Table des matières

Dédicace II

Remeciement III

Résumé IV

Abstract V

ملخص VI

Table Des Matieres VII

Liste Des Abreviations Et Les Acronymes XI

Liste Des Figures XII

Liste Des Tableaux XV

Introduction 1

Chapitre 1 : Généralité sur les risques 3

1. Introduction 4
2. Bref historique 4
3. Définitions 5
   - 3. 1 Qu'est ce qu'un aléa ? 5
   - 3. 2 Qu'est ce qu'une vulnérablité ? 5
   - 3. 3 Qu'est ce qu'un risque ? 5
4. Quels sont les facteurs des risques ? 6
5. Quels sont les types des risques ? 6
6. C'est quoi un risque projet ? 6
7. Management des risques (selon la norme ISO 31000) 7
   - 7.1 Principes de gestion des risques 7
   - 7.2 Cadre organisationnel 7

7.2.1 Mandat et engagement 8
7.2.2 Conception du cadre organisationnel 8
7.2.3 Mise en œuvre du management du risque 8
7.2.4 Surveillance et revue du cadre organisationnel 9
7.2.5 Amélioration continue du cadre organisationnel 9
7.3 Processus de management des risques 9
7.3.1 Etablissement de contexte 10
7.3.2 Appréciation du risque 10
7.3.3 Traitement du risque 12
7.3.4 Surveillance et revue du risques 12
7.3.5 Communication et concentration 13
8. Conclusion 13

Chapitre 2 : Outils de gestion des risques.....14

1. Introduction 15
2. Méthodes de gestion des risques..... 15
2.1 Méthodes inductives 15
2.2 Méthodes déductives 15
2.3 Méthodes qualitatives et quantitatives 16
3.4 Méthodes dynamiques et statiques 16
3. Description des différentes méthodes d'analyse et de maîtrise les risques..... 17
3.1 MADS-MOSAR 17
3.1.1 Bref historique de la méthode 17
3.1.2 Description de la méthode mosar 17
3.1.3 Description De Mads 20
3.1.4 Mise en œuvre de la méthode mads-mosar 22
3.1.5 Les avantages de la méthode 25
3.1.6 Les limites de la méthode 26
3.2 AMDEC 26
3.2.1 bref historique de la méthode 26
3.2.2 principe de la méthode 26
3.2.3 objectif de la méthode 27
3.2.4 les types de la méthode 27
3.2.5 la méthodologie de l'AMDEC 29
3.2.6 la mise on œuvre de la méthode 30

3.2.7 les avantages de la méthode 32
3.2.8 les limites de la méthode 32
3.3 APR 32
3.3.1 Bref historique de la méthode 32
3.3.2 Définition 32
3.3.3 Objectif de la méthode 33
3.3.4 Principe de la méthode 33
3.3.5 Les avantages de la méthode 35
3.3.6 Les limites de la méthode 35
3.4 HAZOP 35
3.5 Nœud de papillon 36
3.6 Méthode de l'arbre des défaillances 36
3.7 Méthode de l'arbre des causes 37
3.8 Méthode de l'arbre des d'évènements 37
4. Tableau synthétique des principales méthodes 38
5. Conclusion 39
Chapitre 3 : Présentation d'étude de cas « trémie de BAB EL KARMADINE » .40
1. Introduction 41
2. Description de l'ouvrage 41
3. Les principaux acteurs du projet 42
4. Le cycle de vie de projet 43
5. WBS du projet 44
6. Analyse systémique de trémie 46
6.1 Fonctionnalité du système 46
6.2 Identification des besoins 46
6.3 Analyse de faisabilité 46
6.4 Analyse des exigences 48
6.5 Présentation du système 49
7. L'analyse fonctionnelle de trémie 51
8. L'importance de l'ingénierie des systèmes dans la gestion des risques 53
9. Conclusion 54

Chapitre 4 : Application de la méthode MADS-MOSAR sur la trémie……55

1. Introduction 56
2. Réalisation du RBS (Risk breakdown structure) 56
3. Application de la méthode MADS-MOSAR sur la trémie de BAB EL KERMADINE 59
   3.1 Décomposition du système ……59
   3.2 Identification des sources de danger ……60
   3.3 Association des évènements ……61
   3.4 Construction de processus ……70
   3.5 Association des scénarios ……..74
   3.6 Construction des arbres logiques ……93
   3.7 Évaluation et hiérarchisation des scénarios ……..96
   3.8 Identification des mesures de maîtrise des risques ……..101
4. Conclusion 103

CONCLUSION 104

Bibliographie..... 105

Annexe ……..106

Les acronymes et abréviations

ADD : Arbre Des Défaillances

AF : Analyse fonctionnelle

AMDE : Analyse Des Modes De Défaillance, De Leurs Effets

AMDEC : Analyse Des Modes De Défaillance, De Leurs Effets Et De Leur Criticité

APD : Avant Projet Détaillé

APR : Analyse Préliminaire Des Risqué

APS : Avant Projet Sommaire

BET : bureau d'étude

BT : Barrières Technologiques

BU : Barrières D'Utilisation

C : Criticité

D : Non Détection

DTP : Direction des Travaux Public

CEA : Commissariat A L'énergie

EI : Evènement Initial

EII : Evènement Initiateur Interne

EIE : Evènement Initiateur Externe

EP : Evènement Principale

ENS : Evènement Non Souhaité

EX : Phase D'exécution

F : Fréquence

G : Gravité

HAZOP: HAZard and OPerability studies

ICI: Imperial Chemical Industries

IUT : Institut Universitaire De Technologie

MADS : Méthodologie D'analyse De Dysfonctionnements Des Systèmes

MOSAR : Méthode Organisé Systémique D'analyse Les Risques

P: Probabilité

RBS: Risk Breakdown Structure

SERROR : société d'étude et réalisation des ouvrages d'arts

SDF : Sûreté De Fonctionnement

SS : Sous-Système

UIC: Union Des Industries Chimiques

WBS: Work Breakdown Structur

Liste des figures

Chapitre 1 : Généralité sur les risques 3

Figure 1.1 : Structure de la norme ISO 31000 7
Figure 1.2 : Cadre organisationnel dela gestion du risque 8
Figure 1.3 : Processus de gestion du risque 9
Figure 1.4 : Traitements Des Risques 12

Chapitre 2 : outils de gestions des risques 14

Figure 2.1 : Méthodes inductives et déductives 15
Figure 2.2 : Historique de MADS-MOSAR 17
Figure 2.3 : Description de MOSAR 19
Figure 2.4 : Le modèle MADS 20
Figure 2.5 : Processus de danger 20
Figure 2.6 : Typologie des flux de danger 21
Figure 2.7 : Méthodologie de MADS-MOSAR 23
Figure 2.8 : Types des évènements 23
Figure 2.9 : Différents types des barrières 25
Figure 2.10 : Repères historique de l'AMDEC 26
Figure 2.11: Le principe de l'AMDEC 27
Figure 2.12 : Les différents types de l'AMDEC 27
Figure 2.13 : L'AMDEC Produit 28
Figure 2.14 : Méthodologie de l'AMDEC 30
Figure 2.15: Principe de l'APR 32
Figure 2.16 : L'APR dans le processus de management des risques 34
Figure 2.17 : Principe de l'HAZOP 35
Figure 2.18 : Principe de nœud de papillon 36

Chapitre 3 : Présentation d'étude de cas « Trémie de BABA EL KARMADINE » 40

Figure 3.1 : Les points de conflit au carrefour 41
Figure 3.2 : Trémie de BAB EL KARMADINE 42
Figure 3.3 : Cycle de vie de projet 43
Figure 3.4 : WBS de lé trémie de BAB EL KAMADINE 45
Figure 3.5 : Les exigences principales du système 48
Figure 3.6 : Présentation systémique de la trémie 50
Figure 3.7 : Démarche d'analyse fonctionnelle 51
Figure 3. 8 : Analyse fonctionnelle de la trémie 52

Chapitre4 : L'application de la méthode MADS-MOSAR sur la trémie 55

Figure 4.1 : RBS de lé trémie de BAB EL KAMADINE 57
Figure 4.2 : Construction des processus pour le SS1 71
Figure 4.3 : Construction des processus pour le SS2 71
Figure 4.4: Construction des processus pour le SS3 72
Figure 4.5 : Construction des processus pour le SS4 72
Figure 4.6: Construction des processus pour le SS5 72
Figure 4.7 : Construction des processus pour le SS6 73
Figure 4.8 : Construction des processus pour le SS7 73
Figure 4.9: Construction des processus pour le SS8 74
Figure 4.10: Association des scénarios pour le SS1 75
Figure 4.11 : Association des scénarios pour le SS2 77
Figure 4.12 : Association des scénarios pour le SS3 79
Figure 4.13 : Association des scénarios pour le SS4 80
Figure 4.14 : Association des scénarios pour le SS5 81
Figure 4.15: Association des scénarios pour le SS6 82
Figure 4.16: Association des scénarios pour le SS7 84
Figure 4.17: Association des scénarios pour le SS8 85
Figure 4.18: Association des scénarios longs 88
Figure 4.19 : Arbre logique pour l'arrêt de chantier 94
Figure 4.20: Arbre logique pour la blessure 95

Rapport-Gratuit.com

Figure 4.21 : Grille de criticité pour le SS1 ……96
Figure 4.22 : Grille de criticité pour le SS2 ……97
Figure 4.23 : Grille de criticité pour le SS3 ……97
Figure 4.24 : Grille de criticité pour le SS4 ……98
Figure 4.25 : Grille de criticité pour le SS5 ……98
Figure 4.26 : Grille de criticité pour le SS6 ……99
Figure 4.27 : Grille de criticité pour le SS7 ……99
Figure 4.29 : Grille de criticité pour le SS8 ……100
Figure 4.29 : Grille de criticité pour les scénarios longs ……100

Liste des tableaux

Chapitre 2 : Outils de gestion des risques 14

Tableau 2.1 : Classification des principales méthodes de la gestion des risques 16

Tableau 2.2 : Typologie associée aux barrières 25

Tableau 2.3 : Tableau synthétique des principales méthodes 38

Chapitre 3 : Présentation d'étude de cas « Trémie de BABA EL KARMADINE » 40

Tableau 3.1 : Caractéristique de la trémie 42

Tableau 3.2 : Les principaux intervenants du projet et leurs rôles 43

Tableau 3.3 : Les facteurs des risques liés aux différents acteurs de projet 43

Tableau 3.4 : Faisabilité de projet de la trémie de BAB EL KARMADINE 47

Chapitre4 : L'application de la méthode MADS-MOSAR sur la trémie 55

Tableau 4.1 : Classification des risques dans un projet de trémie 58

Tableau 4.2 : Décomposition fonctionnelle du projet de trémie 59

Tableau 4.3 : Grille de typologie des systèmes sources de danger 60

Tableau 4.4 : Association des évènements pour SS1 62

Tableau 4.5 : Association des évènements pour SS2 63

Tableau 4.6: Association des évènements pour SS3 64

Tableau 4.7 : Association des évènements pour SS4 65

Tableau 4.8 : Association des évènements pour SS5 66

Tableau 4.9 : Association des évènements pour SS6 ... .67

Tableau 4.10: Association des évènements pour SS7 68

Tableau 4.11 : Association des évènements pour SS8 69

Tableau 4.12: identification des barrières 102

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Introduction générale

L'augmentation des risques ainsi que la fréquence et l'intensité accrues des sinistres au cours des dernières décennies mettent en évidence le besoin de prévenir ces situations et de se préparer à y répondre au moment où elles surviennent. En vue de prévenir ces phénomènes et de minimiser leur impact, la gestion des risques prend un essor considérable ces dernières années.

Avec l'évolution rapide et les changements qui ont subi plusieurs secteurs, et plus particulièrement les secteurs de l'industrie et du BTP, la gestion de projet est devenue très importante pour la réussite des projets. Une mauvaise organisation et une absence de management des risques rendent le projet exposé à plusieurs menaces qui peuvent perturber l'atteinte des objectifs en termes de performance, coûts et délais.

Tout ouvrage de construction implique différents acteurs, plusieurs phases du projet ainsi que leur environnement, ce sont tous des différentes sources qui peuvent nuire au déroulement de ces projets. Dans notre cas, on va étudier la gestion des risques des projets de trémie en Algérie qui est en croissance remarquable.

La mise en place d'une stratégie pour la gestion des risques dans un projet de trémie en milieu urbain nécessite de nombreuse méthode et outils.

