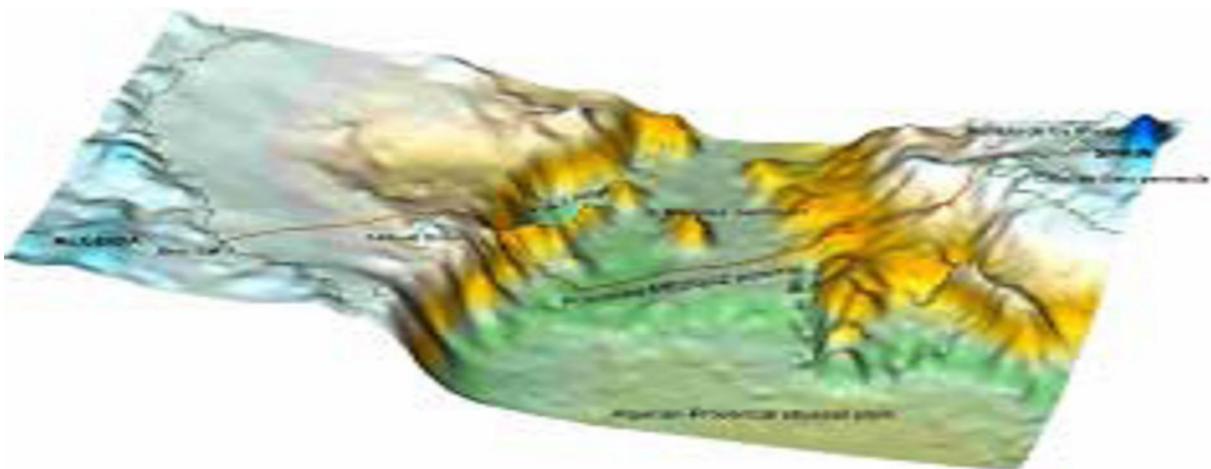


Figure 32. Tracé retenu du Medgaz

IV.7. Campagne géotechnique

En 2002, une étude géomorphologique et une étude de risques géologiques ont donné des résultats qui ont permis de repérer les zones critiques du tracé en vue de réaliser des sondages carottés.

En 2003, une investigation géotechnique plus poussée a permis de réaliser un échantillonnage et des tests in-situ sur plus de 130 points le long du tracé des futurs pipelines. Le travail a consisté, notamment, en:

- Prise d'échantillons par carottage à piston ;
- Tests par cône de pénétration ;
- Tests sismiques par cône de pénétration ;
- Essais au scissomètre in-situ ;
- Tests T-bar (fer en T) ;
- Courbe des températures d'eau et tests chimiques en laboratoire ;
- Tests avancés en labo incluant essais statiques et cycliques au cisaillement et datation.

IV.8. Evaluation des risques géologiques

Basée sur les résultats des différentes campagnes maritimes, offshore et nearshore, une évaluation des risques géologiques du tracé a été établie.

Ce travail comprend:

- Une évaluation des risques sismiques
- Une analyse des réponses aux conditions de contrainte et de stress
- Les plans cartographiques sur la stabilité des terrains

IV.9. Stabilité des terrains

- Le niveau de confiance vis-à-vis du tracé sélectionné a été rehaussé par les derniers résultats des différentes études de sols et, notamment, ceux du modèle sismographique qui ont été pris en compte pour l'évaluation de la stabilité des terrains (figure 33).
- Les paramètres de calcul de l'étude ont bénéficié aussi des résultats des différentes campagnes maritimes et de l'adoption d'un profil de tracé plus fiable.
- Les pentes critiques du tracé sont stables dans des conditions statiques et sismiques sur des périodes de récurrence de 200 et 400 ans.

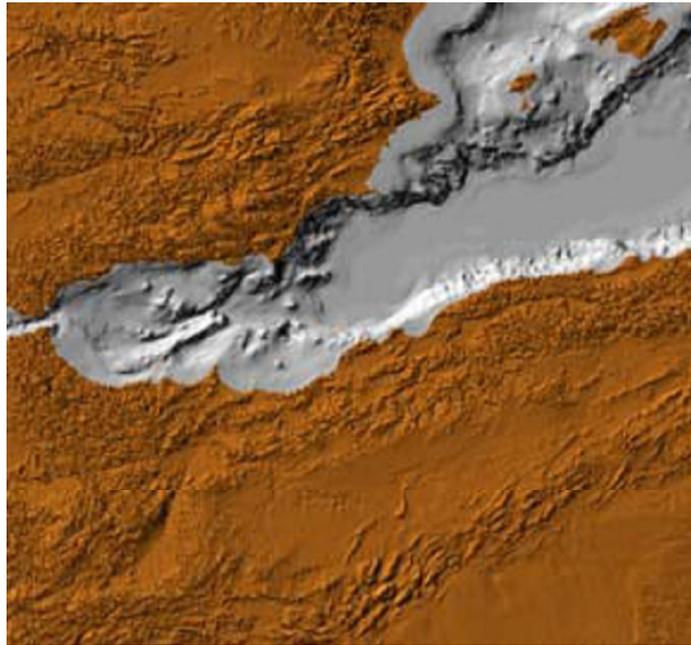


Figure 33. Terrains analysés

IV.10. Analyse de la pose du pipeline

Des analyses très poussées de la pose du pipe sous-marin, tant en phase statique qu'en phase dynamique, ont été effectuées en vue de définir les caractéristiques techniques des moyens et des produits. Il a été tenu compte des dommages pouvant être occasionnés par la fatigue normale du matériel et par ceux induits par les vibrations dues aux turbulences aquatiques sur la longueur de tube suspendu en caténaire depuis le bateau de pose.

Les études ont conclu que la pose des pipelines est réalisable par les vaisseaux en service, utilisant aussi bien les méthodes en S qu'en J.

IV.11. Challenges techniques

Les challenges techniques suivants ont été analysés, tenant compte de l'expansion thermique au départ du tube d'Algérie:

- Les conditions maximales de design de 60°C de température et de 250 bars de pression entraînent d'importantes forces axiales sur la paroi du tube. Les solutions pour remédier à cette situation demanderont soit d'ensouiller et d'ancrer le tube, soit de poser le tube en ligne courbe.

-
- L'utilisation du grade d'acier SAWL 485 I DUF (X70) pour la fabrication du tube avec des tolérances sévères < 1% sur l'ovalité du tube.
 - Le procédé de fabrication par la méthode UOE (forme en U) avec un coefficient de diminution de contrainte limité à 0,9.

IV.12. Challenges environnementaux

A cet égard, les dispositions suivantes seront mises en place:

- Minimiser les problèmes d'environnement durant la construction, et pour cela deux courtes sections onshore de 24 pouces avec tubulures de raccordement vers l'offshore seront installées côtés Algérie et Espagne durant la phase 1 de la construction. Ainsi, lorsque le second pipeline offshore sera posé, il n'y aura plus de chantiers onshore des deux côtés Algérie et Espagne.
- La largeur du corridor offshore est minimisée mais tout en prévoyant un espace suffisant pour la pose de la future deuxième ligne.
- Le programme de travail est aménagé de manière à éviter tout chantier de pose durant l'été près des côtes et des zones de plage.
- Les travaux de tranchées sont minimisés de manière à réduire les perturbations du fond marin.

IV.13. Design de base et équipements de BSCS (Station de Compression Onshore Algérie – figure 34)

Pour les caractéristiques de la station de compression de Béni-Saf, on retient ce qui suit :

- Pression d'entrée à la station de compression de Béni Saf (BSCS) : 45 bars
- Capacité de la phase 1 avec 1 pipe offshore en service : 10,5 milliards de m³/an avec :
 - 5 turbo-compresseurs en service : 3 HP (haute pression) + 2 BP (basse pression)
 - Puissance requise/unité : 18 MW (mégawatts)
 - Pression de refoulement requise : 235 bars
- Capacité de BSCS avec la future phase 2 soit 2 pipes offshore en service : 16 milliards de m³/an avec
 - 5 turbo-compresseurs en service : 3 HP (haute pression) et 2 BP (basse pression)
 - Puissance requise par compresseur : 24 MW
 - Pression de refoulement requise : 193 bars ;
 - Nécessité de réétager les compresseurs pour augmenter la capacité de BSCS pour 2 pipelines ;

- La pression maximale de refoulement de la station de Béni Saf sera de 235 bars



Figure 34. Architecture de la station de compression de Béni Saf BSCS

Les équipements de la station de compression de Béni-Saf sont :

- Filtres à gaz
- Comptage automatique du gaz
- 4 turbo-compresseurs BP (basse pression) dont 1 en réserve
- 3 turbo-compresseurs HP (haute pression) dont 1 en réserve
- Les sept turbo-compresseurs seront du type aérodérivé, haute efficacité, de 30 mégawatts ISO (International Standard Organization)
- Système de détection de fuites de gaz
- Salle de contrôle de Medgaz pour la station
- Salle de contrôle de Sonatrach pour le terminal

IV.14. Design de base et équipements de OPRT (Terminal de Réception Onshore Espagne – Figure 35)

- Pression arrivée du gaz à OPRT : 75 à 80 bars
- Température minimale d'arrivée du gaz à OPRT Almería: -9°C
- Energie nécessaire pour le réchauffage du gaz :
 - 0 MW en exploitation normale et stable
 - Jusqu'à 6,3 MW en débits de pointe et maximum
 - 12, 6 MW au démarrage ou pour les vidanges de pipe
- Pression à fournir au réseau onshore espagnol : de distribution :75 bars

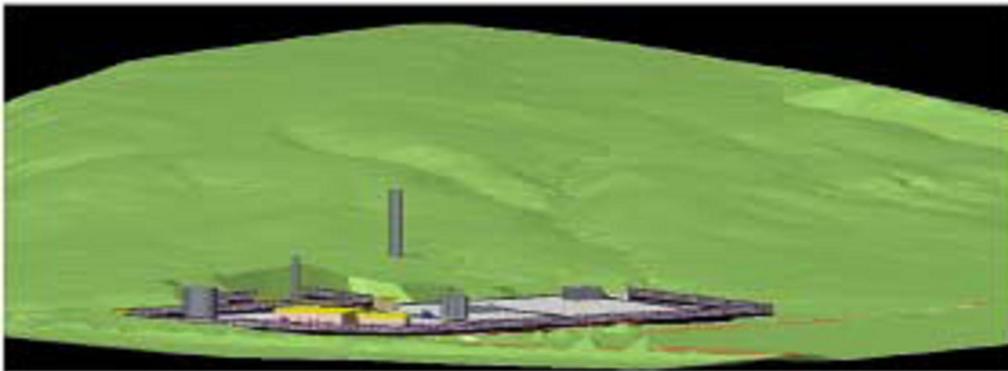


Figure 35. Visualisation du terminal de réception OPRT

Les équipements du terminal de réception sont :

- Système de détection de fuites de gaz
- Filtres à gaz
- Réchauffeur de gaz
- Système de régulation de la pression du gaz
- Salle de contrôle du Terminal de réception de gaz à Almería

IV.15. Conclusions

- Le tracé du pipeline a été sélectionné sur la base des résultats des campagnes géophysique et géotechnique d'envergure incluant une évaluation rigoureuse des risques géologiques.
- D'autres campagnes de technologie plus pointue sont en cours d'achèvement.
- Les récentes avancées dans les techniques de pose et de réparation des pipelines sous-marins ont démontré la faisabilité de la construction, de l'exploitation et de la maintenance du pipeline en eaux profondes.
- L'étude de ce projet a été développée de manière à pouvoir utiliser, pour sa réalisation, les deux types de navires de pose en service : méthode en S et/ou méthode en J.

V. Analyse économique

Cette partie définit les résultats de l'évaluation économique basés sur les informations en notre possession à cette date. Cette analyse se focalise sur la portion offshore du projet. Le but recherché est de calculer le tarif du million de BTU de gaz transporté par le pipeline.

V.1. Etude de base

a) Définition du taux de rentabilité (TRI)

Les actionnaires du projet MEDGAZ assument la définition suivante du taux de rentabilité :

Le taux de rendement interne (TRI) du projet est le taux d'intérêt pour laquelle la valeur actuelle nette (VAN) des cash-flows du projet est nulle.

Les cash-flows du projet est la somme de :

- + Résultats avants impôts, intérêt et amortissements, (EBITDA : Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortization)
- - Impôts,
- - Coûts de l'investissement (CAPEX : Capital expenditures).

Les cash-flows utilisés pour le calcul doivent être en monnaie courante (année 2007). Les calculs couvriront la période de construction suivie de 20 années d'opérations commerciales.

Aucune valeur résiduelle à la fin du projet ne sera prise en compte pour les calculs.

CF_i = Cash-Flow à la période i ;

Le TRI doit vérifier l'équation suivante :

$$VAN = \sum_{i=0}^n CF_i / (1+ TRI)^i = 0$$

b) Hypothèses de calcul

- TRI	12%, après impôts
- Durée de vie de l'actif	20 years
- Amortissement	Linéaire
- Valeur résiduelle	Nulle
- Impôts sur les résultats	35%
- Accroissement rate CAPEX, OPEX & Tarif	2%
- Inflation	2%
- Working Capital	12,5% of EBITDA

Les taux d'inflation et de croissance sont supposés être constant tout au long de la période de calcul. Les calculs sont exécutés en EURO.

Le tarif calculé est celui d'un Million de BTU de gaz transporté pour obtenir le TRI souhaité, ie un TRI de 12%.

c) Variables de l'analyse de sensibilité

Pour les besoins de l'analyse de sensibilité, on a considéré les variables et les cas suivants :

- Volume	+/- 10%
- CAPEX Pipeline	+/- 10%
- CAPEX Others	+/- 10%
- OPEX (coûts opératoires)	+/- 10%
- Durée d'amortissement du pipe	-5 years
- Durée d'amortissement autres	-5 years
- Residual Value	1 x EBITDA vs. valeur nulle

d) Le modèle de calcul

Un modèle est un outil permettant de projeter des données relatives à une activité en fonction d'un certain nombre de paramètres et d'hypothèses. Ces données peuvent être d'ordre financier (résultats, situation de trésorerie...) ou technique (satisfaction de la demande, indices de qualité, taux de rendement...).

Ces prises de décisions se font à partir de paramètres clefs. Ces paramètres clefs peuvent par exemple être des équilibres financiers, des taux de satisfaction, des taux de rendements... Les prises de décisions s'appuient sur ces paramètres clefs, pour lesquels une approche dynamique a été utilisée.

Le modèle doit être paramétrable et produire divers scénarios au sein d'un même modèle. Ce paramétrage évite de multiplier les modèles et donc les risques que les projections ne soient pas comparables à périmètre constant.

Pour assumer son rôle, un modèle fournit un certain nombre d'agrégats financiers à partir d'hypothèses de bases regroupées dans des modules. Les informations ainsi produites sont analysées à l'aide de ratios, et exploitées au travers d'analyses de sensibilité. L'ensemble de ces notions est traité dans les paragraphes ci-après.

Une feuille Excel a été élaborée pour les besoins de cette évaluation (figure 36).

					2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	SPAIN 1x24" Fiscal desfavorable	SPAIN 1x24" Fiscal desfavorable	TOTAL	200										
2	TECH. And ECO data													
3	Selling price volume 1(variable)	EUR/MBtu (EUR/MBtu/dia)/mes		0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
4	Selling price volume 2(fijo)	Qm3	320,0				8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
5	Volume 1	MEUR												
6	Volume 2	MEUR												
7	Other income	MEUR												
8	Capex 1	MEUR	105,0			42,0	42	21						
9	Capex 2	MEUR												
10	Gas purchase volume	Qm3	320,0						8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
11	Gas purchase price	EUR/MBtu												
12	Fix Opex	MEUR	62,0						1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
13	Variable Opex volume 1	EUR/Km3												
14	Variable Opex volume 2	EUR/Km3												
15	Residual Value (at end of economic calculation)													
16	Escalation rate CAPEX	After 2004	EUR	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
17	Escalation rate OPEX	After 2004	EUR	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
18	Escalation rate Purchase price	After 2004	EUR	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
19	Escalation rate Revenues	After 2004	EUR	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
20	Inflation (to deflate cash-flow)		EUR	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
21	FINANCING	reimb. Method : 2 (Int + cap cst)												
22	LT Loan	First reimb. : 2009												
23		reimb. on : 24												
24		semesters annual int. rate												
25		% hard cost borrowed												
26		% soft cost borrowed												
27	Working Capital (% EBITDA)	DSRA (expressed in number of month of debt service)		12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
28	Short term Interest rate			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
29	% shareholder cash-in as share capital	Capitalised until : 2009												
30	Interest rate shareholder loan													
31	LEGAL Reserves	Max (% Share cap.) : 20%	% Net Result											
32	TAX	VAT (% sales/capex/opex)	Rate											
33	Royalties	Carry : 10 year(s)	Rate											
34	Income tax		Rate	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%	35,0%
35	AMORTIZATION	fiscal	social											
36	(linear)	From years	From years											
37	Capex 1	2009	2009	20										
38	Capex 2	2009	2009	20										
39	Int. cap.	2009	2009	20										

Figure 36. Le modèle Excel d'évaluation du MEDGAZ

V.2. Section Offshore

a) Analyse économique des différents scénarios

Trois scénarios de pipeline ont été identifiés :

- Scénario 1 : 1 pipe de 24’’
- Scénario 2 : 2 pipes de 24’’ construits en même temps
- Scénario 3 : 2 pipes de 24’’ construits en deux temps

Pour les trois scénarios ci-dessus mentionnés, les coûts d’investissement et les coûts opératoires sont consignés dans le tableau qui suit :

Scenario	Lines	Phase	BCM/Yr.	Starting from	CAPEX (Million Euros)	CAPEX TOTAL (Million Euros)	OPEX/Yr. (Million Euros)
1	1x24"	I	8	2007	562,64		18,66
		II	10	2011	+ 28,82	591,46	23,40
2	2x24"	I	7	2007	675,10		14,75
		II	10,5	2010	+ 58,32		22,84
		III	14-16	2014	+192,68	926,10	30,45-35,55
3	1+1x24"	I	7	2007	542,64		14,09
		II	10,5	2010	+ 58,32		22,84
		III	14-16	2014	+ 410,60	1011,56	30,45-36,34

Notes: Incremental investment needed to achieve the target for each phase is shown under CAPEX
Gross OPEX/year include fuel costs and Medgaz overhead

Tableau 12. Données des différents scénarios

Le scénario 1 pipe de 26’’ n’est pas pris en compte dans nos calculs, en raison de l’incertitude et les risques qui lui sont associés, pour la simple raison que les constructeurs n’ont aucune expérience dans la pose de ce type de pipeline dans des eaux profondes.

Les résultats obtenus de l’évaluation économique des trois scénarios sont renseignés dans le tableau 13.

En vue des résultats obtenus et assumant les prévisions des volumes de gaz à commercialiser dans le cadre du projet MEDGAZ, il ressort que le scénario 3 (1+1 24’’) est la meilleure option. Cette option nous assure le tarif de transport le plus bas, avec 0.450 EURO/MM) qui se répercutera sur le prix du gaz algérien sur les marchés européens, qui deviendra plus compétitif.

Scenario	Volumes (bcma)					Tariff* (€/MMBtu)	NPV (8%) Million €
	2007	2012	2013	2015	2020		
1 1 x 24"	8	10	10	10	10	0,436	198
2 2 x 24"	7	10,5	10,5	14	16	0,486	284
3 1+1 x 24"	7	10,5	10,5	14	16	0,450	232

* IRR @ 12% (IRR definition as agreed by AC)

Tableau 13. Résultats de l'évaluation des trios scenarios

b) Analyses de sensibilités

Les analyses de sensibilités sont exécutées pour le scénario 3, qui s'est avéré l'option préférable du point de vue, commercial, économique et technique. Les résultats affichés dans le tableau 14 ci-dessous montrent les variations du tarif de transport du million de MBTU en EURO.

Sensitivities

IRR @ 12%

Scenario 1 x 24" up to 10 bcma

Volume	+10%	-0,041 €/MBtu
	-10%	+0,050 €/MBtu
Capex Pipe	+10%	+0,024 €/MBtu
	-10%	-0,024 €/MBtu
Capex Others	+10%	+0,015 €/MBtu
	-10%	-0,015 €/MBtu
Opex	+10%	+0,006 €/MBtu
	-10%	-0,005 €/MBtu
Depreciation Pipe	-5 years	-0,008 €/MBtu
Depreciation Others	-5 years	-0,004 €/MBtu
Residual Value	+1 x EBITDA	-0 €/MBtu

Tableau 14. Résultats de l'analyse de sensibilité

Les variables qui ont le plus d'impact sur les variations du tarif de transport du gaz sont essentiellement les Capex et les volumes à transporter. Une attention particulière sera portée au coût de l'investissement, vu que le contrôle de la deuxième variable est possible par une

meilleure politique commerciale de la SONATRACH et des protocoles d'accord intergouvernementaux.

V.3. Conclusion

Les études menées à l'étape de définition du projet MEDGAZ ont fait ressortir les points suivants :

- Projet singulier aux plans technologie et investissement.
- Meilleure sécurité d'approvisionnement de l'Espagne et de l'Europe.
- Voie la plus économique de livraison de gaz à l'Espagne et à l'Europe.
- Promotion de la concurrence dans les marchés espagnol et européen.
- Approuvé comme projet d'intérêt prioritaire aux réseaux transeuropéens du secteur de l'énergie (Décision 1229/2003/CE).
- Les gouvernements espagnol et algérien se sont mis d'accord pour que la classification du projet MEDGAZ soit considérée dans la catégorie A.

Le projet MEDGAZ est un projet complexe, de taille importante et à rentabilité contrôlée. Pour cela, l'atteinte des objectifs du projet à savoir, le coût, les délais et les performances techniques est essentielle. Pour ce faire, un management des risques du projet, partie intégrante du management du projet, ne doit pas se restreindre à des choix en série de décisions partielles, mais une politique intégrée à la stratégie de l'entreprise.

Passons à présent à l'approche méthodologique proposée à la conception d'un cadre systématique d'analyse des risques continue et intégrée que nous appliquerons sur le projet MEDGAZ.

VI. Application de la démarche d'analyse des risques sur le MEDGAZ

VI.1. L'initiation

On commence par la première phase qui est celle de l'initiation.

Les objectifs des processus de planification doivent répondre à trois critères fondamentaux:

- le projet doit être accompli dans les délais;
- le projet doit être accomplis dans les limites du coût budgété;
- le projet doit répondre aux exigences prescrites de qualité.

En plus des détails présentés dans les sections précédentes sur le projet, un échéancier (planning) du projet a été établi (figure 37) et un découpage des travaux du projet (WBS : Work Breakdown Structure, voir figure 38) a été réalisé afin de pouvoir identifier les risques qui peuvent avoir un impact négatif sur le budget du projet et sur ses délais.

Le plan de management des risques est présenté à l'annexe A.

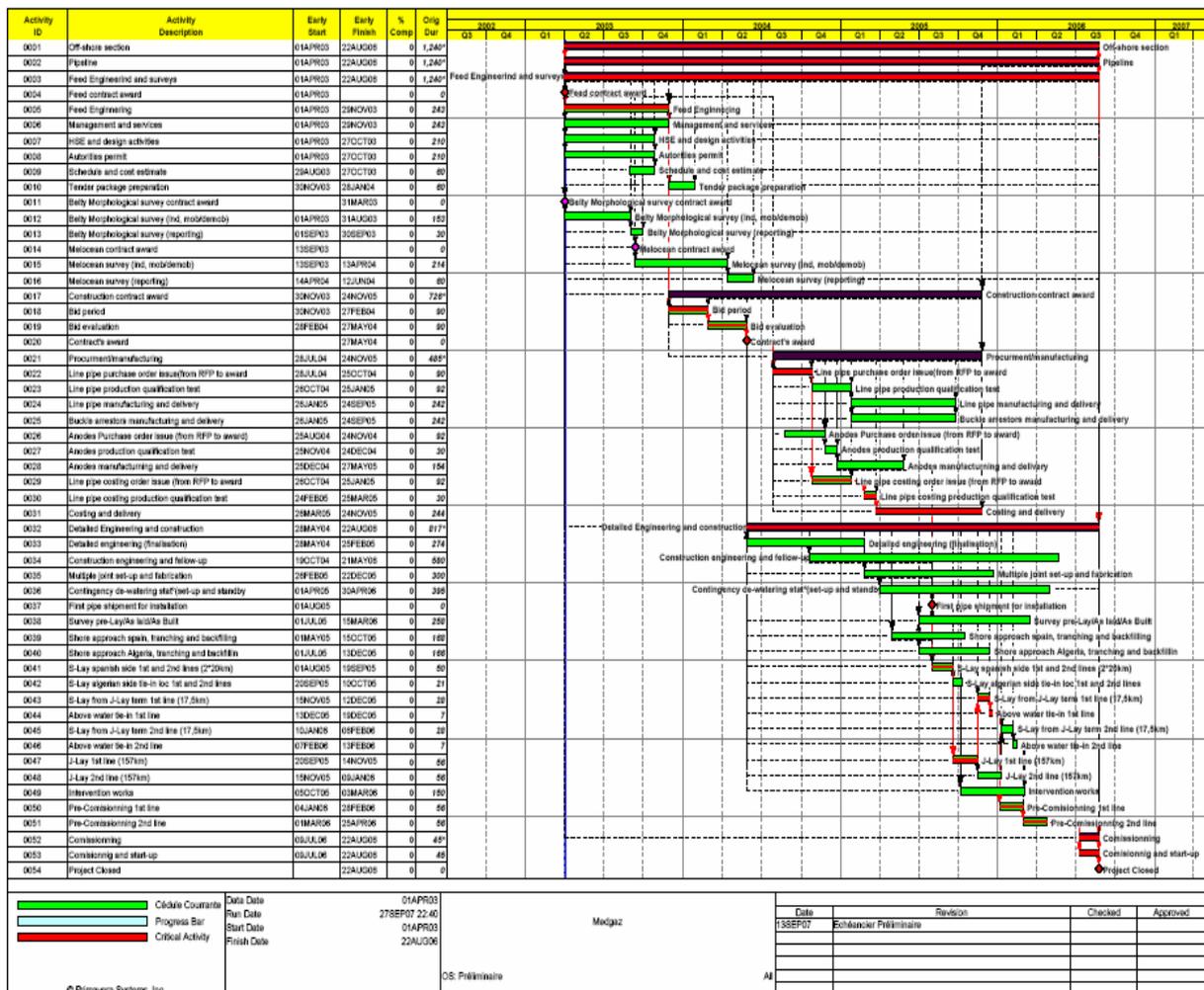


Figure 37. Diagramme de Gantt du projet MEDGAZ

Le WBS (Work breakdown structures) est un découpage des livrables du projet en éléments qui organisent et définissent le total des travaux. Chaque niveau qu'il contient est composé de blocs et passer d'un niveau à un autre inférieur représente plus de détail dans la définition des travaux.