Pour cela, l'objectif de notre projet sera d'utiliser la méthode MADS-MOSAR par une approche systémique et fonctionnelle dans le but de minimiser et maitriser les risques pour atteindre une meilleure qualité.

Notre projet de fin d'étude comprend quatre chapitres :

Le premier chapitre consiste à présenter les différentes définitions du risque ainsi la structure général de la norme iso 31000 qui comporte des principes, un cadre organisationnel et le processus de la gestion des risque

Le deuxième chapitre détaillera l'ensemble des outils qui vont être utilisés par la suite, principe, historique ainsi la mise en œuvre tout en donnant leur avantages et limites.

Le troisième chapitre consiste à présenter l'étude de cas « trémie de BAB EL KARMADINE ». Ainsi une approche systémique et fonctionnelle y seront développé en montrant leur importance dans la gestion des risques.

Le quatrième et le dernier chapitre de ce mémoire consiste à identifier les principaux risques on utilisant le RBS (risk breakdown structure). En suite, en appliquera la méthode MADS-MOSAR sur notre cas on passant par toutes les étapes dans le but de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour la gestion des risques.

Chapitre 1: Généralité sur les risques

Nommer les choses, c'est leur enlever leur danger.

Amélie Nothomb

1. Introduction

Au cours d'un projet de construction, de nombreux risques ou incertitudes susceptibles de perturber le déroulement de ce projet tels que les dépassements des délais et de budget. Et les causes de ces derniers peuvent être d'origine multiple (technique, mauvaise prise en compte des exigences, mauvaise communication et organisation du projet, la multiplicité des acteurs...).
La gestion des risques permet d'assurer le déroulement de projet dans les meilleures conditions, et la norme ISO 31000 répond bien à notre problématique. Ce chapitre présente une généralité sur les risques, ainsi l'approche de la gestion des risques suivant la norme ISO 31 000.

2. Bref historique sur la gestion des risques

1950
- Naissance de gestion des risques en économie sous forme de transfert vers l'assurance pour protéger les entreprises.
- Apparition de la gestion des risques dans l'armée américaine et aussi dans l'industrie.

1960
- Élaboration de l'AMDE par l'armée américaine.
- Élaboration de L'APR.
- L'élaboration de l'arbre de défaillance
- Mise en place des différentes activités de prévention des risques et d'auto-assurance.
- Élaboration de l'HAZOP en 1965.
- Des activités de protection et de couverture contre les maladies et les accidents du travail.

1970
- Élaboration de l'arbre des causes.
- Élaboration de l'arbre d'évènement.
- L'élaboration de MOSAR

1980
- Constitution du MADS par CEA et IUT

1990
- Les activités de gestion du risque opérationnel et du risque de liquidité dans l'économie.
- l'émergence de la réglementation internationale des risques.
- Intégration de la méthode MOSAR dans le groupe MADS et elle est devenue MADS-MOSAR

2000
- L'apparition de la norme ISO 31000 spécifique pour Management du risque - Principes et lignes directrices
- la norme ISO 31010/IEC spécifique pour Gestion des risques - Techniques d'évaluation des risques
- ISO Guide 73 spécifique au Management du risque - Vocabulaire

3. Définitions

3.1 Qu'est ce qu'un aléa ?

La probabilité d'occurrence d'un événement ou d'une combinaison d'événements conduisant à une situation dangereuse.

3.2 Qu'est ce qu'une vulnérabilité ?

La vulnérabilité est la susceptibilité d'un système d'enjeux à subir des dommages sous l'action d'un danger.

La vulnérabilité est la mesure des conséquences dommageables de l'évènement sur les enjeux en présence (par exemple le patrimoine construit ou la population). Elle peut être physique ou fonctionnelle, humaine, socio-économique et environnementale.

Pour définir la vulnérabilité d'un site, on peut utiliser la vulnérabilité dite analytique, qui consiste à déterminer pour les différents enjeux les dommages liés à différents niveaux d'aléas. Cette méthode permet d'analyser la vulnérabilité d'un site élément par élément.
La norme ISO définie la vulnérabilité comme suite : « Propriétés intrinsèques de quelque chose entraînant une sensibilité à une source de risque pouvant induire une conséquence. » (ISO Guide 73/2009)

3.3 Qu'est ce qu'un risque ?

La norme ISO31 000 définie le risque comme l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs. C'est-à-dire la possibilité qu'il y ait un écart positif ou négatif par rapport à une attente. (Les objectifs peuvent avoir différents aspects (par exemple : délais, coûts,…) et peuvent concerner différents niveaux (niveau stratégique, niveau d'un projet, d'un produit, d'un processus ou d'un organisme)).

« Le risque combine la probabilité d'un événement et ses conséquences » (selon Guide 73 de l'ISO, 2002)

Alors, en peut conclure qu'un risque est défini et mesuré comme le produit d'un aléa par une vulnérabilité.

Risque = Aléa*Vulnérabilité

= (Probabilité*Intensité)*Vulnérabilité

= Probabilité*(Intensité*Vulnérabilité)

= Probabilité*Gravité

4. Quels sont les facteurs des risques ?

Un facteur de risque est un élément déclencheur d'une perte. Il constitue donc l'origine d'un risque ou d'un ensemble de risques. Les facteurs de risque peuvent être divisés:

- ✓ en facteurs d'origine biologique et chimique.
- ✓ en facteurs liés à l'environnement (physique, organisation au travail)
- ✓ en facteurs de risque liés aux comportements individuels ou sociaux.

Un facteur de risque peut être localisé selon son origine :

- ✓ Endogène : généré par l'organisation elle-même ou à l'intérieur du périmètre qu'elle contrôle.
- ✓ Exogène : généré à l'extérieur du périmètre de contrôle de l'entreprise.

5. Quels sont les types des risques ?

- **Les risques naturels**

Un risque naturel désigne un risque lié aux phénomènes naturels tels que : tempête, tremblement de terre, sécheresse, inondation,…etc.

- **Les risques technologiques**

Peut se définir comme tout événement accidentel se produisant sur un site industriel

- **Les risques économiques**

– Ceux liés aux crises monétaires et financières : les risques pays.
– Ceux de taux de crédit s'ils évoluent défavorablement
– Ceux de change avec la variation des cours des monnaies
– Ceux de marché et de la loi de l'offre et de la demande
– Les risques sur la facilité à acheter ou à revendre un actif : c'est-à-dire de liquidité.

- **Les risques professionnels**

– Accident de travail
– Maladie professionnelle

- **Guerres et terrorisme**

6. C'est quoi un risque projet ?

Le risque du projet correspond à un événement ou une situation dont la concrétisation, incertaine, aurait un impact positif ou négatif sur au moins un objectif du projet tel que les délais, le coût, le contenu ou la qualité (Guide PMBOK, 3ème édition, 2004).

Pour un projet, les risques structurels induits par la mauvaise prise en compte des exigences, la mauvaise organisation ou une technologie insuffisante et les risques conjoncturels liés aux aléas du déroulement et à la conduite du projet, peuvent contrarier l'atteinte de ses objectifs en termes de performances, coûts et délais .

7. Management des risques (Norme ISO 31 000)

Des activités coordonnées dans le but de diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque.
La norme ISO 31 000 propose une approche globale pour la gestion des risques, elle s'agit à 3 trois points principaux : des principes, un cadre organisationnel et le processus de gestion des risque, comme il est montré dans la figure 1.1.

Figure 1.1 Structure de la norme ISO 31000 [Alex Dali, Mai 2011]

7.1 Principes de gestion des risques

La norme ISO 31000 édicte 11 principes fondamentaux pour le management du risque :

- Engendre de la valeur
- S'intègre aux processus organisationnels
- S'intègre aux processus de prise de décision
- Traite explicitement de l'incertitude
- Systématique, structuré
- S'appuie sur la meilleure information disponible
- Adaptée à chaque situation
- Intègre les facteurs humains et culturels
- Transparent et participatif
- Dynamique, itératif et réactif
- Facilite l'amélioration continue de l'organisme

7.2 Cadre organisationnel

C'est un ensemble d'éléments établissant les fondements et dispositions organisationnelles présidant à la conception, la mise en œuvre, la surveillance la revue et l'amélioration continue du management du risque dans tout l'organisme (ISO Guide 73, 2009)
Le cadre organisationnel va permettre de décliner le management du risque à tous les niveaux de l'organisme. Il va assurer, entre autre, que les informations liées au risque seront

remontées, classées et structurées afin de garantir leur qualité et leur pertinence (ISO 31 000, 2009).

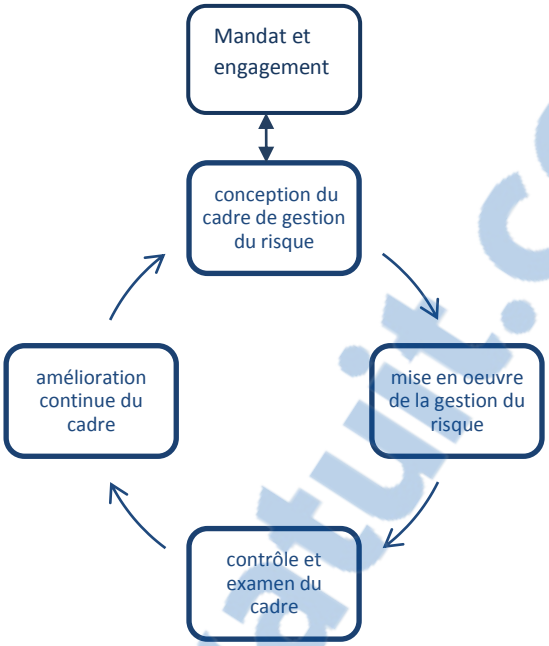


Figure 1.2 Cadre de gestion du risque (ISO 31 000 ,2009)

7.2.1 Mandat et engagement

C'est l'engagement de l'organisme pour mettre une politique ou une stratégie de gestion des risques fixant les attendus du système, et de s'engager à mettre en place de toutes les ressources nécessaires à la mise en œuvre de cette politique et de motiver tous les acteurs pour participer a cette politique. Il lui appartient également de communiquer sur les avantages du management des risques pour convaincre l'ensemble des acteurs d'y participer activement, chacun à son niveau, et leur permettre de comprendre les décisions qui y sont prises.

7.2.2 Conception du cadre organisationnel

Il s'agit de décrire les dispositions mises en place pour permettre la réalisation des engagements pris.
Il est donc nécessaire de préciser les orientations à suivre puis de décliner ces orientations en objectifs quantifiés. Parallèlement, l'engagement de l'organisme sera concrétisé par une évaluation et une allocation des ressources nécessaires à la réalisation des objectifs.

7.2.3 Mise en œuvre du management du risque

Il s'agit de l'exécution des engagements pris. Il faut donc déterminer, planifier et déployer les actions visant à la maîtrise des risques. C'est à ce niveau que se situe l'interface entre le cadre organisationnel et le processus de management du risque.

Rapport-Gratuit.com

7.2.4 Surveillance et revue du cadre organisationnel

Tout système de management doit être doté d'outils de mesure permettant de vérifier l'efficacité du système. Ces mesures sont suivies et analysées dans le cadre de revues.
La surveillance peut s'appliquer au cadre organisationnel de management du risque, un processus de management du risque, un risque ou un moyen de maîtrise du risque.

7.2.5 Amélioration continue du cadre organisationnel

L'efficacité du système ayant été analysée, il reste à apporter les améliorations nécessaires, c'est-à-dire à juger de la pertinence des moyens déployés, de la prise en compte des responsabilités données pour le but d'ajuster la conception initiale.