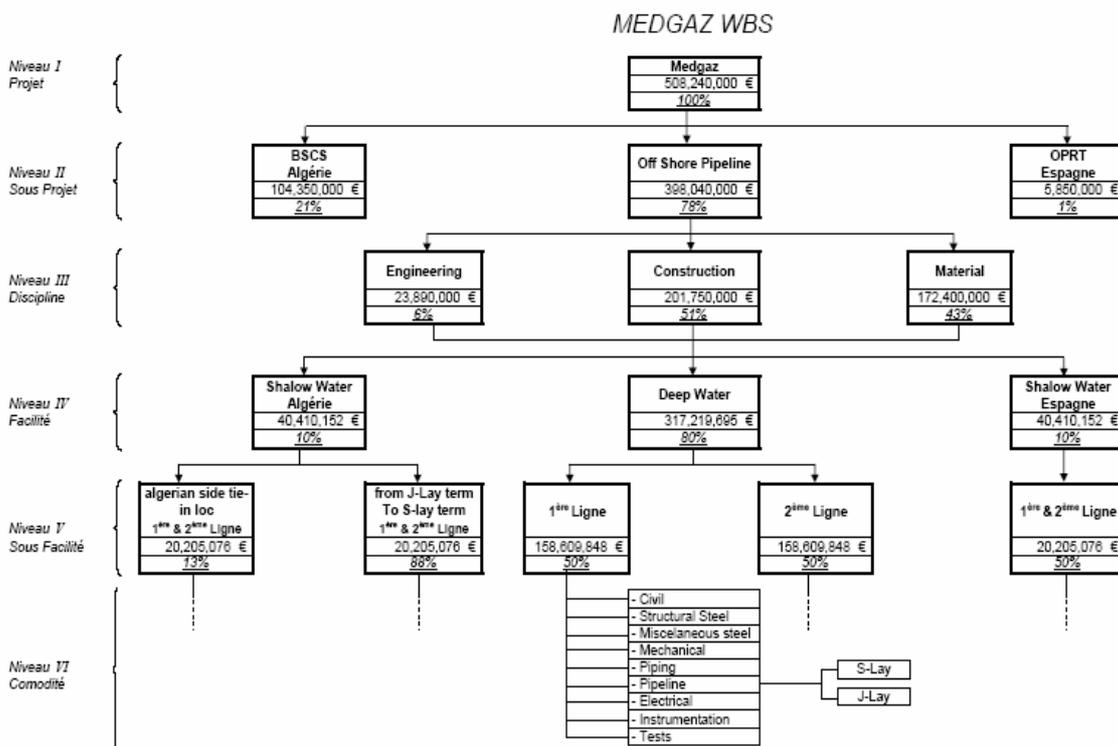


Figure 38. WBS du projet MEDGAZ

VI.2. Résultats de l'identification des risques

La première action à mener est la constitution d'un groupe d'analyse des risques. Ce groupe doit être composé de personnes familières avec le projet et ses éléments principaux à savoir les éléments de coûts de base du projet et les délais associés. Une actualisation des informations s'avère nécessaire. La deuxième étape est d'organiser des workshops dans lesquels les problèmes critiques puissent être abordés et par conséquent stimuler la prise de décision du management. De nombreuses actions doivent être entreprises pour la préparation du processus d'analyse des risques.

Les missions principales de ce pré-workshop sont les suivantes :

- Identifier les membres à participer dans les workshops ;
- Mettre à jour les informations à notre disposition concernant le projet MEDGAZ ;
- Rappeler les objectifs principaux du projet à savoir le coût et les délais ;
- Déterminer l'état d'avancement du projet ;
- Identifier les risques majeurs pouvant avoir un impact négatif sur les objectifs du projet.

Une réunion a été tenue avec la participation de certains experts qu'on a pu accrocher, de chefs de projets dans le domaine de transport des hydrocarbures au niveau de la SONATRACH et aussi d'autres responsables du projet MEDGAZ, issus des autres parties actionnaires du projet. On leur a expliqué l'objet de ce pré-workshop et les résultats attendus. On a mis l'accent sur l'importance de respecter les délais dans l'exécution des travaux et l'impact négatif des retards sur les performances du projet. Aussi, on a souligné le plus gros risque à éviter est celui du dépassement du budget alloué au projet. Une liste des risques capables d'avoir un impact négatif sur le projet a été dressée (voir tableau 15). Ces risques identifiés sont préalablement renseignés avant leurs évaluations sur leurs conséquences, leurs causes, leurs probabilités d'occurrence et leurs impacts.

A Risques de planning et de sélection
1. Planning de projet inadéquat
2. Système de livraison inapproprié ou inefficace
3. Processus du contrat inapproprié ou inadéquat
4. Système de tarification inadéquat
5. Sélection de l'équipe de projet
7. Sélection du sous traitant et des fournisseur
B. Risques Financiers
1. Insolvabilité des participants majeurs
2. Faillite du participant majeur
3. Risques de financement
4. Pertes ou dommages encourus par les tierces parties
5. Contraintes réglementaires
6. Changements des taux d'intérêt (risque-crédit)
7. Insolvabilité de l'assureur, le prêteur ou le cautionneur
8. Coûts des équipements et de la main d'œuvre
9. Volatilité des bénéfices
10. Fluctuation de monnaie d'échange
C. Risques contractuels
1. Contrats illégaux: Accords en violation de la loi et des règlements;
2. Ambiguïtés et malentendus dans le processus de formation du contrat
3. Application des arbitrages internationaux
4. Refus des contractants ç honorer leurs engagements
5. Garanties

6. Clauses de liquidation
7. Accords salariaux
8. Détermination des responsabilités
D. Risques organisationnels
1. Organisation corporate inadéquate
6. Joint venture mal conçu
7. Programme de sécurité inadéquat : Responsabilité criminelle et civile
8. Procédures de management de la qualité inadéquates
9. Contrôle interne inadéquat
10. Changement dans l'actionnariat de la joint venture
E. Site Risks;
1. Site availability: Failure to obtain ownership, easement or right-of-way.;
2. Zoning and land use regulation.;
3. Limitations on access: Remote sites and problems with government approvals.;
4. Underground utilities.;
5. Poor soils.;
6. Poor drainage.;
7. Congestion.;
8. Underground water. ;
9. Security problems.;
10. Inadequate site investigation.;
11. Insufficient time or access to perform adequate investigation.;
12. Site investigation impracticable or impossible.;
13. Latent conditions in existing construction.;
14. Lack of readily available power and/or other utilities.;
15. Navigable waterways: Application of admiralty law to construction projects.;
F. Risques de Ressources
1. Indisponibilité de la main d'œuvre
2. Grèves et troubles salariaux
3. Supervision et management inadéquats ou inefficaces
4. Blessures des employés
5. Injury to non-employee workers.;
6. Insuffisance de matériels ou endommagement du matériel stocké
7. Disponibilité des équipements
G. Risques environnementaux
1. Asbestos.;
2. Underground storage tanks.;
3. Lead paint. ;
4. Contaminated soils.;
5. Wetlands.;
6. Projects in coastal zone areas.;
7. Brownfields.;
8. Endangered species.;
9. Sedimentation & storm water runoff.;
10. Disposal of construction waste.;
11. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and other hazardous materials.;
12. Importation by construction team of hazardous materials.;
13. Growing risks from indoor pollution.;

14. Environmental remediation contracts.;
15. Native American remains.;
H. Risques technologiques
1. Unwillingness to different softw
2. Novel or unproven designs.;
3. Incorporation of new products or new uses of existing products.;
4. Complex building materials: Compatibility problems.;
5. Complex building materials: Constructability problems.;
6. Design professional's reliance on supplier information. ;
7. Systems performance requirements or guarantees.;
8. Patent liability.;
9. Copyright liability.;
10. Inadequate IT facilities.;
I. Risques de communication
1. Langages différents
2. Différences culturelles
3. Documents contractuels ambigus
5. Documents contractuels pauvres en coordination
6. Contrats ou étendues des travaux vagues, ambigus ou indéfinis
7. Documents contractuels qui ne décrivent pas fidèlement les exigences du projet
8. Confusion dans les responsabilités concernant les impôts et taxes
9. Coûts mal définis
10. Conflits entre les membres de l'équipe de projet
11. Communications tortueuses et risques de diffamations
J. Waiver Risks;
1. Waiver of right to terminate.;
2. Waiver in shop drawing approval process.;
3. Waiver through acceptance of defective work.;
4. Waiver of impact costs.;
5. Waiver of insurance rights.;
6. Waiver of claims through the execution of change order release language.;
7. Waiver in course of executing settlement agreements.;
8. Waiver of completion date.;
9. Waiver of written change order requirements.;
10. Waiver of notice requirements.;
11. Waiver in the bid process.;
12. Waiver of cost guarantees.;
13. Waiver of exculpatory provisions.;
K. Expectation Risks;
1. Owner's reliance upon inaccurate cost estimates.;
2. Unanticipated site conditions.;
3. Contractor's failure to accurately cost the work.;
4. Unusually high performance or quality expectations.;
5. Expectation disagreements over quality:
6. Unreasonable completion schedule.;
7. Failure of recoverable damages to meet injured party's expectations.;
8. Unexpected recovery bars: Relatively short statutes of limitation and repose.;
9. Frustrated profit motive.;

10. Unrealistic risk allocations.;
11. Disappointed value engineering expectations.;
12. Unrealistic claim pricing: Establishing the existence and amount of loss.;
L. Risques de complétion (Planning des délais);
1. Retards dans les travaux
2. Retards dans les transmissions et les livraisons
3. Retards dans les réponses aux requêtes pour information ou interprétation
4. Retards simultanés
5. Réparation des dommages
6. Inspection et tests intempestifs
7. Multiples échecs de coordination
8. Retards des réponses aux changements dans le contenu des travaux
M. Risques de complétion (Coût)
1. Augmentation des coûts de la main d'œuvre, du matériel et des équipements
2. Changements volontaires du maître d'ouvrage
3. Changement involontaires dans le design du projet
4. Augmentation de la charge de travail
5. Conditions de travail inadéquates ou improductives
6. Moyens et méthodes de construction inefficaces
7. Problèmes dans la construction
N. Risques de complétion (Qualité)
1. Insuffisance ou inadéquation des plans et des spécifications
2. Spécifications de produits ou produits utilisés non appropriés
3. Construction défectueuse
4. Travail non conforme
5. Garanties non conformes
6. Echec dans l'atteinte des performances requises
7. Tests et inspection inadéquats
8. Marchandises défectueuses ou non conformes
O. Risques d'administration du projet
1. Procédures de sauvegarde et d'archivage inadéquates.
2. Procédure de communication inadéquate
3. Procédure de résolution des malentendus inadéquate
P. Risques de Force majeur
1. Conditions climatiques sévères
Q. Risques politiques
1. Guerre, terrorisme or hostilités.;
2. Grèves ou fermetures de sites industriels participant dans la construction
3. Changement dans les lois qui peuvent avoir un impact adverse sur le projet
4. Refus des gouvernements à donner les autorisations et les licences nécessaires
5. Expropriation.
6. Restrictions import/ export
7. Taxation internationale
R. Risques monétaires
1. Risques de transfert
2. Risques de dévaluation

Tableau 15. Liste des risques identifiés

Cette étape est finalisée par une fiche renseignée sur chaque risque selon le modèle présenté dans le chapitre 4 (voir Annexe A).

VI.3. Résultats de l'évaluation des risques

On va commencer à classer notre projet selon les trois critères définis par Delcano.

1/ Complexité

L'élaboration d'un questionnaire pour déterminer le niveau de complexité du projet MEDGAZ peut représenter une tâche dévoreuse de temps et d'efforts. C'est pour cela, à défaut d'un questionnaire, le projet peut être classifié en considérant la complexité directe et indirecte des facteurs composés des aspects environnementaux, les équipements, de la technologie, de l'organisation et des objectifs du projet, de l'information et de ces aspects culturels.