7.3 Processus de management du risque

C'est l'application systématique de politiques, procédures et pratiques de management aux activités de communication, de concertation, d'établissement du contexte, ainsi qu'aux activités d'identification, d'analyse, d'évaluation, de traitement, de surveillance et de revue des risques. (ISO Guide 73, 2009)
Cette étape se décompose selon la norme ISO 31000 en sept activités, comme elle est schématisée sur la figure1.3

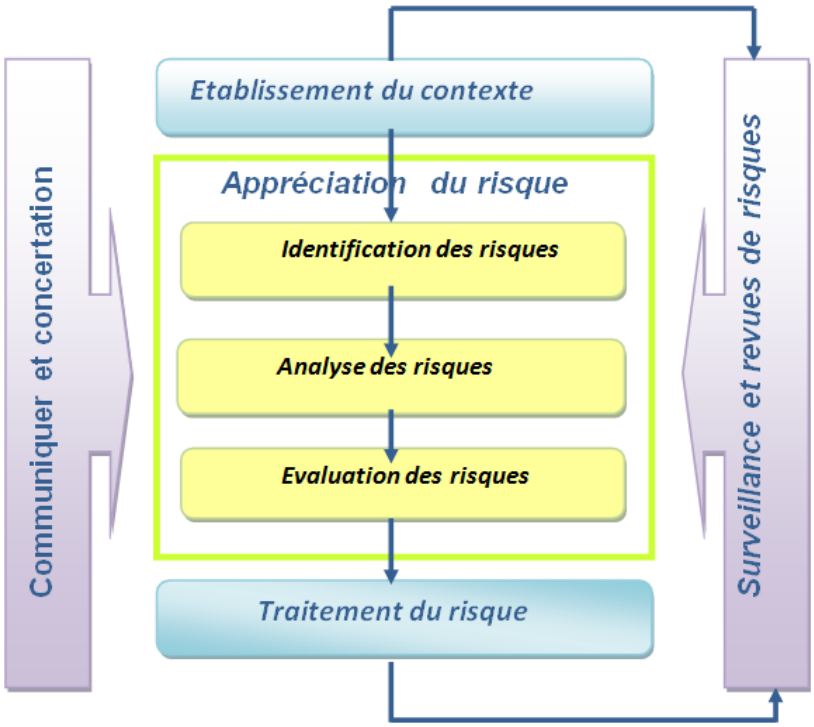


Figure 1 .3 Processus de gestion du risque (ISO 31000, 2009)

7.3.1 Etablissement de contexte

Cette étape consiste à définir les paramètres fondamentaux et l'environnement dans lequel le management des risques doit s'intégrer. Il s'agit de prendre en compte à la fois l'environnement interne et externe ainsi que les objectifs de la mise en place du management du risque. Elle utilise les éléments du cadre organisationnel et elle touche 3 contextes :

a. **Contexte externe :** dans lequel se réalise le projet, pour comprendre les aspects qui peuvent influencer sur l'organisation du management des risques :

- l'environnement social, culturel, politique, linguistique,…
- l'environnement légal et réglementaire,
- l'environnement naturel,
- l'environnement concurrentiel,
- les relations avec les autres parties prenantes externes au projet.

b. **Contexte interne :** qui nécessite d'être pris en compte dans le processus :

- les parties prenantes internes au projet, leurs valeurs, la perception de leur rôle dans le projet, le poids des usages et des cultures,
- le mode de gouvernance des parties prenantes au projet, les rôles et responsabilités des acteurs, leurs objectifs,
- les systèmes de management préexistants,
- les modes de communication des parties prenantes entre elles,
- les ressources et compétences des parties prenantes.

c. **Contexte processus :** de management des risques :

- en spécifiant et en justifiant les ressources qui sont mises en œuvres,
- en définissant les rôles et responsabilités des acteurs du processus,

7.3.2 Appréciation du risque

*C'est l'*ensemble du processus d'identification, d'analyse et d'évaluation les risque.

7.3.2.1 Identification du risque

Cette étape vise à identifier les risques qu'il faudra gérer, cette identification implique l'identification des sources, des événements et des conséquences potentielles qui perturbe le déroulement de projet ou d'affecter ses objectifs, elle se fait par trois types d'analyse :

a. **Analyser les caractéristiques du projet**

Où on doit savoir tous ce qui concerne le projet tel que

- La taille du projet et sa durée
- Technique et processus de réalisation
- L'objectif
- Cible (clients)

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

b. Repérer « tous » les risques

On utilisant les méthodes qui peuvent nous indiquer au maximum des risques tels que les méthodes :

- Rétrospective : analyse des incidents ayant eu lieu dans le passé.

Il doit exister un système d'information permettant de collecter et d'enregistrer les problèmes passés dans des projets pareils.

- Prospective : Etude se basant sur :
- L'analyse de processus
- L'analyse systémique et fonctionnelle
- Analyse de chaque élément de processus
- Recherche des défaillances possibles

c. Classer les risques

Par nature du dysfonctionnement

- Mauvaises conceptions
- Mauvaises règles de gestion

Par étape du projet

- Risque de conception
- Risque de réalisation
- Risque de management de projet (compétences, ...)

7.3.2.2 Analyse du risque

Cette étape vise à comprendre le mécanisme de risque. Il s'agit de modéliser les causes et les conséquences d'un évènement ayant un impact sur les objectifs. C'est-à-dire :

- Déterminer qualitativement et quantitativement la vraisemblance du risque.
- Déterminer la gravité du risque et l'ampleur des conséquences possible.

7.3.2.3 Évaluation du risque

Cette étape consiste à estimer les risques et comparer leur niveau lors de la simulation des scénarios des risques avec les critères de risque établis lors de l'établissement du contexte. Si le niveau de risque ne satisfait pas les critères d'acceptabilité, il convient que le risque fasse l'objet d'un traitement. L'objet de cette étape est de prendre des décisions sur les risques qui doivent être traités en s'appuyant sur les résultats de l'analyse.

La valeur d'un risque s'exprime par une simple multiplication de la gravité et la probabilité de survenance de ce risque, ce qu'on l'appelle aussi par le terme « criticité ».

Criticité = P x G

7.3.3 Traitement du risque

Cette étape consiste l'identification de l'ensemble des options existantes pour le traitement des risques, l'évaluation de ces options et la préparation d'un plan de traitement des risques. On se focalise sur trois grandes étapes :

- Accepter le risque
- Réduire le risque
- Financer le risque

Les solutions de réduction du risque sont :

- supprimer la source de risque, le danger, ou la cible ;
- mettre le risque sous surveillance ;
- réduire la vraisemblance (prévention) et/ou la gravité (protection) (figure 1.4).

Les solutions de financement du risque sont :

- transférer le risque (principe de l'assurance) ;
- provisionner le risque (mécanisme comptable réservant du résultat).

Dans tous les cas, il faudra définir un objectif, c'est-à-dire un niveau de risque résiduel à atteindre, planifier les actions à entreprendre pour atteindre cet objectif puis évaluer le résultat obtenu.

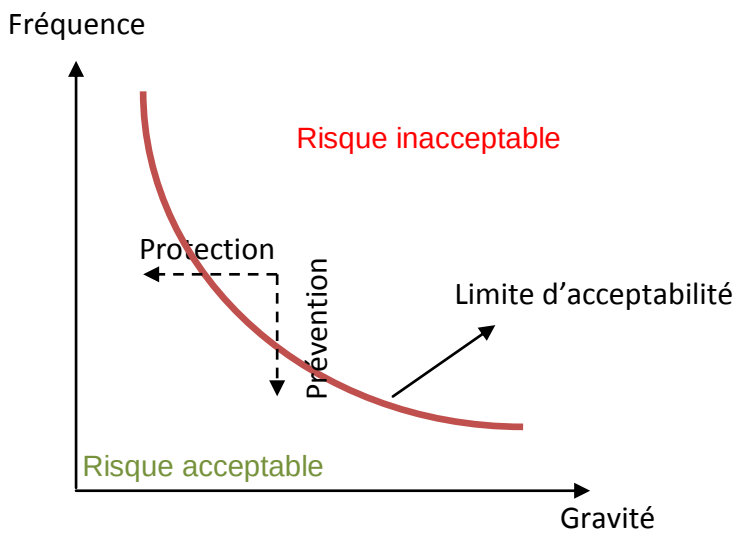


Figure 1.4 Traitements des risques

7.3.4 Surveillance et revues de risques

Le contexte du projet peut évoluer et de nouvelles sources de risques peuvent apparaitre. Des modifications peuvent intervenir dans le contenu du projet. Certains risques vont se concrétiser, des risques potentiels vont disparaitre. Il est donc nécessaire de mettre en place une surveillance et d'effectuer de manière régulière des revues de risques pour s'assurer de l'efficacité des traitements mis en œuvre, de l'évolution du contexte et pour analyser l'expérience des événements, des succès ou des échecs, y compris dans l'application du processus. Cette surveillance permet aussi d'identifier les nouveaux risques et d'affiner l'appréciation des risques, de modifier leur vraisemblance ou de réévaluer leurs impacts. Les

revues des risques sont planifiées régulièrement. Elles sont en particulier associées aux grandes étapes de la vie du projet. Cette étape implique une amélioration continue du processus de management.

7.3.5 Communication et concertation

Processus itératifs et continus mis en œuvre par un organisme afin de fournir, partager ou obtenir des informations et d'engager un dialogue avec les parties prenantes et autres parties, concernant le management du risque.

8 Conclusion

La prise en compte des risques et des opportunités est un facteur clé de respect des objectifs du projet, et pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de mettre en œuvre un management efficace des risques.

La norme ISO 31 000 qui est une norme des bonnes pratiques, propose une approche générique du Management des risques. Elle est structurée en 4 grandes sections : la première définit le vocabulaire employé dans la norme, la seconde établit les principes, la troisième décrit le cadre organisationnel et la quatrième expose le processus de Management des risques. Elle concerne tout type d'organisme, de tous secteurs et de toutes tailles dans le but d'harmoniser les démarches en termes de principes et de processus.

Dans ce contexte, plusieurs approches et méthodes ont été élaborées pour la gestion des risques. Ces dernières visent à analyser les risques qualitativement et quantitativement afin de mettre en place les actions d'amélioration.

Chapitre 2 : Outils de gestion des risques

Ce qui noie quelqu'un, ce n'est pas le plongeon, mais le fait de rester sous l'eau. Paulo Coehlo

1. Introduction

Pour répondre au besoin croissant des organisations tout en minimisant le danger, la gestion des risques est devenue une activité complémentaire et incontournable au sein des organisations. Surtout dans le secteur de la construction, où la recherche de la sûreté des projets et la sécurité des personnes est devenu très importante. Pour cela, plusieurs approches ont été consacrées afin de permettre une meilleure analyse des risques dans le but de les maîtriser.

En va présenter par la suite, les différentes méthodes de la gestion des risques, plus précisément la méthode MADS-MOSAR qui sera utilisée dans notre étude de cas.

2. Méthodes de gestion des risques

Il existe plusieurs manières de classer les méthodes d'analyse les risques, nous retiendrons ici trois de ces classements :

- méthodes inductives ou déductives.
- méthodes qualitatives ou quantitatives.
- méthodes statiques ou dynamiques.

Dans notre étude, on va s'intéresse beaucoup plus aux méthodes inductives et déductives.

2.1 Méthodes Inductives

Elles sont initiées à partir des causes d'une situation à risque pour en déterminer les conséquences. Ces méthodes sont aussi appelées montantes car, à partir des événements causes définis au niveau éléments, elles permettent d'induire les événements conséquences au niveau sous-système ou système.

2.2 Méthodes déductives

Elles sont initiées à partir des conséquences d'une situation à risque pour en déterminer leurs causes. Ces méthodes sont aussi appelées descendantes car, à partir des événements conséquences définis au niveau système ou sous-système, elles permettent de déduire les événements causes combinées au niveau élémentaire.