Le projet MEDGAZ peut être considéré comme projet à un niveau haut de complexité. La spécificité du projet, les équipements et la technologie utilisée, l'organisation multinationale et en multi phases du projet incluant plusieurs partenaires et l'intervention même des Etats dans la réalisation de ce projet, tous cet ensemble de facteurs ne peut qu'élever son degré de complexité à un niveau très haut.

2/ Taille

Comme l'organisation du projet MEDGAZ est de type joint-venture, où plusieurs partenaires de différentes nationalités sont sur le même projet, le capital de cette organisation est très difficile à déterminer. D'où, une classification du projet selon sa taille relative est quasiment impossible.

Par contre, le projet selon sa taille absolue est de type grand projet, puisque le coût de l'investissement, où le budget alloué à ce projet dépasse largement les 100 Millions de dollars américains.

3/ Maturité

Le projet MEDGAZ est un projet financé par un certain nombre de grandes compagnies pétrolières de renommée mondiale. Si à la SONATRACH, ce n'est que dans les dix dernières années, qu'on commence à introduire la notion de risques et d'incertitudes dans les projets, cela reste au niveau des évaluations économiques et un certain calcul probabiliste des indicateurs de rentabilité. Par contre, les partenaires de la SONATRACH dans cette affaire

acquièrent déjà un niveau de maturité très haut. Ce qui nous laisse à croire que le type d'organisation qu'a ce projet est d'un niveau de maturité de risque 3, donc niveau fort.

a) Recommandations sur les techniques d'analyse de risques pour MEDGAZ

Les techniques d'analyse de risques peuvent être choisies selon le projet, ses facteurs déterminants et le type d'analyses à exécuter (profitabilité, les délais, le coût, etc). Les principales techniques qualitatives d'analyse des risques sont listées et des recommandations sont fournies.

La classification appliquée au projet MEDGAZ, comme étant un projet de complexité forte, de taille large et d'un niveau de maturité haut, fait que le projet est situé selon la matrice de Del Cano (2002) dans la zone ME. Ensuite, basé sur la matrice des recommandations, les techniques d'analyse des risques suivantes concernant la zone ME sont souhaitées :

Les techniques qualitatives les plus fréquemment utilisées sont :

- Description des probabilités et impacts
- Analyse des hypothèses
- Tables de notation du couple risque impact-probabilité
- Classement des précisions des données.

Les techniques quantitatives les plus fréquemment utilisées sont :

- Analyses de sensibilité
- Simulations de Monte-Carlo ou la simulation Latin Hyper cube
- Diagrammes d'influence probabilistes.

Cependant, les deux approches qualitatives et quantitatives peuvent être sélectionnées et appliquées dans le cadre de notre étude de cas. La simulation de Monte-Carlo est une technique quantitative très recommandée et facile à mettre en œuvre. Cependant, l'indisponibilité d'informations riches et fiables conduit à une utilisation incomplète de cette simulation à cette étape particulière du projet. C'est parce que le but principal des techniques quantitatives est de fournir aux différents concernés du projet une opportunité de réflexion et de rendre l'incertitude aussi claire que possible, qu'il ne faut pas jamais idéaliser ces techniques. Ces dernières doivent être appliquées sérieusement et rigoureusement ; sinon, il est préférable de les éviter. Elles doivent être entreprises avec prudence et servir principalement comme outil de communication. Par conséquent, les

techniques qualitatives d'analyses de risques proposées sont les mieux appropriées et les plus recommandées à notre étude de cas.

b) Workshop

L'objectif du workshop est de réunir les représentants des différentes parties concernées par le projet et examiner les problèmes critiques qu'ils rencontrent au cours de leurs missions dans le cadre du projet et évaluer les risques potentiels que l'équipe d'analyse des risques a identifiés au cours du pré-workshop et basés sur les dernières mise à jour des informations concernant les coûts, les délais et l'étendue des travaux.

Notre intention était de réunir tous les participants en première étape et de diviser le groupe en deux groupes. Un groupe s'occupera de déterminer une estimation des risques délais et un autre groupe pour estimer les risques coûts.

Les membres participants à ce workshop sont :

- Représentant de chaque entreprise constituant la Société MEDGAZ ;
- Chef de projet ;
- Planificateurs délais et ressources ;
- Géophysiciens ;
- Mécaniciens ;
- Ingénieurs en génie civil ;
- Financiers ;
- Responsables Logistiques et approvisionnements ;
- Juristes ;
- Ingénieurs HSE ;
- Experts économistes et experts pétroliers ;
- Ingénieurs de design du pipeline.

Les discussions ont concerné les éléments suivants :

- Pose du pipeline offshore ;
- Station de compression de Béni-Saf (BSCS)
- Terminal de réception en Espagne (OPRT)

c) Contenus et résultats du workshop

La réussite du projet MEDGAZ doit supporter un risque faible à l'étape de sa construction et une fiabilité forte au niveau opérationnel. Ce qui rend nécessaire la compréhension et la quantification des différents risques et incertitudes inhérents à ce projet afin que le projet soit économiquement et techniquement viable.

Les débats ont tourné autour des différents éléments composant le pipeline offshore du MEDGAZ afin de:

- Estimer par le biais de la simulation de Monte-Carlo (Annexe B), le coût global du projet et avoir une idée beaucoup plus claire sur le profil risque coût du projet (voir figure 40) même si on avait pas en notre disposition toutes les informations concernant la WBS du projet ;
- Evaluer les délais de réalisation du projet à l'aide toujours de la simulation de Monte-Carlo et déterminer le profil du risque délais du projet (voir figure 39). La simulation a été exécutée à partir des diagrammes de GANTT que nous trouverons dans l'annexe C.

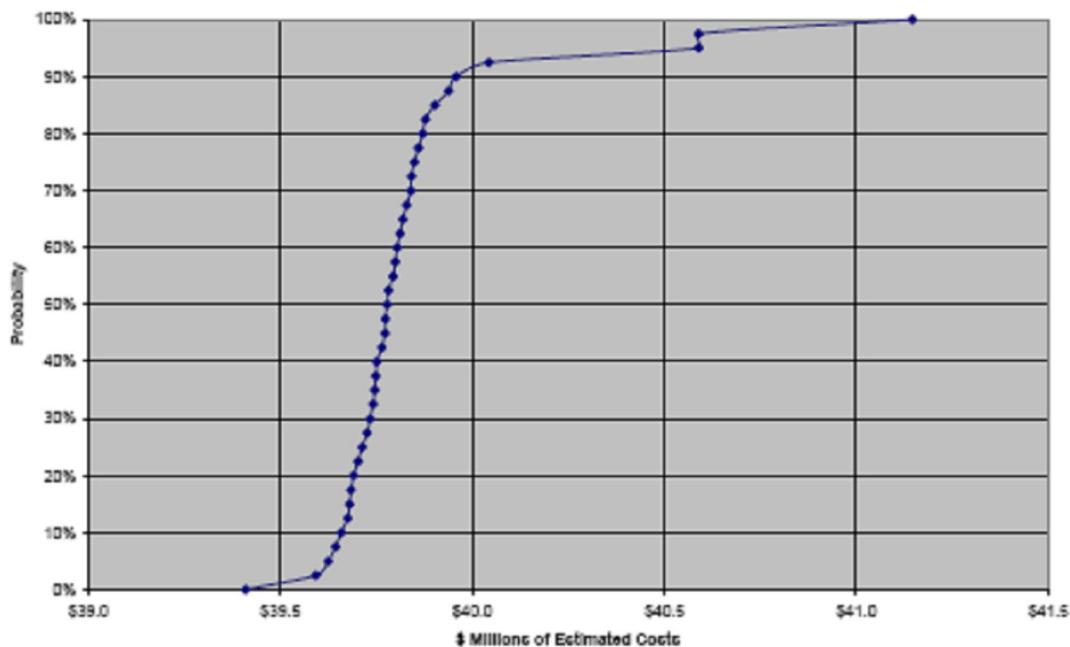


Figure 39. Profil du risque coût du MEDGAZ

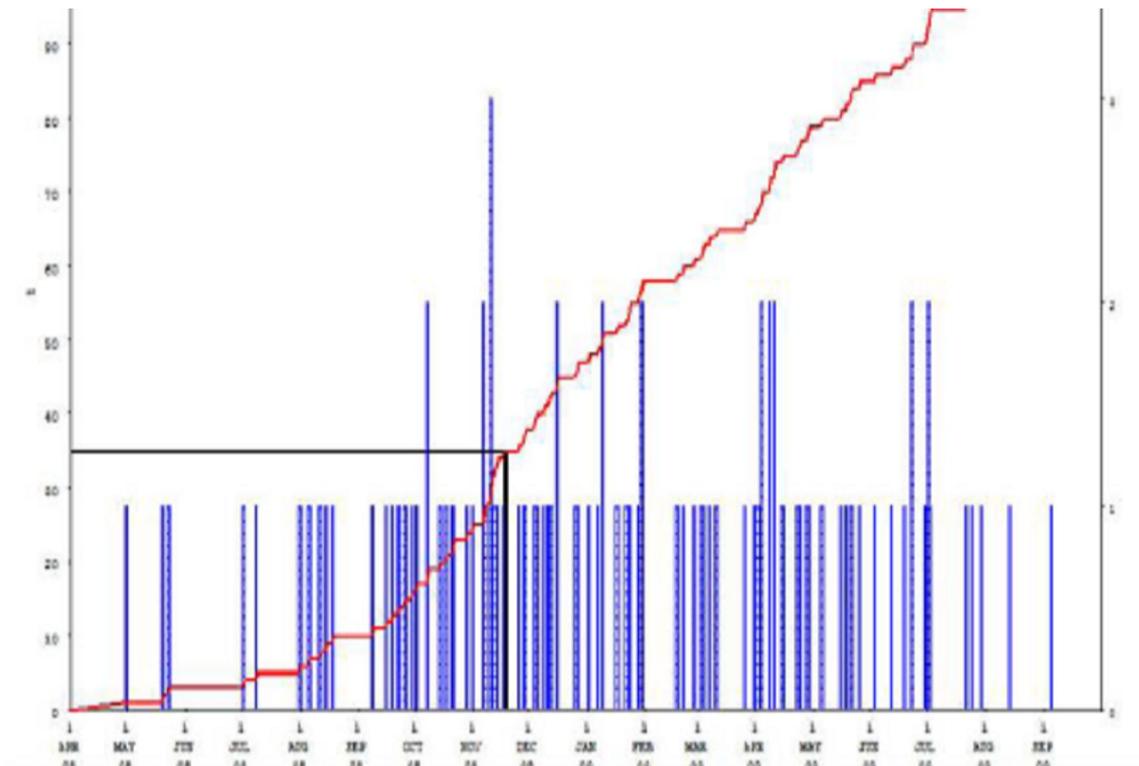


Figure 40. Profil du risque délais du projet MEDGAZ

- Mesurer ou évaluer les risques de construction du pipeline et les risques opérationnels potentiels et les risques affectant les personnes, les actifs du projet et l'environnement ;
 - Démontrer que les risques peuvent être réduits à des niveaux acceptables ;
 - Emettre des recommandations pour prendre les mesures requises afin de prévenir, contrôler ou prendre toute autre mesure de mitigation de risques. Même si ce dernier point n'a pas été développé en profondeur.
- **Risques Opérationnels :** Quelques risques opérationnels sont génériques et touchent tous types de pipeline sous-marin. D'autres sont spécifiques et n'affectent que certains type de pipelines sous-marins. MEDGAZ est un gazoduc sous-marin de 290 kms dans des profondeurs extrêmes et une région sismique, et les risques spécifiques concernent aussi bien les risques des mouvements de failles que les pertes de pente.
Le pipeline ne va pas encourir de risques d'impacts mécaniques. Il existe une activité de pêche dans la région mais le pipeline sera au-dessous de la profondeur sur laquelle les chalutiers opèrent.

Dans les sections profondes de l'itinéraire, le pipe sera étalonné selon les pression d'effondrement sous vide (condition d'installation). Donc, le pipeline sera sur-taillé pour les conditions de pression intérieures appliquées durant les opérations normales.

Les gazoducs marins ne sont pas soumis à des risques de corrosion externes sauf dans les températures d'eau très basses (moins de zéro). S'agissant de la Méditerranée, le MEDGAZ n'opérera pas dans des conditions climatiques marines extrêmes. La corrosion interne n'est pas non plus un risque, puisqu'il s'agit de transporter du gaz sec.

Selon les experts présents, une panne d'un gazoduc marin sous l'effet de la corrosion ou la défectuosité de matériel sont vraiment exceptionnels. Il a été fait allusion à une publication de la UK Health and Safety Exécutive sur des statistiques de pannes des gazoducs sous-marins [PARLOC, 96]. Ce rapport concerne tous les gazoducs danois, allemands, norvégien, britannique et néerlandais dans la Mer du Nord à la fin de 1995. Cette expérience opérationnelle associé aux gazoducs offshore de plus de 2 Km concerne une longueur de 122 836, 8 Km-An. Il y a eu zéro panne due à une défectuosité de matériel ou aux problèmes de corrosion. Cependant, comme le risque zéro n'existe pas, on assume que les pannes de ce type se produisent selon la distribution de Poisson, c'est à dire des évènements aléatoires isolés. On peut montrer en utilisant les propriétés de la distribution de Poisson que s'il y a zéro panne sur une période N, alors il y a 50% de chance que le taux de panne (λ) est inférieur à $0,603/N$.

Sur cette base, une estimation du taux de panne du gazoduc, due à la défectuosité du matériel ou à la corrosion est $\lambda = 5,64 \times 10^{-6}$ par Km-An. Sur le MEDGAZ, de longueur égale à plus de 290 Kms, la probabilité d'une fuite due à la corrosion ou à la défectuosité de matériels est alors égale à $1 - \exp(-\lambda L)$ ou $1,4 \times 10^{-3}$ par an.

Un autre point de discussion abordé est celui du risque de l'instabilité des terrains (pentes). Il a été examiné dans le détail par les géophysiciens membres de ce workshop. Il a été noté que le tracé retenu pour la pose du gazoduc MEDGAZ était sujet à une évaluation détaillée du point de vue instabilité des terrains sous-marins sous conditions sismiques et que des ajustements ont été faits sur le tracé pour réduire les risques géologiques.

Pour maximiser la tolérance aux mouvements des terrains, le pipeline ne sera pas enfoui sous terre à l'exception près des terres où la protection contre l'ancrage est requise. L'expérience des spécialiste dans les tronçons on shore les aide à suggérer que les pipelines enfouis sous terre sont beaucoup plus vulnérables aux séismes. Le tracé retenu tend à éviter les pentes les

plus raides et les terrains les plus irréguliers. Quand ceci n'est pas possible, le pipeline doit être posé aussi loin que possible, en suivant la ligne la plus raide de la pente afin de prévenir contre les charges et les mouvements latéraux. Un autre aspect de l'incertitude qui a été pris en compte dans le calcul des probabilités de panne du gazoduc MEDGAZ est que le mouvement des terrains s'accroît sous l'impact d'une série de séismes. Des inspections régulières du pipeline doivent être exécutées durant la phase opératoire, avec des inspections additionnelles suite à des séismes significatifs. Ces inspections contribueront à la mitigation des risques survenant après des changements défavorables dans la morphologie du lit sous-marin.

Pour terminer, on a examiné l'impact des mouvements des failles, des séismes donc, sur les probables pannes du MEDGAZ. Un modèle du risque a été développé et utilisé pour l'estimation des probabilités de panne du pipeline dues aux mouvements des failles. L'analyse a été établie par le biais de la simulation de Monte-Carlo. Les inputs de la simulation sont : l'occurrence d'un séisme sur une faille donnée, la surface de rupture attaquera ou pas le pipeline et si c'est le cas, le pipeline tombera en panne ou non en réponse à ce mouvement de faille. Chaque itération de la simulation se termine avec l'un ou l'autre des résultats soit une panne ou une survie. En procédant à un grand nombre d'itérations, la probabilité de panne est déterminée. L'analyse tient en compte aussi la corrélation entre les déplacements des failles, la longueur des surfaces de rupture ainsi que la magnitude du séisme. Les résultats de cette analyse sont comme suit :

- Probabilité de panne du pipeline par séisme est : $\lambda=2,23 \times 10^{-3}$
- Nombre de s séisme par an (N) = 0,107
- Probabilité de panne du pipeline par an : $P=2.38 \times 10^{-4}$

Dans 80% des cas de mouvements de faille, la simulation prédit qu'il n'y aura aucune attaque sur le pipeline. Le risque de panne causée par les mouvements de failles est considéré comme étant très faible comparé à plusieurs risques conventionnels.

- Risques de construction : L'évaluation des risques de construction doit examiner un large éventail de risques et problèmes, en incluant la sélection du vaisseau de pose du gazoduc, les erreurs humaines, les pannes des équipements et matériels, les conditions climatiques ainsi que les changements politiques. Un risque important qui a été discuté dans le détail est celui de la déformation durant l'opération de pose. On a même opéré durant ce

workshop à la détermination des quantités de lignes de pipe de contingences et les espacements de butées de déformation afin de réduire les imprévus et de maîtriser les coûts du pipe à poser en offshore.

L'installation du gazoduc est une activité de pose longue et se trouve sur le chemin critique du planning du projet. Il pourrait y avoir de lourdes pertes financières s'il y a insuffisance de pipes pour compléter les travaux. Des quantités de pipes de rechange doivent être commandées afin de les utiliser en cas de gaspillage normal, de dommages durant le transit et de potentielles déformations durant l'installation.

Dans le cas de déformation propagée, l'espacement des butées de déformation aura une influence sur la longueur du pipeline endommagé ainsi sur le nombre de pipeline à utiliser dans la réparation. D'où, une optimisation des espacements des butées de déformation est mieux faite en même temps que l'optimisation de nombre de pipe de rechange.

La simulation de Monte-Carlo a été utilisée pour résoudre ce problème d'optimisation toujours dans le cadre du MEDGAZ. L'analyse pour un but de simplification, assume que le pipe de rechange peut être assemblé sur n'importe quel point du tracé. Dans la pratique, le nombre de pipe de rechange est prévu pour différents types d'épaisseur de parois. Ce souci de simplification induit des erreurs négligeables.

Quelques contingences nécessaires au calcul du nombre de pipe de rechange sont listées dans le tableau 16 ci-dessous. La longueur du pipe de rechange pour couvrir la contingence est incertaine. Cette incertitude est exprimée sous forme d'une distribution triangulaire avec deux valeurs minimum et maximum et la valeur la plus probable.

Contingences	Pipeline de rechange requis (% de longueur du pipe)		
	Minimum	Plus probable	Maximum
Bouts de pipe endommagés	0,005	0,1	0,2
Joints rejetés	0,025	0,075	0,5
Tolérance à la sinuosité du tracé	0,1	0,3	0,5
Déviations du tracé - changement de tracé	0	0	0,5
Ecart entre distances nominales et distances réelles	-0,07	-0,05	-0,04
Allongement de pipeline dû aux tensions résiduelles et pression hydrostatique externe	-0,05	-0,02	0

Tableau 16. Description de contingences

Il est considéré que les déformations surviennent de manière aléatoire, c'est à dire qu'on ne connaît pas ni quand ni où ça survient, et l'occurrence d'une déformation n'affecte pas la probabilité d'une déformation future. Sous cette hypothèse, le nombre d'évènements de

déformations peut être exprimé par la loi de Poisson. Comme on ne dispose pas de données historiques pour la détermination de cette loi, on était obligé de faire appel au jugement des experts présents dans le workshop. Au début, l'estimation se faisait en individuel et soumise à la discussion. Après, on a fait une pondération de toutes ces estimations. Ceci a eu pour résultat un nombre de déformations égal à 0,89 pour une pose de 290 km. Les membres ont aussi fait un jugement que dans les eaux profondes, 60% des incidents de déformations conduisent à des propagations de déformations. Durant la pose du pipe, la déformation peut survenir au point de pique ou au point de touche. Dans les eaux profondes, la déformation près du point de touche peut se propager jusqu'au premier butoir dans le lit marin. La longueur du pipeline sous risque est exprimée comme suit :

$$L_0 = a + b.H + k.S \text{ où :}$$

- L_0 = longueur du pipeline sous risque
- a = Longueur du pipeline sur la ligne de piquage
- H = Profondeur de l'eau
- b = Constante proportionnelle à la longueur de suspension du pipe dans l'eau
- S = Espacement du butée de déformation
- k = Facteur qui multiplié par S donne la distance entre le point de chute et le premier butée dans le lit marin.

Les éléments de coûts suivants sont considérés dans la simulation :

- Coûts de pipes de rechange
- Coûts des butées de déformations au dessus des pipes en remplacement
- Coûts de réparations des butées quand c'est nécessaire durant l'installation ;
- Coûts financiers encourus si les pipelines disponibles ne sont pas suffisants pour compléter l'installation.

Les résultats montrent qu'il faut déjà émettre l'hypothèse que les coûts financiers additionnels dans le cas où la quantité de pipeline est insuffisante s'élèvent à plus de 90 Millions d'Euros. L'espacement des butées de déformation est égale à 1 700 m. La longueur optimale du pipeline de rechange est égale 5 800 m. La probabilité que 5 800 m de pipelines soient suffisants est estimée à 99,8%.

Après les discussions entreprises sur les risques majeurs que pourrait encourir le projet, les fiches d'évaluation de ces risques ont été renseignées pour chacun des risques prioritaires par une hiérarchisation en risques à gravité élevée et risques à gravité modérée, faite sur la base de leurs probabilités d'occurrence et leurs impacts sur les objectifs du projet (Annexe A).

VI.4. Mesures de mitigation

Une fiche de réponse à chacun des risques à gravité élevée est remplie en proposant parmi les solutions de mitigation et de contingence, celle la plus appropriée, en éliminant les risques inacceptables. Ceci se fait par :

- la réduction de la gravité du risque ;
- la limitation de l'impact des conséquences (mesures de protection) ;
- la limitation de la probabilité d'apparition ;
- la suppression des causes.

Ces fiches de réponses permettront le suivi de l'évolution des risques et des mesures prises tout au long de la durée de vie du projet.

VI.5. Capitalisation (communication)

Le management des risques est associé à la mise en place d'une documentation rigoureuse pour l'amélioration continue des actions de maîtrise des risques, l'enrichissement des connaissances sur les risques, la traçabilité des risques rencontrés, des actions engagées et des résultats obtenus en terme de transfert des compétences et des savoir-faire acquis dans les projets.

Cette documentation peut être composée de :

- Un plan de management des risques ;
- Un dossier de management des risques ;
- Un journal des risques mis à jour de manière continue et qui rend compte de l'évolution

VI.6. Conclusion

L'application de notre démarche d'analyse des risques sur notre projet nous a permis de tirer les enseignements suivants :

- avant d'initier cette démarche, il faut communiquer et expliquer la démarche de manière accrue très tôt au début du projet ;
- Expliquer le but de la démarche et les objectifs des workshops, parce qu'il y a risque que cela soit perçu comme un contrôle du travail des différents responsables ;
- La démarche est bénéfique à plus d'un titre. Elle permet de sensibiliser toute l'organisation sur les objectifs du projet et les risques auxquels il est exposé.

CONCLUSION GENERALE

L'émergence du nouveau contexte mondial économique et industriel oblige les entreprises à s'adapter continuellement à l'évolution de leur environnement et permet de comprendre pourquoi le management de projet se déplace vers une approche plus globale et se tourne de plus en plus vers l'analyse des risques.

La montée de nombreuses incertitudes liées aux turbulences de l'environnement renforçait le primat de la stratégie sur le calcul. Ce dernier sert plus souvent à justifier des décisions prises a priori qu'à les fonder réellement.

Les techniques d'analyse des risques sont nombreuses. Les moyens de les mettre en œuvre par le biais des progiciels conçus dans ce sens sont aussi multiples. L'abondance de ces outils doit nous mettre en garde devant une utilisation outrageuse de ces techniques sans s'appuyer sur des démarches pragmatiques. Ce qui nous a poussé à travailler dans la conception d'un cadre de travail d'une approche méthodologique d'analyse des risques dans les projets.

C'est dans ce cadre, que nous avons procédé tout d'abord à clarifier et à définir quelques concepts clés tels que celui de projet, du cycle de vie d'un projet et de l'analyse systémique dans la gestion du projet (Chapitre I). Nous avons ensuite essayé de cerner la notion du risque dans les projets en déroulant l'évolution du risque l'histoire, en expliquant la distinction qui existe entre l'incertitude et le risque. Une classification des risques a été élaborée afin de réussir une étape importante dans le processus de l'analyse des risques qu'est l'identification des risques (Chapitre II). Ce qui nous amené après à examiner les différentes techniques quantitatives et qualitatives du traitement du risque (Chapitre III). Nous avons passé en revue les différentes méthodologies d'analyse des risques utilisées dans les projets. Nous avons choisi parmi elles un modèle d'analyse des risques intégrée que nous avons enrichi pour combler quelques unes de ses zones d'ombre. Nous l'avons accompagné d'un plan de management des risques et d'un référentiel d'identification des risques. Nous avons par la suite, retenu les recommandations de Delcano, pour choisir les techniques d'analyse des risques les plus adaptées, en optant pour les méthodes qualitatives par l'organisation fréquente des workshops. Ces procédures d'évaluation des risques, de la réponse aux risques, de leur suivi et leur communications sont toutes documentées par des fiches pour un meilleur contrôle et une efficace capitalisation (Chapitre IV). Une fois le l'approche méthodologique

développée, nous avons essayé de l'appliquer sur MEDGAZ, projet stratégique pour SONATRACH et ses partenaires (Chapitre V). Cette application a eu le mérite de stimuler un peu la décision dans le sens d'une instauration de la culture de la gestion des risques dans l'entreprise.