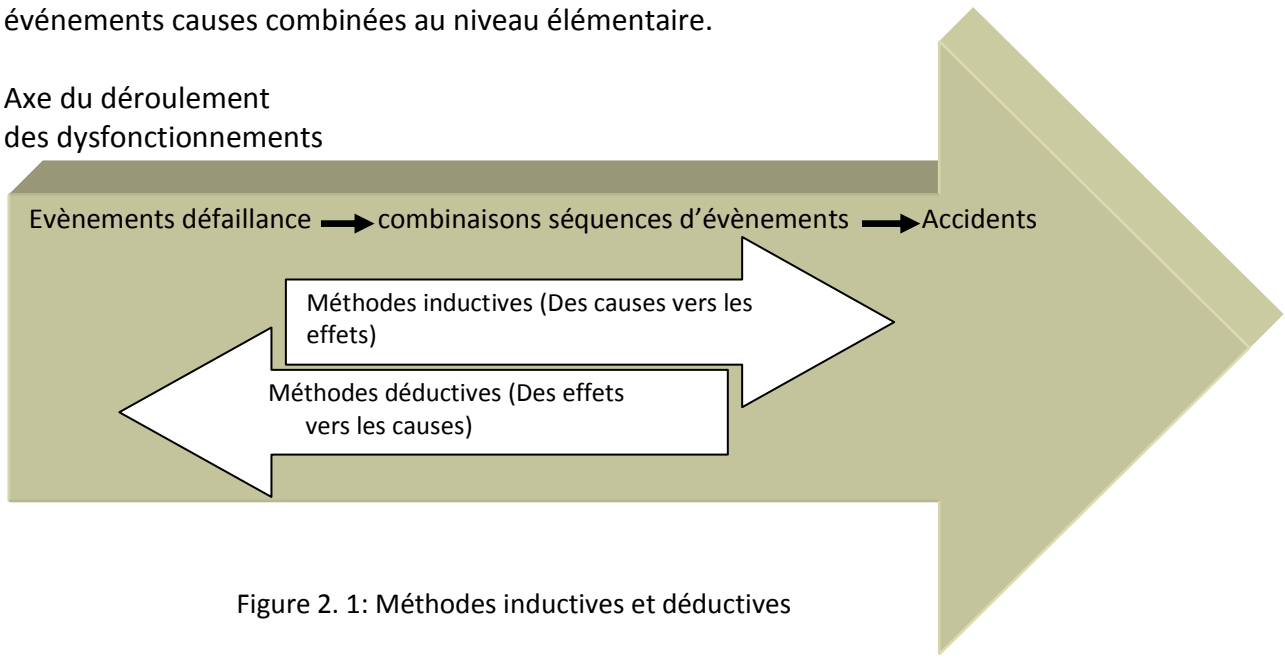


Figure 2. 1: Méthodes inductives et déductives

2.3 Méthodes qualitatives et quantitatives

Les méthodes qualitatives consistent à donner une appréciation. On cherchera à déterminer avec une analyse qualitative quelles occurrences sont possibles. Par contre, les méthodes quantitatives consistent à caractériser numériquement le système à analyser, en déterminant par exemple le taux de défaillance, la probabilité d'occurrence d'une défaillance, les coûts des conséquences, …

2.4 Méthodes dynamiques et statiques

Une méthode dynamique permet de prendre en compte l'évolution de la configuration des composants du système au cours du temps. Alors qu'une méthode statique étudie un système à différents instants de son cycle de vie, c-à-d. pour différents états possibles sans pour autant s'intéresser aux transitions entre ces états.
Le tableau au dessous regroupe les principales méthodes d'analyse les risques selon leur type.

Tableau 2.1 : classification de principales méthodes de la gestion des risques

La méthode	typologie
MADS-MOSAR	• Quantitative et Qualitative • inductive • Statique
AMDEC	• Quantitative et Qualitative • Inductive • Statique
APR	• Qualitative • Inductive • Statique
HAZOP	• Qualitative • Inductive • Statique
Nœud de Papillon	• Quantitative • Déductive et Inductive • Statique
Arbre des conséquences	• Quantitative • Inductive • Statique
A.D.D (Arbres de Défauts ou de Défaillance)	• Quantitative • déductive • Statique
Arbre des causes	• Qualitative • Déductive • Statique
Digramme Causes-Conséquences	• Quantitative • Déductive et Inductive • Statique

3. Description des différentes méthodes d'analyse et de maîtrise les risques

3.1 MADS-MOSAR

3.1.1 Bref historique de la méthode

L'analyse des risques dans une installation industrielle ou un projet de construction nécessite une démarche bien adaptée, une méthode cohérente est proposée dans ce but, la méthode organisée systémique d'analyse des risques « MOSAR » qui fait l'appel à une méthodologie de dysfonctionnement des systèmes « MADS » ce qu'on l'appel « MADS-MOSAR »répond bien à notre besoin, l'apparition de cette méthode a vécu plusieurs dates importantes qui ont citées par la suite dans la figure2.2.

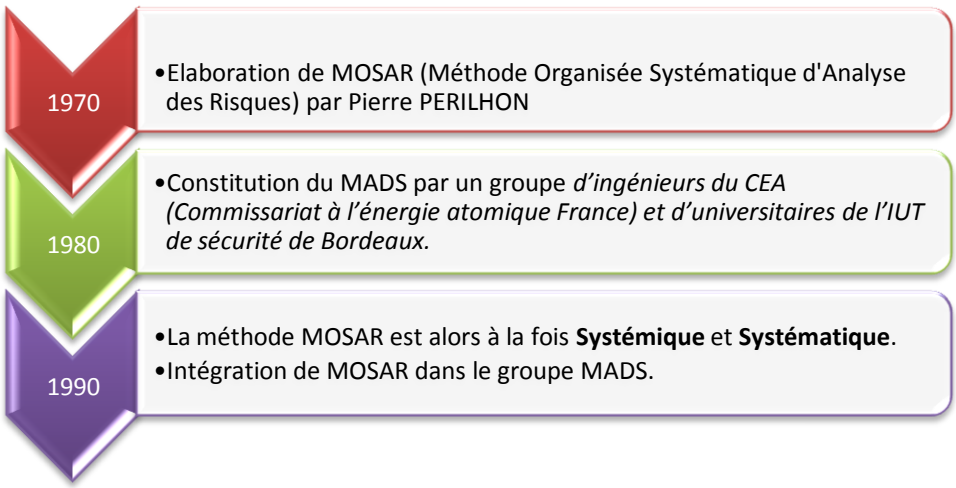


Figure 2.2 Historique de MADS-MOSAR

3.1.2 Description de la méthode MOSAR (Méthode Organisée Systémique d'Analyse des Risques)

MOSAR est une méthode générique qui permet d'analyser les risques techniques d'une installation et d'identifier les moyens de prévention nécessaires pour les neutraliser. Elle s'applique aussi bien dés la conception d'une installation nouvelle qu'au diagnostic d'une installation existante. Elle s'articule autour de deux modules : (figure2.3)

Module A (vision macroscopique) : permet de réaliser une analyse des risques principaux à partir d'une décomposition de système étudié en sous-système. On commence par identifier de manière systématique en quoi chaque sous-système peut être source de danger puis on cherche comment ils peuvent interagir entre eux et avec leur environnement pour générer des scénarios d'accidents. Pour cela, on fait référence à une grille de typologie des systèmes sources de danger et on utilise le modèle MADS qui relie sources de danger avec les cibles. L'utilisation de la technique des boîtes noires permet de générer des scénarios de risque d'interaction entre les

sous-systèmes qui rassemblés sur un même évènement constituent un arbre logique ou arbre d'évènements.

Module B (vision microscopique) : permet de réaliser une analyse détaillée de l'installation et notamment il met en œuvre les outils de la sûreté de fonctionnement pour la recherche des dysfonctionnements techniques des installations. Il met aussi en œuvre les approches de l'analyse opératoire pour la recherche des dysfonctionnements opératoires.

Rapport-Gratuit.com

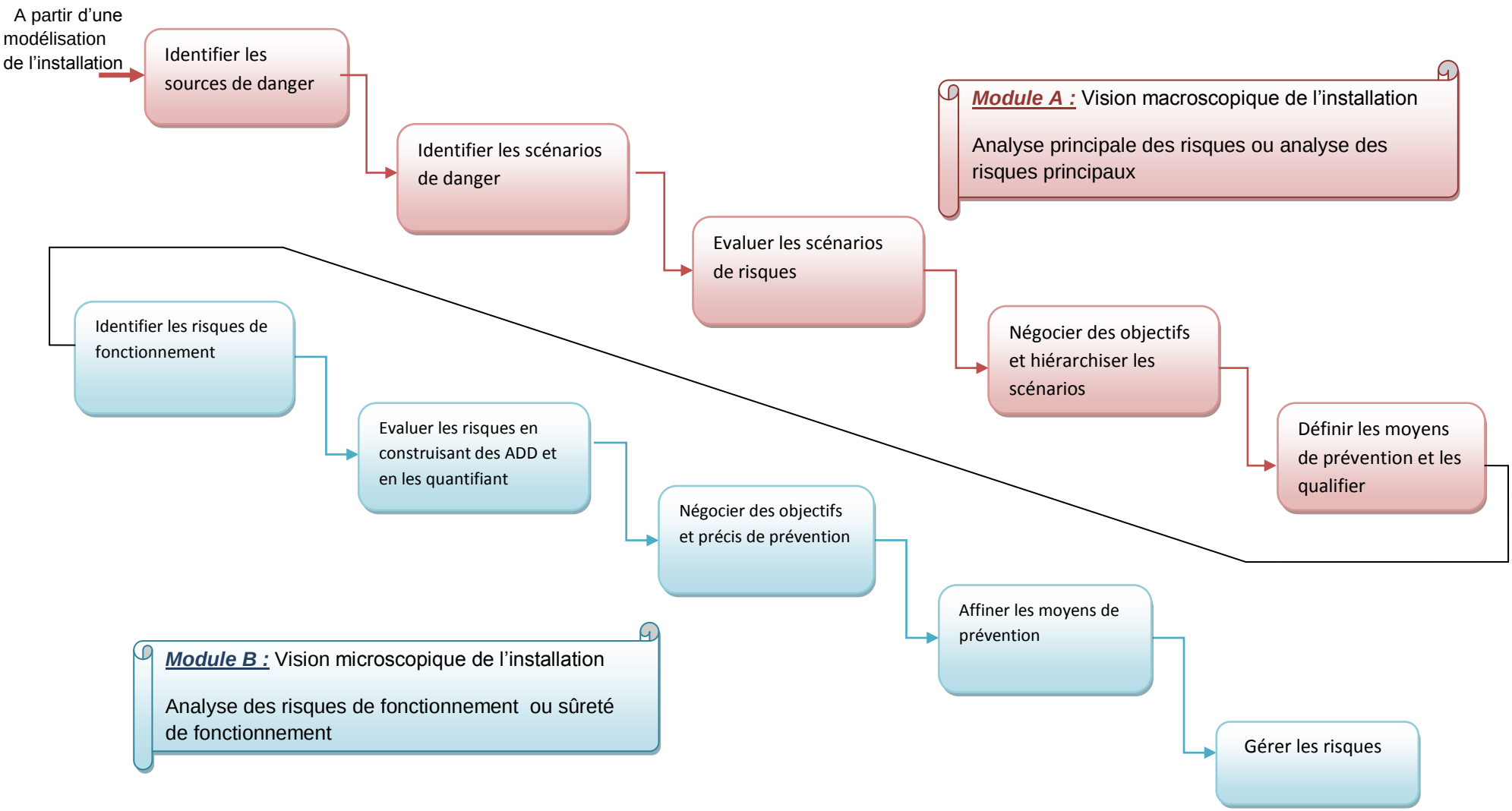


Figure 2.3 Description de MOSAR

3.1.3 Description de MADS

Le modèle MADS : méthodologie de dysfonctionnement des systèmes appelée aussi univers de danger est un outil qui permet de construire et de comprendre la problématique de l'analyse des risques. Il est construit sur les bases des principes de la modélisation systémique.

L'univers du danger est formé de deux systèmes appelés système source de danger et système cible, en interaction et immergés dans un environnement actif. (figure2.4)

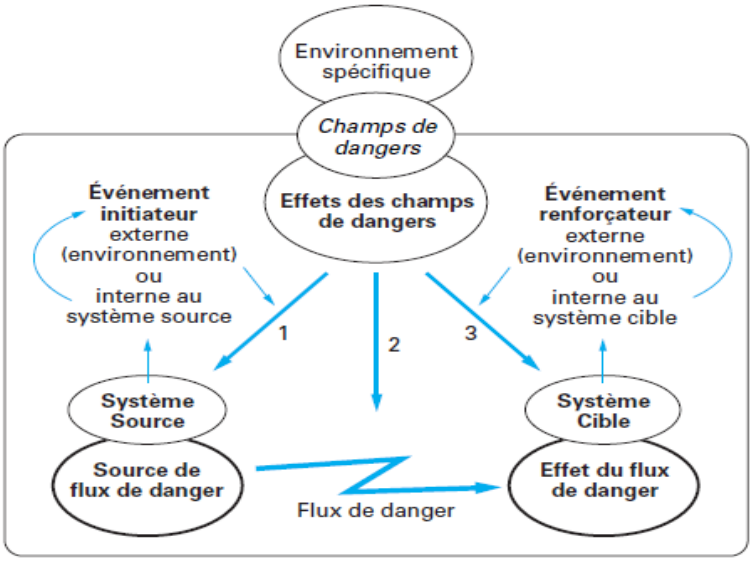


Figure 2.4 Le modèle MADS (PERILHON P., 2012)

Les interactions entre ces deux systèmes se font sous forme de processus c'est-à-dire d'échange de flux de matière, énergie, information entre les deux systèmes dans le temps l'espace et la forme.(figure 2.5)