L'entreprise algérienne en particulier, pour assurer sa pérennité doit réussir ses projets. Sachant que les risques sont inhérents aux projets, les équipes de projet ne doivent pas omettre le risque dans l'étude de faisabilité, dans la développement du projet ainsi que dans la phase opérationnelle du projet. Les trois principaux objectifs d'un projet sont le coût, le délai et les performances techniques. Tout risque est une menace à l'atteinte de l'un de ces objectifs. Le chef de projet doit toujours s'appuyer sur une démarche organisée et pragmatique d'analyse de risques. C'est ce que nous avons essayé tout au long de cette étude de démontrer. L'une des spécificités essentielles d'un projet est son caractère unique. Mais ceci n'empêche pas de capitaliser le savoir faire dans le management et les informations dans leur manipulation pour une meilleure fiabilité et pour un meilleur résultat.

La valeur ajoutée de cette approche méthodologique proposée est celle de prendre conscience les équipes de projet de la nécessité de toujours débattre du risque et d'essayer de le traiter avant que celui-ci ne devienne menace à la réussite du projet.

Fiche d'identification des risques

1. Projet : Réalisation du gazoduc sous-marin MEDGAZ
2. ID du risque : RK6
3. Désignation du risque : Délais d'achèvement non raisonnables
4. Auteur : Mr Date : xx/xx/200x
5. Description du risque :

Ce risque porte sur l'estimation des différentes tâches composant le projet. Une estimation trop optimiste des délais de réalisation peut avoir des conséquences sur les délais de réalisation du projet.

6. Conséquence du risque :

Un retard dans la réalisation du projet est une des conséquences des estimations non raisonnables sur les délais d'achèvement des différentes tâches.

7. Causes du risque :

Une mauvaise planification des délais

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

ID	DESIGNATION	DESCRIPTION DU RISQUE	CONSEQUENCE	CAUSES	PROBABILITE	IMPACT
	A Risques de planning et de sélection					
	1. Planning de projet inadéquat					
	2. Système de livraison inapproprié ou inefficace					
	3. Processus du contrat inapproprié ou inadéquat					
	4. Système de tarification inadéquat					
	5 Sélection de l'équipe de projet					
	7. Sélection du sous traitant et des fournisseur					
	B. Risques Financiers					
	1. Insolvabilité des participants majeurs					
	2. Faillite du participant majeur					
	3. Risques de financement					
	4. Pertes ou dommages encourus par les tierces parties					
	5. Contraintes réglementaires					
	6. Changements des taux d'intérêt (risque-crédit)					
	7. Insolvabilité de l'assureur, le prêteur ou le cautionneur					
	8. Coûts des équipements et de la main d'œuvre					
	9. Volatilité des bénéfices					
	10. Fluctuation de monnaie d'échange					
	C. Risques contractuels					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

1. Contrats illégaux: Accords en violation de la loi et des règlements;					
2. Ambiguïtés et malentendus dans le processus de formation du contrat					
3. Application des arbitrages internationaux					
4. Refus des contractants ç honorer leurs engagements					
5. Garanties					
6. Clauses de liquidation					
7. Accords salariaux					
8. Détermination des responsabilités					
D. Risques organisationnels					
1. Organisation corporate inadéquate					
6. Joint venture mal conçu					
7. Programme de sécurité inadéquat : Responsabilité criminelle et civile					
8. Procédures de management de la qualité inadéquates					
9. Contrôle interne inadéquat					
10. Changement dans l'actionnariat de la joint venture					
E. Site Risks;					
1. Site availability: Failure to obtain ownership, easement or right-of-way.;					
2. Zoning and land use regulation.;					
3. Limitations on access: Remote sites and problems with government approvals.;					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

4. Underground utilities.;					
5. Poor soils.;					
6. Poor drainage.;					
7. Congestion.;					
8. Underground water. ;					
9. Security problems.;					
10. Inadequate site investigation.;					
11. Insufficient time or access to perform adequate investigation.;					
12. Site investigation impracticable or impossible.;					
13. Latent conditions in existing construction.;					
14. Lack of readily available power and/or other utilities.;					
15. Navigable waterways: Application of admiralty law to construction projects.;					
F. Risques de Ressources					
1. Indisponibilité de la main d'œuvre					
2. Grèves et troubles salariaux					
3. Supervision et management inadéquats ou inefficaces					
4. Blessures des employés					
5. Injury to non-employee workers.;					
6. Insuffisance de matériels ou endommagement du matériel stocké					
7. Disponibilité des équipements					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

	G. Risques environnementaux					
	1. Asbestos.;					
	2. Underground storage tanks.;					
	3. Lead paint. ;					
	4. Contaminated soils.;					
	5. Wetlands.;					
	6. Projects in coastal zone areas.;					
	7. Brownfields.;					
	8. Endangered species.;					
	9. Sedimentation & storm water runoff.;					
	10. Disposal of construction waste.;					
	11. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and other hazardous materials.;					
	12. Importation by construction team of hazardous materials.;					
	13. Growing risks from indoor pollution.;					
	14. Environmental remediation contracts.;					
	15. Native American remains.;					
	H. Risques technologiques					
	1. Unwillingness to different softw					
	2. Novel or unproven designs.;					
	3. Incorporation of new products or new uses of existing products.;					
	4. Complex building materials: Compatibility problems.;					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

5. Complex building materials: Constructability problems.;					
6. Design professional's reliance on supplier information. ;					
7. Systems performance requirements or guarantees.;					
8. Patent liability.;					
9. Copyright liability.;					
10. Inadequate IT facilities.;					
I. Risques de communication					
1. Langages différents					
2. Différences culturelles					
3. Documents contractuels ambigus					
5. Documents contractuels pauvres en coordination					
6. Contrats ou étendues des travaux vagues, ambigus ou indéfinis					
7. Documents contractuels qui ne décrivent pas fidèlement les exigences du projet					
8. Confusion dans les responsabilités concernant les impôts et taxes					
9. Coûts mal définis					
10. Conflits entre les membres de l'équipe de projet					
11. Communications tortueuses et risques de diffamations					
J. Waiver Risks;					
1. Waiver of right to terminate.;					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

2. Waiver in shop drawing approval process.;					
3. Waiver through acceptance of defective work.;					
4. Waiver of impact costs.;					
5. Waiver of insurance rights.;					
6. Waiver of claims through the execution of change order release language.;					
7. Waiver in course of executing settlement agreements.;					
8. Waiver of completion date.;					
9. Waiver of written change order requirements.;					
10. Waiver of notice requirements.;					
11. Waiver in the bid process.;					
12. Waiver of cost guarantees.;					
13. Waiver of exculpatory provisions.;					
K. Expectation Risks;					
1. Owner's reliance upon inaccurate cost estimates.;					
2. Unanticipated site conditions.;					
3. Contractor's failure to accurately cost the work.;					
4. Unusually high performance or quality expectations.;					
5. Expectation disagreements over quality.;					
6. Unreasonable completion schedule.;					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

7. Failure of recoverable damages to meet injured party's expectations.;					
8. Unexpected recovery bars: Relatively short statutes of limitation and repose.;					
9. Frustrated profit motive.;					
10. Unrealistic risk allocations.;					
11. Disappointed value engineering expectations.;					
12. Unrealistic claim pricing: Establishing the existence and amount of loss.;					
L. Risques de complétion (Planning des délais);					
1. Retards dans les travaux					
2. Retards dans les transmissions et les livraisons					
3. Retards dans les réponses aux requêtes pour information ou interprétation					
4. Retards simultanés					
5. Réparation des dommages					
6. Inspection et tests intempestifs					
7. Multiples échecs de coordination					
8. Retards des réponses aux changements dans le contenu des travaux					
M. Risques de complétion (Coût)					
1. Augmentation des coûts de la main d'œuvre, du matériel et des équipements					
2. Changements volontaires du maître d'ouvrage					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

3. Changement involontaires dans le design du projet					
4. Augmentation de la charge de travail					
5. Conditions de travail inadéquates ou improductives					
6. Moyens et méthodes de construction inefficaces					
7. Problèmes dans la construction					
N. Risques de complétion (Qualité)					
1. Insuffisance ou inadéquation des plans et des spécifications					
2. Spécifications de produits ou produits utilisés non appropriés					
3. Construction défectueuse					
4. Travail non conforme					
5. Garanties non conformes					
6. Echech dans l'atteinte des performances requises					
7. Tests et inspection inadéquats					
8. Marchandises défectueuses ou non conformes					
O. Risques d'administration du projet					
1. Procédures de sauvegarde et d'archivage inadéquates.					
2. Procédure de communication inadéquate					
3. Procédure de résolution des malentendus inadéquate					
P. Risques de Force majeur					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

	1. Conditions climatiques sévères					
	Q. Risques politiques					
	1. Guerre, terrorisme or hostilités.;					
	2. Grèves ou fermetures de sites industriels participant dans la construction					
	3. Changement dans les lois qui peuvent avoir un impact adverse sur le projet					
	4. Refus des gouvernements à donner les autorisations et les licences nécessaires					
	5. Expropriation.					
	6. Restrictions import/ export					
	7. Taxation internationale					
	R. Risques monétaires					
	1. Risques de transfert					
	2. Risques de dévaluation					

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

Classement des risques

ID risque	Désignation du risque	Conséquences	Causes	Probabilité	Impact
RK1	Estimation imprécise des coûts	Coûts	Recherche d'information de coûts mauvaise	Très élevée	Catastrophique
RK3	Estimation des coûts imprécise par le contractant	Coûts	Recherche d'information de coûts mauvaise	Très élevée	Critique
RK6	Délais d'achèvement non raisonnables	Retards	Mauvaise planification des délais	Très élevée	Sérieux
RA1	Planning de projet inadéquat	Délais de réalisation	cahier de charges mal élaboré	Elevée	Sérieux
RA3	Processus du contrat inapproprié ou inadéquat	Retards dans le démarrage	Mauvaises spécifications techniques et judiciaires	Elevée	Sévère
RA4	Système de tarification inadéquat	Financières	Etude de faisabilité mal évaluée	Elevée	Catastrophique
RA6	Sélection du sous traitant et des fournisseur	Financières	Processus de sélection non maîtrisé	Elevée	Catastrophique
RB8	Coûts des équipements et de la main d'œuvre	Coûts (budget)	Contingence insuffisante	Elevée	Sévère
RI7	Coûts mal définis	Coûts	Omission d'éléments de coûts	Elevée	Catastrophique
RL1	Retards dans les travaux	Retards	imprévus divers	Elevée	Catastrophique
RM1	Augmentation des coûts de la main d'œuvre, du matériel et des équipements	Coûts (budget)	Inflation imprévue	Elevée	Catastrophique
RM4	Augmentation de la charge de travail	Coûts (budget)	Retards dans les travaux	Elevée	Sévère
RA5	Sélection de l'équipe de projet	Retards	Choix managériaux	Aléatoire	Modéré
RB6	Changements des taux d'intérêt (risque-crédit)	Financières	Dévaluation de la devise	Aléatoire	Modéré
RB9	Fluctuation de monnaie d'échange	Financières	Dévaluation de la devise	Aléatoire	Modéré
RC7	Accords salariaux	Performances	Grèves, Maladies, heures supp	Aléatoire	Sérieux
RD3	Programme de sécurité inadéquat : Responsabilité criminelle et civile	Retards	Dommages et pertes	Aléatoire	Modéré
RD4	Procédures de management de la qualité inadéquates	Qualité	Plan de management de qualité non contrôlé	Aléatoire	Modéré
RD5	Contrôle interne inadéquat	Performances	Dépassements	Aléatoire	Sérieux
RF4	Blessures des employés	Coûts, délais et performances	Imprévus techniques	Aléatoire	Modéré
RI5	Contrats ou étendues des travaux vagues, ambigus ou indéfinis	Coûts, délais et performances	Complexité des travaux	Aléatoire	Critique
RI6	Documents contractuels qui ne décrivent pas fidèlement les exigences du projet	Coûts, délais et performances	Complexité des travaux	Aléatoire	Critique
RJ1	Risques d'abandon	Financières	Décision politique	Aléatoire	Catastrophique
RK2	Conditions de site non anticipées	Coûts, délais et performances	Etudes de faisabilité mal préparées	Aléatoire	Catastrophique
RK4	Attentes de performances et de qualité exceptionnelles	Performances	Imprévus	Aléatoire	Critique