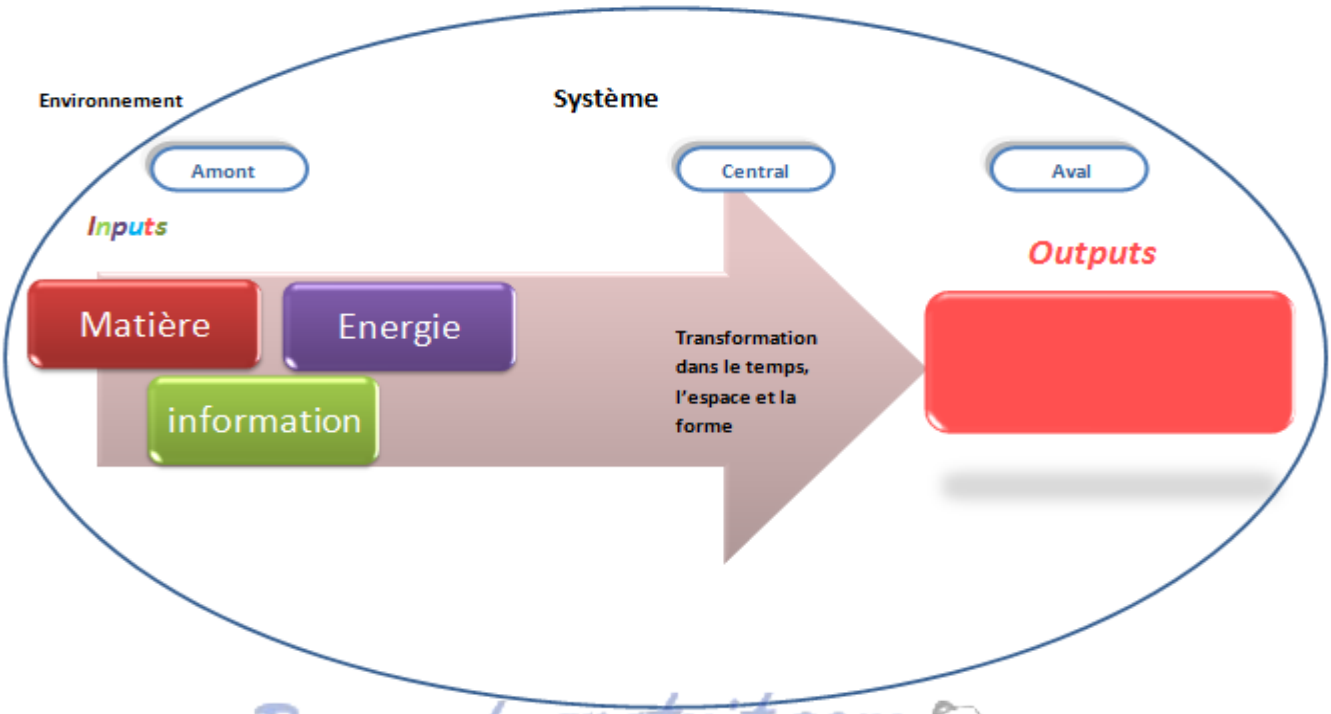


Figure 2.5 Processus de danger

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

La modélisation des deux systèmes se fait suivant les problèmes posés sur leur structure, leur fonctionnement, leur relation avec l'environnement et leur évolution.

On fait donc apparaître les points suivants :

- ✓ Identifier l'évènement non souhaité (flux de danger);
- ✓ Identifier les systèmes sources de danger;
- ✓ Identifier les systèmes cibles (l'effet de danger) ;
- ✓ Le processus de danger ;
- ✓ Identifier de champ de danger ;
- ✓ Evènement initiateur ;
- ✓ Evènement renforçateur ;

Le système source et le système cible étant eux-mêmes animés de processus, ces événements initiateurs et renforçateurs peuvent provenir respectivement en interne des systèmes sources de danger et des systèmes cibles.
Les flux de danger peuvent être décrits sous forme de processus par des *processeurs de champ* tels que (figure 2.6) :

— des processeurs de temps : flux chronique, flux limité ;
— des processeurs d'espace : flux concentré, flux diffus.

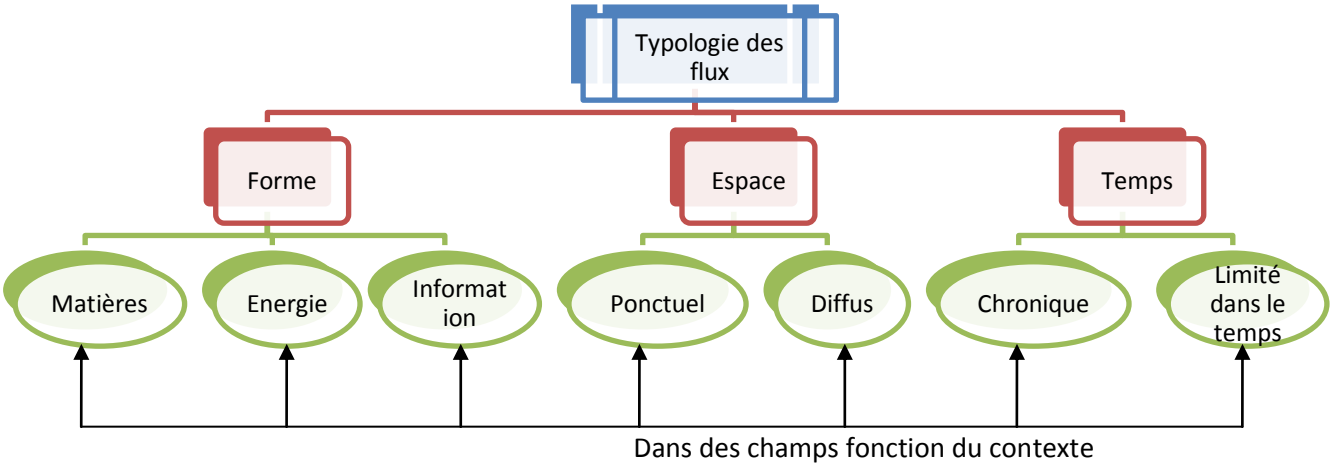


Figure 2.6 : Typologie des flux de danger (Pierre PERILHON, 2012)

Ces flux sont également décrits sous forme de processus par des processeurs de source ou de cible tels que :
— des processeurs de forme (transformation du mode pour un type de flux) : par exemple, flux d'énergie sous forme de travail mécanique en flux d'énergie sous forme de chaleur ;
— des processeurs de nature (transformation du type de flux) : par exemple, transformation d'un flux de matière en flux d'énergie.

3.1.4 Mise en œuvre de la méthode MADS-MOSAR

L'application de la méthode MADS-MOSAR nécessite de mettre en œuvre les étapes suivantes :

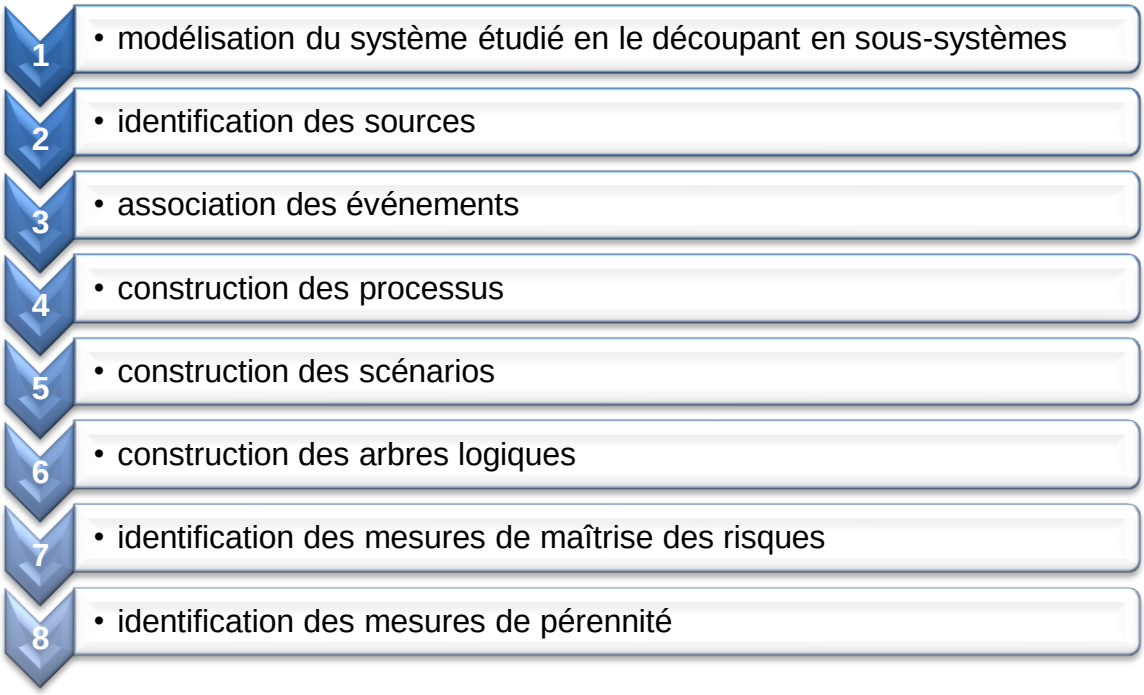


Figure 2.7 Méthodologie de MADS-MOSAR

3.1.4.1 Modélisation du système

La modélisation du système à étudier consiste à décomposer le système en sous systèmes à partir :

- D'une présentation du système (descriptions schémas, plans, etc.)
- D'une visite de système
- D'échanges avec les acteurs du système.

La modélisation du système étudié permet d'atteindre deux objectifs principaux en analyse de risques : l'exhaustivité et l'optimisation.

Le fait de ne pas oublier des sous systèmes est essentiel ; c'est le garant de l'exhaustivité. Cette étape sert à ressortir et visualiser toutes les sources et les cibles qui permettent une analyse des risques plus efficace.

3.1.4.2 Identification des sources

La source est le potentiel de danger susceptible de générer un flux pouvant impacter une cible.
MADS-MOSAR consiste à identifier toutes les sources par sous système, cette identification peut être réalisée de différentes manières :

- Brainstorming
- Les fiches des données

- Expertise etc.

La méthode met à la disposition de ses utilisateurs une liste de typologie des sources. Cette grille a pour objectif d'aider dans l'identification des sources.

3.1.4.3 Association des évènements

Une fois les sources identifiées, il faut leur associer des évènements conformément au modèle MADS On distingue alors 3 types d'évènements tels qu'ils ont présentés dans les figures 2.7 et 2.8.

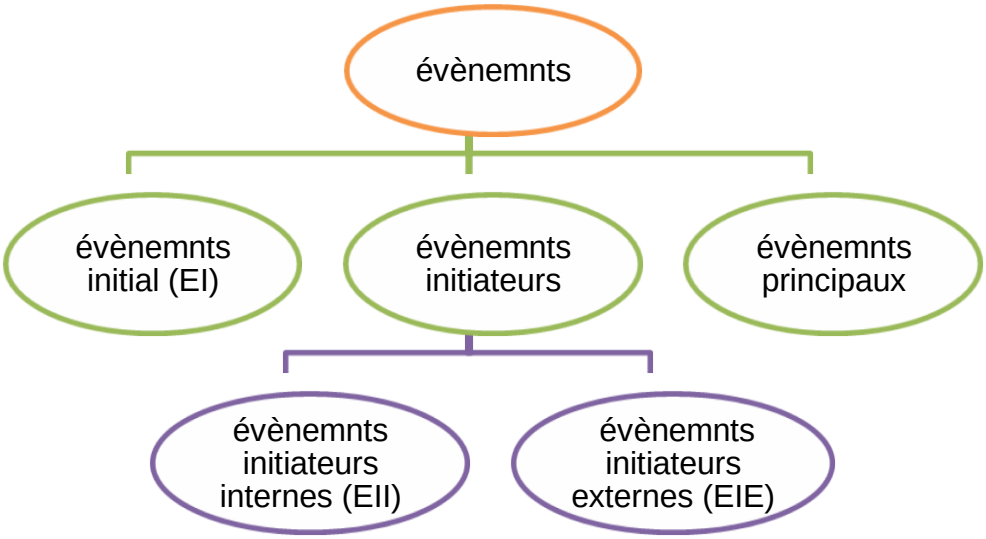


Figure 2.8 Types des évènements

- L'évènement initial : c'est l'évènement redouté lié à la source.
- L'évènement initiateur interne : ce sont les évènements internes propres à la source et qui peuvent initier à eux seuls l'occurrence EI
- L'évènement initiateur externe : ce sont les évènements extérieurs à la source de danger et qui peuvent initier à eux seuls l'occurrence EI
- Les évènements principaux : ce sont les flux générés par l'occurrence de l'EI et qui peuvent produire des effets sur des cibles.

3.1.4.4 Construction des processus

Construire un processus, c'est associer une source à une cible via un flux, cette association doit être automatique réaliser par simple lecture des processus.

3.1.4.5 Construction des scénarios :

Construction des scénarios c'est mettre bout à bout des processus avec le simple principe qu'une cible devient source et ainsi de suite. L'étude des scénarios et des effets domino tels que réglementairement demandés se fait par simple lecture.

3.1.4.6 Construction des arbres logiques

A partir du principe qu'un scénario est un enchaînement de processus, il est alors possible en appliquant MADS-MOSAR de construire des arbres logiques

L'arbre logique est l'ensemble des scénarios qui aboutissent à une même cible (arbre des causes) et l'ensemble des scénarios qui sont générés à partir de cette cible qui devient alors sources (arbre des conséquences).

Il s'agit toujours d'une simple lecture des processus validés. De ce fait, MADS-MOSAR est la seule méthodologie d'analyse de risques qui permet de lier toutes les données de l'analyse pour produire automatiquement ce type d'arbre.

3.1.4.7 Identifications des mesures de maîtrise des risques

A cette étape, on va associer des mesures de maîtrise des risques ou « barrières » à chaque source. Sur une source de danger à l'origine d'un flux de danger, les barrières peuvent être associées (figure 2.9) :

- A la source de danger elle-même ;
- Aux EII
- Aux EIE
- Aux EP

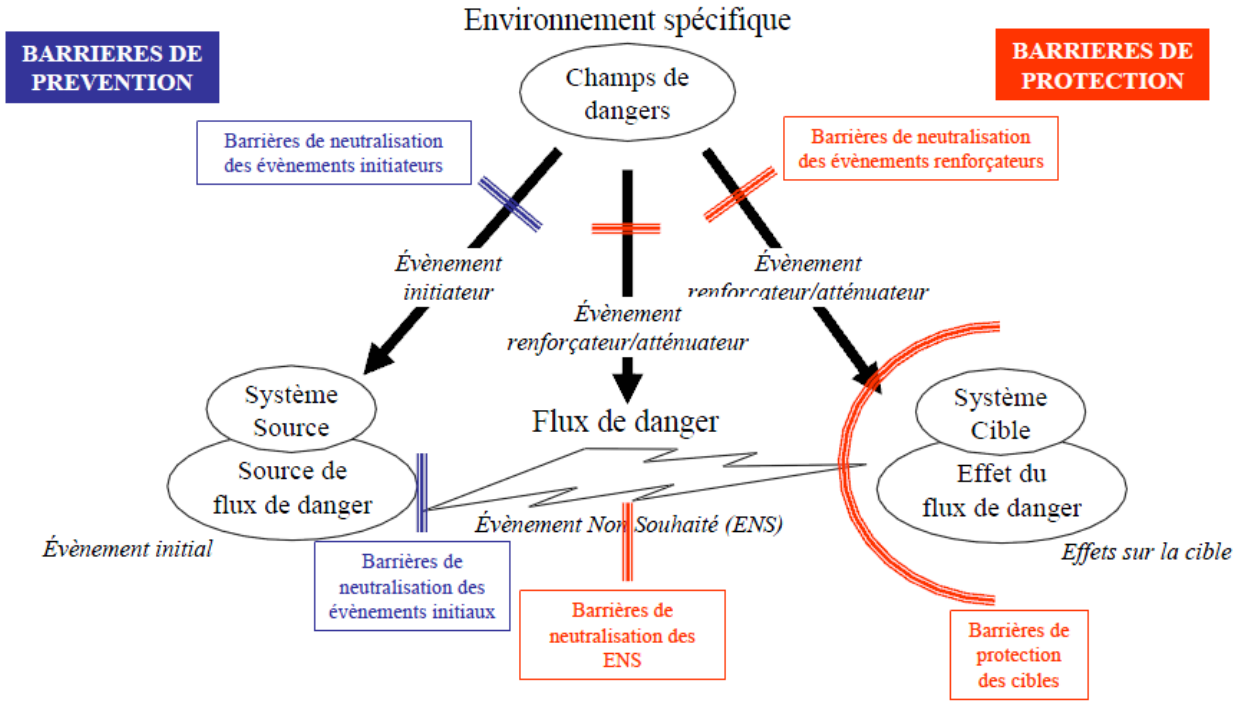
Cette typologie permet non seulement d'aider à identifier des barrières, mais aussi de faciliter l'exploitation de ces barrières. Il est alors aisé de retrouver toutes les barrières liées à la formation dans un système donné.

Les barrières mises en œuvre pour maîtriser les processus et les scénarios sont codifiées selon la grille de typologie présentée dans le tableau2.2.

Tableau 2.2 : Typologie associée aux barrières

Typologie des barrières	
Conception Contrôle technique Surveillance Procédure Maintenance Document Consignation Balisage Formation Habilitation	Consigne Protection collective Protection individuelle Disposition constructive Mesurage Surveillance médicale Suivi Information Sensibilisation

Figure 2. 8 Différents types des barrières



Identification des mesures de pérennité

Pour l'analyse de la pérennité il suffit d'associer des mesures de pérennité (ou barrières de pérennité) aux mesures de maîtrise des risques.

L'objectif est de pérenniser des mesures de maîtrise des risques en leur associant des mesures qui doivent en garantir l'opérationnalité dans le temps, comme présenté sur la figure2.9.

3.1.5 Avantages de la méthode

- ☑ Méthode exhaustif
- ☑ Adaptable à tous type de système et pour tout objectif.
- ☑ Analyse des risques pleinement adaptée
- ☑ Souplesse.

3.1.6 Limites de la méthode

- ☒ Complexe pour les grands systèmes
- ☒ Lourd dans son utilisation
- ☒ Nécessite du temps

3.1 AMDEC

3.2.1 Bref historique de la méthode

L'analyse des modes de défaillance et leur effet et leur criticité (AMDEC) a apparu dans les années 1950. La méthode a passée par des repères historiques importants comme il est représenté dans la figure 2.10.

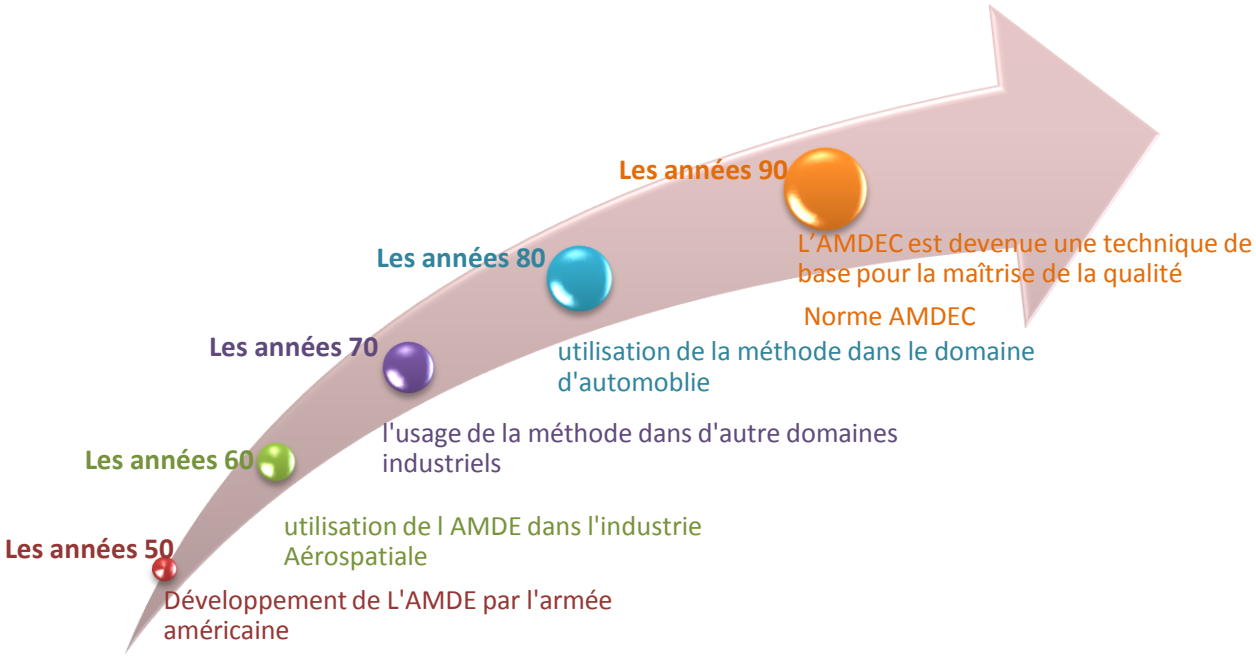


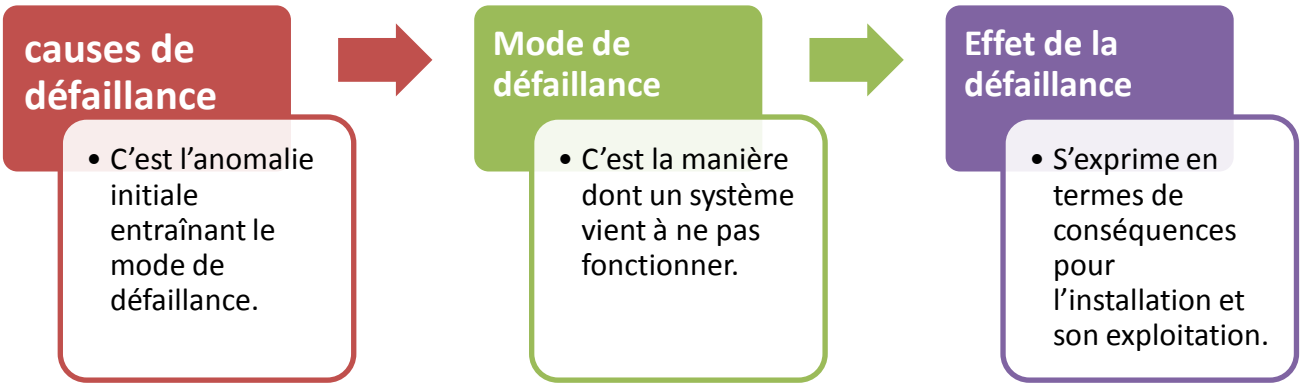
Figure 2.9 Repères historique de l'AMDEC

3.2.2 Principe de la méthode

C'est une technique d'analyse et de prévention des défaillances potentielles. Cette méthode rigoureuse permet à partir de la définition des fonctions, d'évaluer les risques afin de prévenir les défaillances ou d'en limiter les effets. Elle s'agit de réaliser l'analyse en suivant une approche inductive, qualitative, et exhaustive.

L'AMDEC propose de lister et d'organiser les modes de défaillances prévisibles et leurs effets lors de la conception d'un produit, de la mise en œuvre d'un processus. En cours de réalisation, profitant de la connaissance acquise, l'analyse s'avère plus fine, plus pertinente. L'AMDEC complète l'AMDE dont est absente la notion de criticité. La criticité est un paramètre essentiel pour compléter la portée de l'analyse de risques en instrument d'aide à la décision.

La figure 2.11 présente le principe de la méthode.



Dans certains cas, un mode de défaillance peut constituer la cause d'une autre défaillance.

3.2.3 *Objectif de la méthode*

L'AMDEC à pour objectifs de :

- Déterminer les points faibles d'un système et y apporter des remèdes.
- détecter, analyser, hiérarchiser et évaluer les modes de défaillances.
- Identifier et analyser les effets de défaillances.
- Il pourra s'agir de risques liés à la sécurité, à la qualité, à la performance de production…
- Eliminer et/ou minimiser les causes potentielles de défaillance.
- Mettre en place des actions correctives pour réduire ces défaillances et leurs effets.

Figure 2.10 le Principe de l'AMDEC

3.2.4 Les types de la méthode

Il existe 6 types de l'AMDEC mais que trois qu'ils ont plus utilisés dans le domaine d'industrie ce sont celle de produit, process et machine. La figure 2.12 présente les différents types de l'AMDEC .