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

ID risque	Désignation du risque	Conséquences	Causes	Probabilité	Impact
RK5	Désaccord sur la qualité des travaux	Qualité	Qualité des livrables	Aléatoire	Mineur
RK7	Allocations aux risques non réalistes	Financières	Mauvais plan de management des risques	Aléatoire	Critique
RL2	Retards dans les transmissions et les livraisons	Retards	Imprévus dans la livraison	Aléatoire	Modéré
RL3	Retards dans les réponses aux requêtes pour information ou interprétation	Retards	Transmission d'information lente	Aléatoire	Mineur
RL4	Retards simultanés	Retards	Chevauchement de tâches lent	Aléatoire	Mineur
RL5	Réparation des dommages	Retards	Réparations lentes	Aléatoire	Sérieux
RL6	Inspection et tests intempestifs	Retards	Contrôle non programmés	Aléatoire	Mineur
RL7	Multiplés échecs de coordination	Retards	Mauvaise coordination	Aléatoire	Modéré
RL8	Retards des réponses aux changements dans le contenu des travaux	Retards	Contenu imprécis des travaux	Aléatoire	Mineur
RM2	Changements volontaires du maître d'ouvrage	Coûts (budget)	Nouveaux entrants dans la désign	Aléatoire	Critique
RM3	Changement involontaires dans le design du projet	Coûts (budget)	Nouveaux entrants imprévus dans la désign	Aléatoire	Sévère
RN1	Insuffisance ou inadéquation des plans et des spécifications	Performances	insuffisance de plans de détail	Aléatoire	Sérieux
RN2	Spécifications de produits ou produits utilisés non appropriés	Performances	Etudes techniques non fiables	Aléatoire	Sérieux
RN3	Construction défectueuse	Performances	Mauvaise Pose du gazoduc	Aléatoire	Catastrophique
RN4	Travail non conforme	Performances	Mauvaise Pose du gazoduc	Aléatoire	Catastrophique
RP1	Conditions climatiques sévères	Retards	Aléas climatiques	Aléatoire	Catastrophique
RQ1	Guerre, terrorisme or hostilités.;	Financières	Incertitude politique	Aléatoire	Catastrophique
RQ4	Refus des gouvernements à donner les autorisations et les licences nécessaires	Retards	Changements politiques	Aléatoire	Catastrophique
RQ5	Expropriation	Financières	Refus de la population	Aléatoire	Sérieux
RR1	Risques de transfert	Financières	Fluctuations financières	Aléatoire	Sérieux
RR2	Risques de dévaluation	Financières	Fluctuations financières	Aléatoire	Sérieux
RA2	Système de livraison inapproprié ou inefficace	Retards	Contrôle inefficace	Faible	Sérieux
RB5	Contraintes réglementaires	Financières	Changement de réglementation	Faible	Modéré
RB7	Insolvabilité de l' assureur, le prêteur ou le cautionneur	Financières	Forces majeures	Faible	Sérieux
RF3	Supervision et management inadéquats ou inefficaces	Retards	Incompétences managériales	Faible	Modéré
RF5	Insuffisance de matériels ou endommagement du matériel stocké	Coûts (budget)	Imprévus mal calculés	Faible	Sérieux
RF6	Disponibilité des équipements	Coûts, délais et performances	Stocks mal gérés	Faible	Sévère
RG1	Sols contaminés	Financières	Impact environnemental omis	Faible	Mineur
RG2	Projets dans des secteurs côtiers	Financières	Impact environnemental omis	Faible	Mineur
RG3	Espèces en danger	Mauvaise publicité pour le projet	Impact environnemental omis	Faible	Mineur

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

ID risque	Désignation du risque	Conséquences	Causes	Probabilité	Impact
RG4	Sédimentation	Financières	Impact environnemental omis	Faible	Mineur
RG5	Matériaux dangereux	Financières	Impact environnemental omis	Faible	Mineur
RM5	Conditions de travail inadéquates ou improductives	Coûts (budget)	Conditions de prise en charge difficiles	Faible	Mineur
RM6	Moyens et méthodes de construction inefficaces	Coûts (budget)	Recherche de l'économie des moyens	Faible	Mineur
RM7	Problèmes dans la construction	Coûts (budget)	Imprévus techniques	Faible	Modéré
RB1	Insolvabilité des participants majeurs	Financières	Difficultés financières des shareholders	Très faible	Sérieux
RB2	Faillite du participant majeur	Financières	Difficultés financières du participant majeur	Très faible	Catastrophique
RB3	Risques de financement	Retards	dossiers de financement mal élaborés	Très faible	Mineur
RB4	Pertes ou dommages encourus par les tierces parties	Arrêts et retards	Actions de sécurité insuffisantes	Très faible	Mineur
RC1	Contrats illégaux: Accords en violation de la loi et des règlements;	Arrêts	Etudes juridiques mal confectionnées	Très faible	Critique
RC2	Ambiguïtés et malentendus dans le processus de formation du contrat	Financières	Etudes juridiques mal confectionnées	Très faible	Critique
RC3	Application des arbitrages internationaux	Financières	Conflits juridiques	Très faible	Modéré
RC4	Refus des contractants à honorer leurs engagements	Retards	Conflits juridiques	Très faible	Modéré
RC5	Garanties	Coûts (budget)	Assurance souscrite insuffisante	Très faible	Sérieux
RC6	Clauses de liquidation	Financières	Etudes juridiques mal confectionnées	Très faible	Mineur
RC8	Détermination des responsabilités	Retards	Organisation floue	Très faible	Mineur
RD1	Organisation corporate inadéquate	Coûts, délais et performances	Entrée d'un nouvel actionnaire	Très faible	Sévère
RD2	Joint venture mal conçu	Coûts, délais et performances	Responsabilités mal définies	Très faible	Sévère
RD6	Changement dans l'actionnariat de la joint venture	Retards	Abandon d'un actionnaire au profit d'un nouveau	Très Faible	Mineur
RE1	Problèmes de sécurité	Performances	Plan de sécurité inadéquat	Très faible	Modéré
RE2	Investigation du site inadéquate	Financières	Imprévus géologiques sous marin	Très faible	Catastrophique
RF1	Indisponibilité de la main d'œuvre	Retards	Personnel qualifié indisponible	Très faible	Modéré
RF2	Grèves et troubles salariaux	Retards	Malaise social	Très faible	Modéré
RH1	Matériels de construction complexes: Problèmes de compatibilité	Coûts (budget)	Planification mauvaise	Très faible	Sévère
RH2	Matériels de construction complexes: Problèmes de construction	Coûts (budget)	Planification mauvaise	Très faible	Sévère
RH3	Validité des informations des fournisseurs	Coûts, délais et performances	Fournisseur malhonnête	Très faible	Sérieux
RH4	Garanties et performances des équipements	Financières	Equipements non performants	Très faible	Sérieux
RH5	Responsabilité des brevets	Financières	Contrôle des brevets absent	Très faible	Mineur
RH6	Equipements IT inadéquats	Retards	Equipements inadaptés	Très faible	Mineur
RI1	Langages différents	Retards	Communication floue	Très faible	Mineur
RI2	Différences culturelles	Retards	Conflits culturels	Très faible	Mineur
RI3	Documents contractuels ambigus	Retards	Différends sur les livrables	Très Faible	Mineur

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

ID risque	Désignation du risque	Conséquences	Causes	Probabilité	Impact
RI4	Documents contractuels pauvres en coordination	Retards	Contrats mal élaborés	Très faible	Mineur
RI8	Conflits entre les membres de l'équipe de projet	Retards	Communication floue	Très faible	Mineur
RI9	Communications tortueuses et risques de diffamations	Retards	Communication floue	Très Faible	Mineur
RN5	Garanties non conformes	Performances	Retards dans les assurances	Très faible	Mineur
RN6	Echec dans l'atteinte des performances requises	Performances	Travail non-conforme	Très faible	Catastrophique
RN7	Tests et inspection inadéquats	Performances	Assurance qualité inadéquate	Très faible	Mineur
RN8	Marchandises défectueuses ou non conformes	Performances	Mauvais approvisionnement	Très faible	Sérieux
RO1	Procédures de sauvegarde et d'archivage inadéquates.	Management	Absence de base de données	Très faible	Mineur
RO2	Procédure de communication inadéquate	Management	Absence d'un système de communication	Très faible	Mineur
RO3	Procédure de résolution des malentendus inadéquate	Management	Procédure de gestion des conflits inexistante	Très faible	Mineur
RQ2	Grèves ou fermetures de sites industriels participant dans la construction	Financières	Grèves sociales	Très faible	Sérieux
RQ3	Changement dans les lois ayant un impact négatif sur le projet	Financières	Incertitude réglementaire	Très faible	Sérieux

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

Fiche d'évaluation du risque RK6

1. Probabilités (fréquences d'occurrence)

Désignation	Valeur (P)
Très élevé	90%
Elevé	
Moyen	
Faible	
Très faible	

2. Impact

On estime l'impact (I) que peut avoir un risque en cas de survenance, sur les objectifs du projet à savoir le coût, les délais et les performances.

$$I = (I_c \cdot C_c + I_d \cdot C_d + I_p \cdot C_p)$$

Désignation	Valeur	Définition
Catastrophique	6	
Critique	5	
Sévère	4	Glissement de plus de 06 mois de l'échéancier. Dépassement de coût par un facteur allant jusqu'à 20% du budget initial.
Sérieux	3	
Modéré	2	
Mineur	1	

Coefficients de pondération

Coûts	
Accroissement du coût	Valeur Cc
$\Delta C \approx 0$	
$0 \leq \Delta C \leq 5\%$	
$5\% \leq \Delta C \leq 10\%$	
$10\% \leq \Delta C \leq 15\%$	
$15\% \leq \Delta C \leq 20\%$	60%
$\Delta C \geq 20\%$	

Délais	
Accroissement des délais	Valeur Cd
$\Delta D \approx 0$	
$0 \leq \Delta D \leq 5\%$	
$5\% \leq \Delta D \leq 10\%$	
$10\% \leq \Delta D \leq 15\%$	
$15\% \leq \Delta D \leq 20\%$	60%
$\Delta D \geq 20\%$	

Performances	
Désignation	Valeur Cp
Pas de perte	0%
Perte indiscernable	
Légère Perte	
Perte sensible	
Perte inacceptable	
Produit inutilisable	

Calcul de l'impact :

$$I = (4 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,6 + 0) = 5$$

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

3. Délais avant impact

La durée disponible avant de devoir mettre en œuvre les mesures de mitigation

Désignation	Valeur	Définition
Court terme	1	01 MOIS
Moyen terme	3	
Long terme	6	

4. Analyse initiale du risque

A partir des tables précédentes, remplir le tableau suivant :

Probabilité	Impact	Délai avant impact	Gravité
0,9	5	1	4.5

5. Fiche visuelle

Assigner la couleur appropriée dans les cases à droite

0	Vert
1	Jaune-vert
2	Jaune
3	Jaune-Orange
4	Orange X
5	Rouge-Orange
6	Rouge

6. Matrice du risque

IMPACT	6					
	5					
	4					X
	3					
	2					
	1					
		10	30	50	70	90
Probabilité (%)						

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

Modèle de fiche de réponse aux risques

Responsable de la mise en œuvre _____

Stratégie de mitigation : Réduction

Justification du choix de la stratégie :

La stratégie de réduction est la moins onéreuse

Préalables et contraintes :

La stratégie choisie doit être mise en oeuvre plutôt au démarrage du projet.
Contrainte : aucune.

Approche de mitigation :

<i>Etape</i>	<i>Description</i>	<i>Personnes</i>	<i>Date</i>	<i>Etat</i>
ID Du risque	Description de la mesure de mitigation	Responsable	Prévue	
RK6	Création d'une cellule de cost and planning control Découpage du contenu de travail le plus fin possible Analyse des risques par l'affectation des durées optimistes, pessimistes et les plus probables pour chacune des tâches Programmation PERT et GANTT pour ensuite calculer les délais d'achèvement les plus probables			

La mitigation dans ce cas consiste à la diminution des probabilités d'occurrence défavorables à la réalisation des tâches dans leurs délais prévus. L'impact reste sévère si ces événements surviennent.

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

Stratégie de contingence (Si Requisite) :

Justification du choix de la stratégie de contingence :

Préalables et contraintes :

Approche de contingence (si requise) :

Evolution du risque

Probabilité	Impact	Délai avant impact	Gravité
0.3	5	1	1.5

Fiche visuelle

0	Vert
1	Jaune-vert X
2	Jaune
3	Jaune-Orange
4	Orange
5	Rouge-Orange
6	Rouge

Matrice du risque

IMPACT	6					
	5		X			
	4					
	3					
	2					
	1					
		10	30	50	70	90
Probabilité (%)						

Auteur	Révision	Date de révision	Etat	Page

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [AACE, 1993]** American Association of Cost Engineers, "*Total Cost Management*", Cost Engineering, vol 35, n° 12, 1993.
- [AFITEP-AFNOR, 1992]** AFITEP-AFNOR, "*Vocabulaire de gestion de projets*", 2^{ème} édition, Edition Afnor, Paris, 1992, 218 pages.
- [Allancon et al, 1990]** D. Allancon, H. Courtot, V. Giard & A. Vergnenegre, "Grilles d'analyse qualitative du risque : Fondements et Expérimentations", *Communication à la 7eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, sept. 1991, comm. n° C30.
- [Al Bahar et Crandall, 1990]** F. Al-Bahar and C. Crandall, "Systematic Risk Management Approach for Construction Project." *J. Constr. Eng. Manage.*, 116(3), 1990, 533-546.
- [Alquier et Tignal, 2001]** A. M. Alquier & M. H. Tignal, "Project Management Technique to Estimate and Manage Risk of Innovative Projects." IPMA International Symposium and NORDNET, 2001.
- [Ansell, 1992]** J. Ansell, "Risk, Analysis, Assessment and Management", John Wiley, New York, 1992.
- [Anthony, 1988]** R.N. Anthony, "The Management Control Function", Business School Press, Boston, 1988.
- [Aven, 2003]** T. Aven, "Foundations of Risk Analysis: A knowledge and Decision-Oriented", 2003.
- [Beck, 2001]** U. Beck, "*La société du risque*", Flammarion, 2001.
- [Bensoussan, 1991]** M. Bensoussan, "L'AMDEC-Planning", *Communication à la 7eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, sept. 1991, comm. n° C32.
- [Berger et Majot, 1991]** P. Berger, B. Majot & A. Vauvert, "L'analyse des risques des activités opérationnelles en Guyane", *numéro spécial de la revue du CNES "Qualité Espace"*, n°17, Octobre 1991, p.33-42.
- [Bernard et Fontan, 1994]** A. Adrien & A. Fontan, "La gestion des risques dans l'entreprise", Eyrolles, 1994.
- [Bernard et al, 1995]** M. Bridier, S. Michailof & A. Bussery, "*Guide pratique d'analyse de projets : évaluation et choix des projets d'investissements*", Economica, Paris, 1995.
- [Carreta et Canivet, 1992]** C. Carreta & M.C. Canivet, "Ariane 5 - gestion d'un grand programme spatial", *Communication à la 8eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, octobre 1992.
- [Chervel et Gall, 1976]** M.**CHERVEL & M. LE GALL**, "Méthodologie : Manuel d'évaluation économique des projets" , Edition Minis Cooper, 1976.