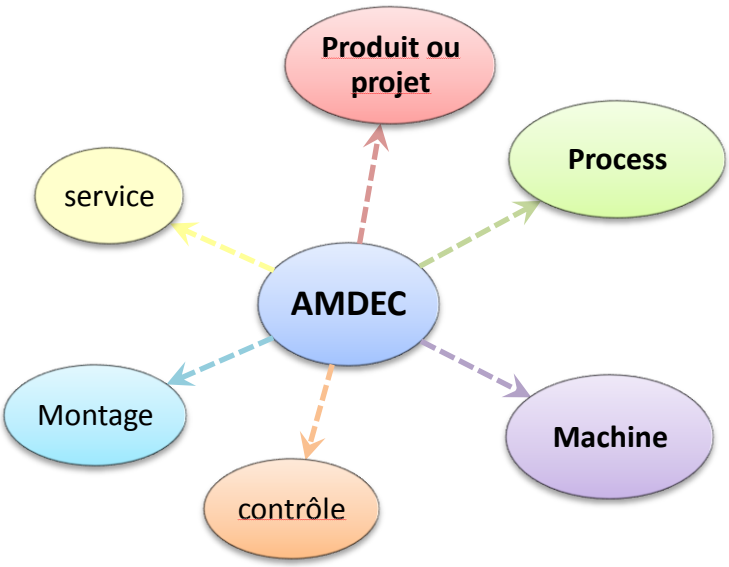


Figure 2.11 Différents types de l'AMDEC

3.2.4.1 AMDEC Produit (Améliorer la fiabilité)

Analyse de la conception d'un produit pour améliorer la qualité et la fiabilité prévisionnelle.

Les solutions technologiques doivent correspondre au cahier des charges.

Elle ce fait dans deux stades :

- A l'analyse fonctionnelle : elle se fait au plus en amont possible (c à d avant le choix des solutions techniques), elle est pour objectif de :
- Identifier les éventuels points critiques du produit ou projet.
- Apporter les modifications nécessaires pour l'améliorer.
- Prévoir le plan de validation du produit ou projet

- A la définition du produit **:** elle se fait au plus tard (c à d après le choix des solutions techniques), son objectif est de :
- Identifier les éventuels points critiques du produit.
- Apporter les modifications nécessaires mais on se situe ici au stade où la définition du produit est très avancée et l'AMDEC permettra de valider ou d'affiner les choix qui ont été faits pour les solutions techniques.

La figure suivante explique bien la démarche le l'AMDEC produit.

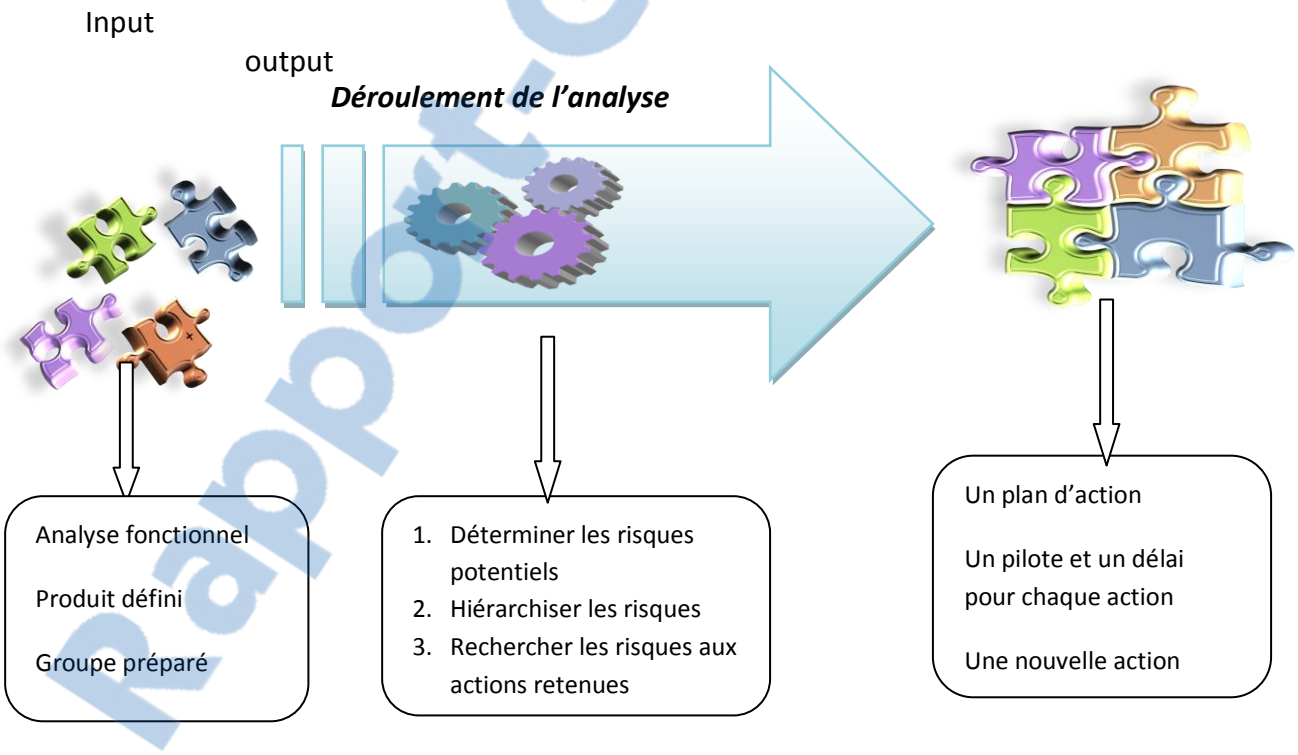


Figure 2. 13 L'AMDEC Produit

Rapport-Gratuit.com

3.2.4.2 AMDEC Process ou procédé (Atteindre la meilleure Performance)

Analyse des opérations de production pour améliorer la qualité de production, par voie de conséquence la qualité du produit ou du service rendu. Cette analyse a pour objectif de :

- Identifier assez tôt les éventuels points critique du procédés ;
- Apporter les modifications nécessaires pour l'améliorer.
- Prévoir le plan de contrôle ou de surveillance
- proposer éventuellement des modifications de conception du produit.

3.2.4.3 AMDEC Machine (Optimiser la Capacité ou la Rentabilité)

Analyse de fonctionnement du moyen pour améliorer la disponibilité (fiabilité et maintenabilité) et la sécurité. A ce stade est pris en compte la fiabilité opérationnelle (issue des historiques). Dans cette démarche nous analysons les machines (moyen, matériel) réalisant les différentes opérations de production.

Ce type ce fait aussi en deux étapes :

- Stade de l'analyse des fonctions ou des séquences : à ce stade, on est dans la phase d'avant projet et on peut considérer la machine comme étant constituée de « boites noires » dont chacun assure une des séquences, son objectif est de :
- Identifier les éventuels points critiques de la machine.
- Apporter les modifications nécessaires pour l'améliorer.
- Prévoir le plan de validation de la machine et/ou le plan de maintenance
- Stade de définition de moyen

On se situe ici au stade de la définition détaillée d'une machine, analyser tous les composants représenterait un énorme travail et n'est généralement pas nécessaire.

Remarque :

Dans la construction, il est possible de réaliser l'AMDEC dans l'étude préalable et la phase de conception (APS) et il sera toujours préférable d'envisager des modifications avant atteint l'APD.

3.2.5 La méthodologie de l'AMDEC

La méthodologie de l'AMDEC comprend 8 étapes telles qu'elle est représentée dans la figure2.14.

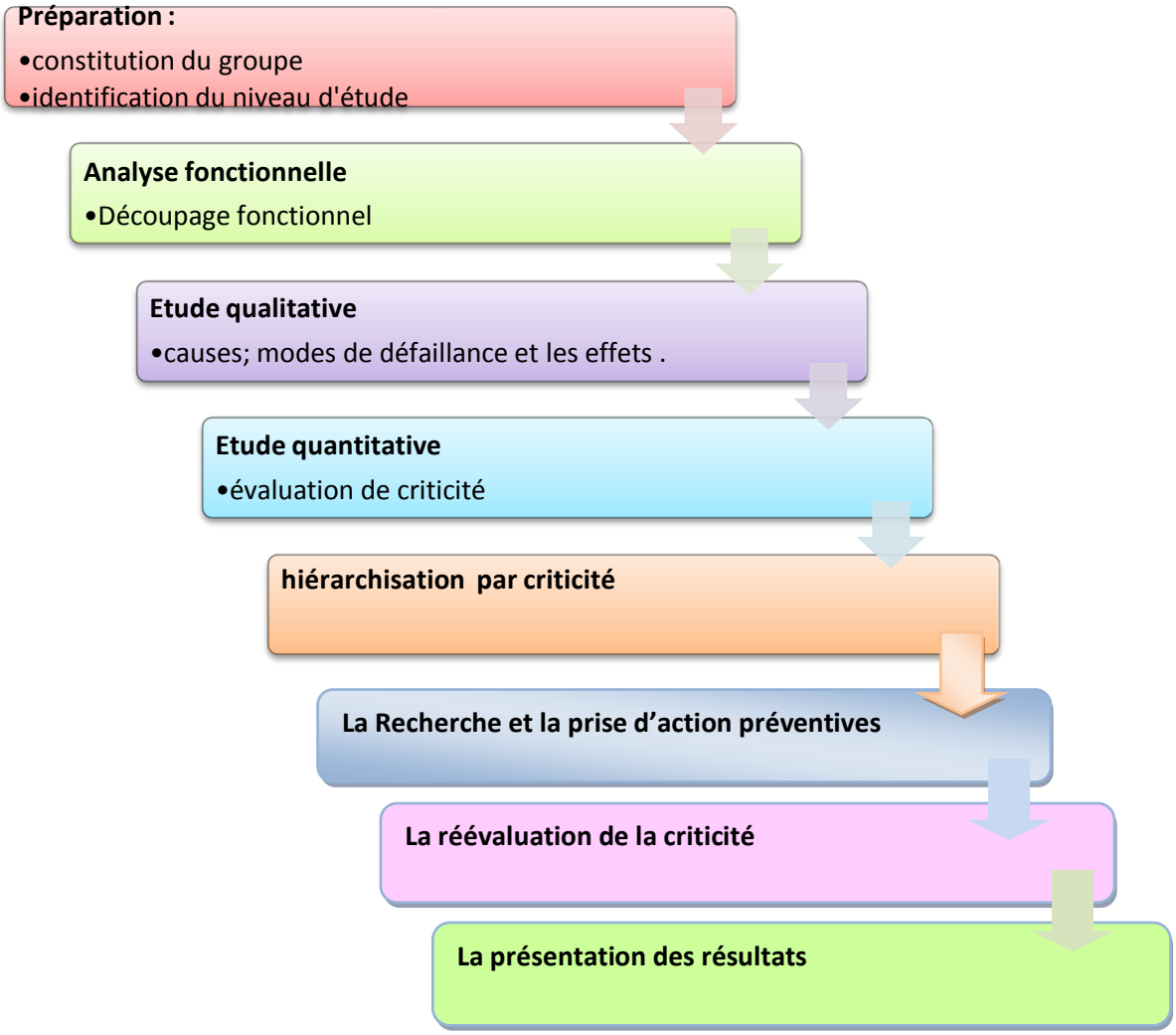


Figure 2. 12 Méthodologie de l'AMDEC

3.2.6 Mise en œuvre de la méthode

Le processus aboutissant à l'AMDEC est le suivant :

3.2.6.1 Préparation

Cette étape vise à constitué le groupe de travail dans le but d'identifier le niveau d'étude et de fixer les objectifs recherchés de cette analyse des risques

3.2.6.2 Analyse fonctionnelle

Le système doit être décomposé en termes de fonctions permettant d'accomplir une mission. Le groupe fonctionnel est alors défini comme l'ensemble des éléments et matériels permettant d'accomplir la fonction identifiée.

3.2.6.3 Etude qualitative

• Le recensement des modes de défaillances

Un mode de défaillance décrit la façon dont se manifeste une défaillance, on identifie alors pour chaque fonction un ou plusieurs éléments chargés de remplir la fonction.

On recense alors de manière exhaustive, en fonction des connaissances des experts et des éléments que nous fournissent le retour d'expérience, l'ensemble des modes de défaillances possibles.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

• La recherche des causes du dysfonctionnement

Dans cette partie, on s'attache à mettre en évidence les causes attribuables à chaque mode de défaillance. Ainsi les causes recherchées pourront être internes aux matériels (défaut de conception, de fabrication,…) et /ou externes (mauvaises utilisation, influence de l'environnement, …).