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

- [Clark, 1962]** C.E. Clark, "The PERT Model for the Distribution of an Activity Time", *European Journal of Operational Research*, vol.10, n°3, May-June 1962, p.145-162.
- [Cleland et King, 1971]** D.I. Cleland, W.R. King, "L'analyse des systèmes", EME, 1971
- [Cool, 1999]** T. Cool, "Proper Definitions for Risk and Uncertainty." Econ-WPA, ewp-get/9902002, 1999.
- [Courtot, 1991]** H. Courtot, "Une approche quantitative du risque", *Communication à la 9eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, sept. 1991, comm. n° D25.
- [Courtot, 1998]** H. Courtot, "La gestion des risques dans les projets", *Economica*, Paris, 1998.
- [CII, 1989]** Construction Industry Institute, "Management of Project Risks and Uncertainties." Publication 6-8, Cost/Schedule Control Task Force. University of Texas, Austin, 1989, p. 2-23.
- [Declerq, 1980]** G. DECLERCO, "L'art d'argumenter", Ed. universitaires (Bruxelles), Paris, 1992.
- [Del Cano et Pilar, 2002]** A. Del Cano & M. Pilar, "Integrated Methodology for Project Risk Management." *J. Constr. Eng. Manage.*,128(6), 2002, 473-485.
- [Deschanel et Rouhet, 1992]** J.-L. Deschanel & J.-C. Rouhet, "L'analyse des risques programme par la méthode ARP", *revue "La Cible"-A.F.I.T.E.P.*, n°43, juin 1992, pp.4-7.
- [Douglas et Wildavsky, 1982]** M. Douglas & A. Wildavsky, "Risk and culture, An essay on the selection of Technological and environmental Dangers", *University of California Press*, 1982.
- [ECOSIP, 1993]** ECOSIP, "Les gestions des risques dans les projets : *Pilotages de Projet et Entreprises, Diversités et convergences*", Edition Economica, 1993, 327 pages.
- [Etcheberry et al, 1990]** P. Etcheberry, B. Brauschweig & D. Vial, "Simulateur de risques financiers inhérent à la réalisation de projets industriels (TOPSI)", *Communication à la 6eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, avril. 1990, comm. n° R-4.
- [Evans et Olson, 1998]** J.R. Evans & D.L. Olson, "Introduction to Simulation and Risk Analysis", Prentice Hall, 1998.
- [Ewald et Collier, 2001]** F. Ewald & C. Collier, "Le risque", Gallimard, 2001.
- [Flageollet, 1993]** R. Flageollet "Les méthodes de réduction de risque - application en développement de produit", *Communication à la 9eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, Novembre 1993, p.1-22.
- [Flanagan et Norman, 1993]** R. Flanagan & G. Norman, "Risk Management and Construction." Blackwell Scientific Publications, 1993.
- [Flyzbjerg et al, 2003]** B.Flyzbjerg, N.Bruzelius, & W. Rothengather, "Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition." Cambridge University Press, 2003.

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

- [Flyvbjerg et al, 2003]** B.Flyvbjerg, M.K. Skwmeris, & S. L. Buhl, "How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?" Tyler & Francis Group, Transport Reviews, 2003, VOL. 23, NO. 1, 71-88
- [Giard, 1991]** V. Giard, "*Gestion de Projets*", Edition Economica, 1991, 174 pages.
- [Giard, 1995]** V. Giard, "*Statistique appliquée à la gestion*", 7eme édition, Edition Economica, 1995.
- [Godard et al, 2002]** O. Goddard, C. Henry, P. Lagadec & E. Michel-Kerjan, "Traité des nouveaux risques", Folio, 2002.
- [Guilhou et Lagadec, 2002]** X. Guilhou & P. Lagadec, "La fin du risque zéro", Eyrolles, 2002.
- [Hachette, 1993]** Dictionnaire Hachette, Edition 1993.
- [Hertz et Thomas, 1983]** D.B. Hertz, and H. Thomas, "Risk Analysis and its Applications." Wiley, New York, 1983, p.1-5.
- [Hillson, 1997]** D.A. Hillson, "Towards a Maturity Model." Int. J. Project and Business Risk Management, 1997, p. 35-46.
- [Iman et Conover, 1982]** R.L. Iman, W.J. Conover, "A Distribution-free Approach to Inducing Rank Correlation among Input Variables." Communication in Statistics, 1982, pp. 311-334.
- [Isidore et Back, 2001]** L. Isidore, E. Back, "Integrated Range Estimating and Stochastic Scheduling." Cost Engineering, Vol. 43, No. 02, 2001.
- [Jolivet et Navarre, 1993]** F. Jolivet & C. Navarre, "Grands projets, auto-organisation, méta-règles: vers de nouvelles formes de management des grands projets", *Gestion 2000*, n°2, Avril 1993, pp.191- 200.
- [Karsenty et al, 1997]** P. Karsenty, M. Zelfani, P. Angot & G. Lacoste, "Intégration et évaluation des risques en gestion de projets dans les industries pilotées par la recherche", 2^{ème} Congrès International Franco-Québécois « Le Génie industriel dans un monde sans frontières », 3 au 5 septembre 1997, ALBI France.
- [Knight, 2005]** F.-H. Knight, "Risk, uncertainty and profit", Cosimo, 2005.
- [Lacoste, 1997]** G. Lacoste, "Management des risques en gestion de projets", 65^{ème} Congrès de l'AFCAS Session C-437, Avril 1997, Université des trois rivières Québec Canada.
- [Lagadec, 2000]** A. Lagadec, "Les risques", Les éditions, 2000.
- [LeMoigne, 1977]** J.L. Le Moigne, "La théorie du système général, Théorie de la modélisation", Paris: Col., Systèmes-Décisions, Presses Universitaires de France, 1977.
- [Leroy et Signoret, 1992]** A. Leroy & J.P. Signoret, "*Le risque technologique*", Collection "Que sais-je ?", 1992, n°2669, 126 pages.
- [Lifson et Shaifer, 1982]** M.W.Lifson & E.F. Shaifer, "Decision and Risk Anlysis for Construction Management." Wiley, New York, 1982, p. 133-134.

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

[Lucas et Prescott, 1971] R.E. Lucas & C. Prescott, "Investment under uncertainty", *Econometrica*, 1971.

[Lund et al, 1993] E. Lund, M.N. Vandamme, F. Duprat, J. Gazerian, F. Rigaud & J.M. Ruiz, "Elaboration d'une méthodologie de fixation du montant des imprévus", *revue "La Cible"-A.F.I.T.E.P.*, n°48, septembre 1993, p.8-11.

[MacCabe, 2003] B. McCabe, "Monte Carlo Simulation for Schedule Risks". Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, 2003.

[Mackie et Preston, 1998] P.J. Mackie & J.M. Preston "Twenty one sources of error and bias in transport project appraisal", *Transport Policy* 5 (1), p. 1-7, 1998.

[McKay et al, 1979] M.D. McKay, R.J. Beckman & W.J. Conover "A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables of Output from a Computer Code.", *Technometrics*, p. 239-245, 1979.

[Mirabel, 1990] B. Mirabel, "Expérience sur l'évaluation de l'analyse du risque (E.R.A.)", *Communication à la 6eme Convention Nationale de l'A.F.I.T.E.P.*, Paris, avril. 1990.

[Morin, 1977] Morin, Edgar. *La méthode*. Paris: Seuil; 1977

[Morokoff et Caflish, 1995] W.J. Morokoff & R.E. Caflish, "Quasi-Monte-Carlo Integration.", *Journal of Computational Physics*, p. 218-230, 1995.

[Niederreiter, 1988] H. Niederreiter, "Quasi-Monte-Carlo for multidimensional Numerical Integration. In Numerical Integration III", ed, H. Brass and G. Hammerlin, International Series of Numerical Maths, p. 157-171, 1998.

[O'Shaughnessy, 1992] F. O'Shaughnessy, "Faisabilité de projets: une démarche vers l'efficience", Trois rivières Québec, 1992.

[Owen, 1998] A. Owen, "Latin Supercube Sampling for very High Dimensional Simulations.", *ACM Transactions on modelling and Computer Simulation*, p. 71-102, 1998.

[PARLOC, 1998] PARLOC, "The update of loss of containment data for offshore Pipelines", Offshore Technology Report OTH 551, Health and safety Executive, HMSO, London, 1998.

[Poole, 2004] R. W. Jr. Poole, "Addressing the Big Dig Syndrome". Public Works Financing. May 14, 2004.

[Pouliquen, 1979] Louis Y. Pouliquen, "L'appréciation des risques dans l'évaluation des projets", Dunod 1979.

[Pindyck, 1993] R.S. Pindyck, A Note on Competitive Investment under Uncertainty, *Journal of Economic Review*, 1993.

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

[Rabian et al, 1999] E. Rabian, M. Mansour-Tehrani & A.C. Walker, "Subsea Pipeline Response to seabed Movement due to Faulting", 22nd Annual Offshore Pipeline Technology Conference, Amsterdam, February 1999.

[Rose, 2005] J.-J. Rose, "Faisabilité de la RSE: entre dénonciation, légitimation et médiation", Troisième congrès de l'ADERSE, 2005.

[Rosenberg et al, 1999] L. Rosenberg, A.Gallo & F. Parolek, "Continuous Risk Management Structure of Functions at NASA." American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1999.

[Seila et Banks, 2004] A.F. Seila & J. Banks, "Spreadsheet Risk Analysis using Simulation". Simulation, 1990.

[Skoropowski et al, 2004] J. Skoropowski, W. Guo & F. S. Guillermo, (2004). "Springfield Union Station Intermodal Redevelopment Project – Risk Analysis Study". Independent Study Report. Worcester Polytechnic Institute, 2004.

[Slovic et al, 2004] P. Slovic, M. L. Finucane, E. Peters & D. G. MacGregor, "Risk as Analysis and Risk as Feelings: Some Thoughts about Affect, Reason, Risk, and Rationality." Risk Analysis, Vol.24, No.2, 2004.

[Tschoegl, 2000] A. Tschoegl, *The Key to Risk Management is Management*, 2000.

[Van Slyke, 1993] R.M. Van Slyke, "Monte-Carlo Methods and the PERT problem", *Operations Research*, vol.11, n°5, Sept-Oct, 1993, p.839-860.

[Von Neumann et Morgenstern, 1947] J. Von Neumann & O. Morgenstern, "The Theory of Games and Economic Behavior", 1947.

[Von Reibnitz, 1989] U. Von Reibnitz, "La technique de scénario", AFNOR, 1989.

[Vose, 1996] D. Vose, "Quantitative Risk Analysis", Wiley, New York, 1996.

[Wahlstrom, 1994] B. Wahlstrom, "Models, modelling and modellers : An Application to risk Analysis", *European Journal of Operations Research* 75, 1994, North Holland. Perspective." John Wiley & Sons Ltd, 2003.

[Wells et Coppersmith, 1994] D.L. Wells & K.J. Coppersmith "New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width Area and surface Displacement", *Bulletin of the seismological Society of America*, August 1994.

[Willet, 1901] A. Willet, "The economic theory of risk and insurance", 1901.

[Wilson et Crouch, 2004] R. Wilson & E. A.C. Crouch, "Risk-Benefit Analysis." The Center for Risk Analysis, Harvard University Press, Second Edition, 2001, P8-10.

<http://www.llnl.gov/>

<http://www.projectrisk.com>

<http://www.pvta.com>

RESULTATS D'IDENTIFICATION DES RISQUES

<http://www.sra.org/>

<http://www.iae.univ-lille1.fr/project/mdp/btheque/Resume/FL02.htm>

http://www.lesechos.fr/formations/risques/articles/articles_3_5.htm

<http://www.palisade.com>

<http://www.intaver.com>

<http://www.pertmaster.com>