• La recherche des effets

Pour chaque mode de défaillance, il s'agit d'en décrire les conséquences. Cette analyse, repose également sur les connaissances des experts et le retour d'expérience d'incidents qui sont apparus dans des installations proches. Ainsi, le groupe de travail a déterminé, à partir de l'événement initiateur, le scénario conduisant à la pire situation désirée. Afin de mieux définir les situations non désirées nous les avons rassemblés dans trois domaines :

1. celles sur le matériel en défaillance
2. celles sur la fonction remplie
3. celles sur le procédé et l'installation

3.2.6.4 Etude quantitative

La criticité est définit par le produit des trois indices : Fréquence(F), Gravité (G) et Non détection (D)

CRITICITE (C)= FREQUENCE (F) x GRAVITE (G) x NON DETECTION (D)

F : l'indice de fréquence est une valeur associée à l'éventualité de voir apparaître le mode de défaillance. Il a été définit avec le groupe de travail, en fonction du retour d'expérience des utilisateurs.

G : l'indice de gravité représente les conséquences que peut avoir un mode de défaillance sur :

- l'homme et son environnement (selon le critère de sécurité)
- la machine (selon le critère de fiabilité)
- l'installation (selon le critère de « maintenabilité »)

D : l'indice de non détection représente la probabilité que la cause atteigne l'utilisateur.

C : l'indice de criticité est l'expression de l'importance globale d'une défaillance donnée. Il permet de hiérarchiser les défaillances selon leur influence sur le système, le procédé… vis-à-vis de la fiabilité, la maintenance, la sécurité. Globalement, cet indice donne une mesure du niveau de risque associé à un évènement redouté.

Dans cette phase, on s'attache à l'analyse de la criticité et à distinguer des pistes possibles de diminution de criticité par :

1. des actions correctives
2. des propositions de maintenance préventive et ou de détection initialement non prévue.

3.6.2.5 Hiérarchisation par criticité

Cette étape serte a hiérarchisé les risques par niveau de la criticité pour les attaquer de plus critiques aux acceptables

3.2.6.6 La Recherche et la prise d'action préventives

En cherchant de la diminution de la criticité et faire des propositions d'amélioration.

3.2.6.7 La réévaluation de la criticité

Des modifications qui permettre la diminution de risque en réévalue de nouveau les principales caractéristiques.

3.2.6.8 La présentation des résultats

3.2.7 Les avantages de la méthode

- ☑ L'amélioration de la satisfaction clientèle.
- ☑ Une réduction des coûts.
- ☑ Une participation à l'amélioration continue.
- ☑ L'élimination des causes de défaillance.
- ☑ L'amélioration de la stabilité produit, process et moyen.
- ☑ L'optimisation des contrôles et essais.
- ☑ L'amélioration de communication.
- ☑ L'expérience.

3.2.8 Les limites de la méthode

- ☒ Méthodologie lourde et contraignante,
- ☒ Travail long parfois laborieux à l'équipe qui n'est pas homogène

3.3 L'analyse préliminaire des risques

3.3.1 Bref historique de la méthode

- Développée aux États-Unis au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires ;
- L'utilisation de la méthode dans des nombreuses autres industries ;
- Au début des années 1980 l'union des industries chimiques (UIC) recommande son utilisation en France.

3.3.2 Définition

L'analyse préliminaire des risques, méthode inductive qui partant de la cause du dysfonctionnement essaie d'en déterminer les conséquences afin de construire des actions de maîtrise. Elle est utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée. En ce sens, elle est particulièrement utile dans les situations suivantes :

- *Au stade de la conception d'une installation*
  Elle permet également de choisir les équipements les mieux adaptés.

- *Dans le cas d'une installation complexe existante*
  L'APR constitue une étape préliminaire, permettant de mettre en lumière des éléments ou des situations nécessitant une attention plus particulière et en conséquence l'emploi de méthodes d'analyses de risques plus détaillées.
- Dans le cas d'une installation dont le *niveau de complexité ne nécessite pas d'analyses plus poussées* au regard des objectifs fixés au départ de l'analyse des risques.

3.3.3 Objectif de la méthode

- ✓ Evaluer les problèmes à résoudre en matière de maîtrise des risques ;
- ✓ Identification des dangers, des événements redoutés à prendre en compte ;
- ✓ Evaluation et classement des risques associés ;
- ✓ Propositions des mesures de couverture des risques.

3.3.4 PRINCIPE

Le principe de l'APR se déroule en 4 points essentiels tels qu'il est schématisé dans la figure 2.15

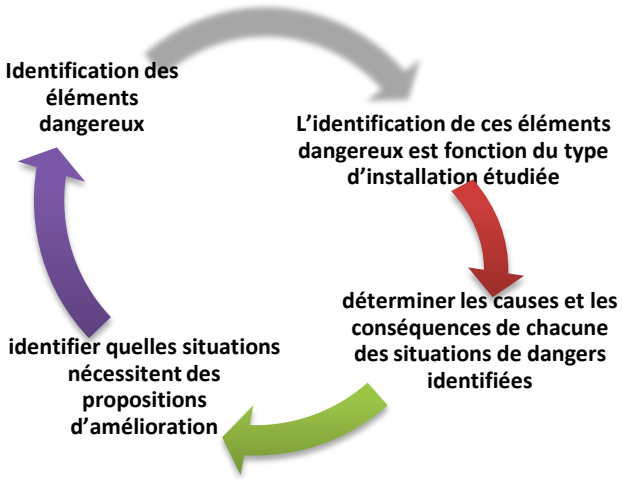


Figure 2.15 Principe de l'APR

a) Identification des éléments dangereux de l'installation.
b) L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée.

Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur la description fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode. À partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de dangers.

c) détermination les causes et les conséquences de chacune des situations de dangers identifiées
d) identification quelles situations nécessite des propositions d'amélioration

Identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'améliorations doivent alors être envisagées.

La figure 2.16 représente L'APR dans le processus de management des risques (ISO31000).

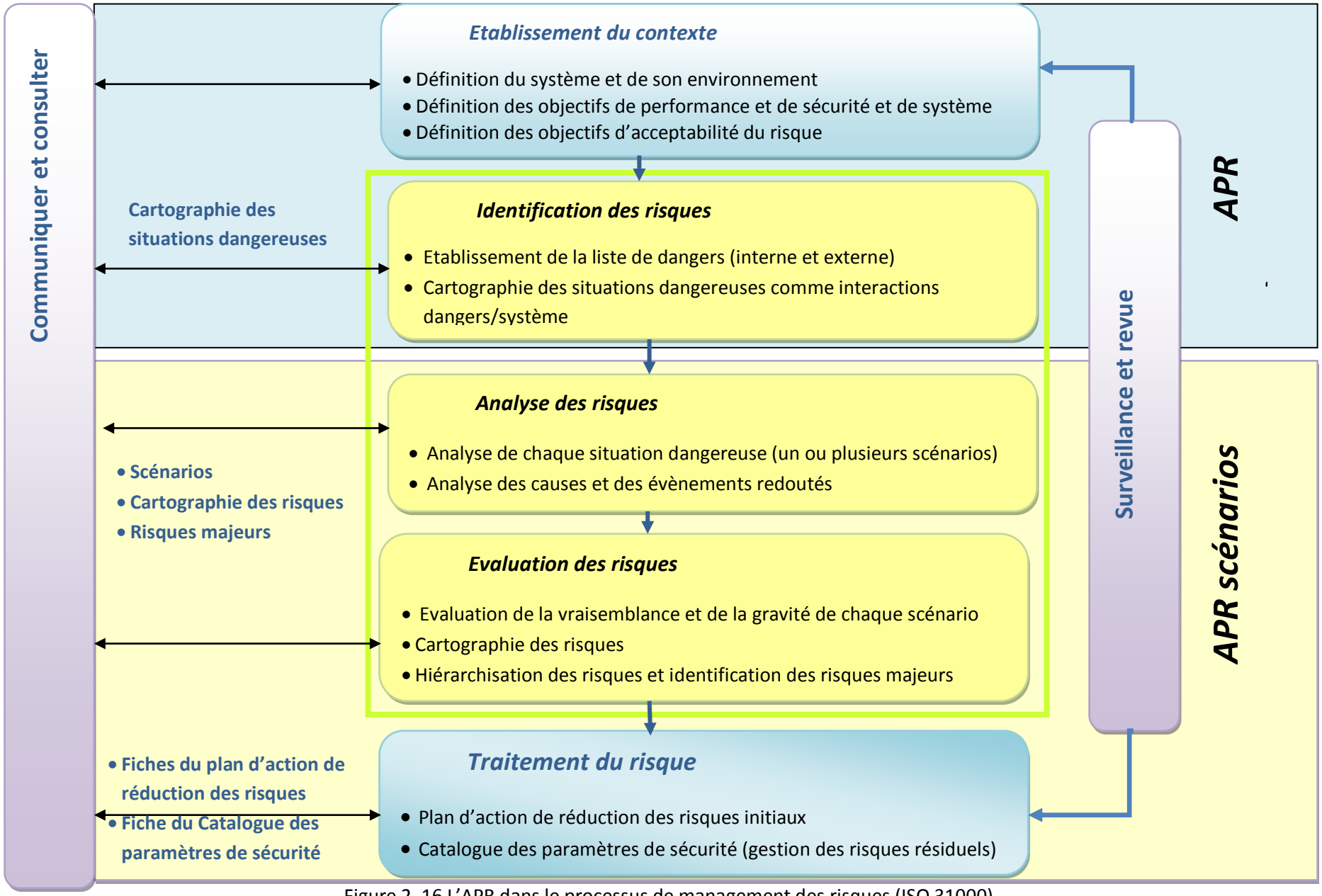


Figure 2. 16 L'APR dans le processus de management des risques (ISO 31000)

3.3.5 Les avantages de la méthode

Les principaux avantages de l'Analyse Préliminaire des Risques sont :

- permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations.
- économique en termes de temps passé
- ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé.
- Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

3.3.6 Les Limites de la méthode

- Ne permet pas de décrire finement les enchaînements qui conduisent à un accident majeur (système complexe)
- Nécessite l'utilisation ultérieure d'AMDEC ou Arbre de défaillances

3.4 HAZOP

La méthode HAZOP est un outil formalisé, systémique et semi-empirique a été élaborer en 1965 en Grande-Bretagne par la société ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES), la méthode s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou d'un projet. Pour objectif :

- D'identifier les dangers potentiels d'un système
- D'identifier les éventuels risques d'exploitation.
- De rechercher des causes éventuelles de dérives des différents paramètres de fonctionnement
- De déterminer des conséquences et des risques éventuels pour apporter toute correction ou protection appropriée…

Le principe de l'HAZOP consiste à décomposer le système en sous systèmes *appelés « nœuds »* Utilisant des schémas détaillés de l'installation puis à l'aide des paramètres et les mots-clés on fait sortir les déviations. Elle consiste à remplir un tableau standard contenant préalablement un certain nombre de mots-clefs. Ceux-ci permettent de passer en revue les déviations des paramètres importants en mettant en évidence les causes et les conséquences de leurs déviations éventuelles, ainsi que les moyens de détection et les propositions d'amélioration. Une hiérarchisation d'après la fréquence et la gravité des déviations possibles est alors effectuée.la figure 2.17 présente le principe de la méthode.

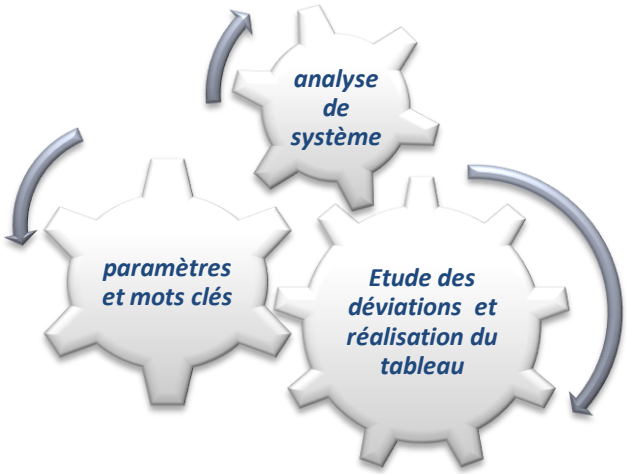


Figure 2.17 Principe de l'HAZOP

3.5 Nœud de Papillon

C'est une approche d'analyse et de gestion probabiliste des risques, largement utilisée dans le milieu industriel. Cette approche combine un arbre de défaillances à un arbre d'événements autour d'un événement redouté central. Elle permet de visualiser :

- Les scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifiées
- Les barrières de sécurité de prévention mises en place pour l'empêcher (côté gauche du nœud);
- s'il devait survenir, comment on tenterait d'en minimiser les conséquences (côté droit du nœud) par la mise en place de barrières de sécurité de protection.

La partie en amont de l'événement redouté est constituée par un arbre de défaillances qui permet d'analyser les combinaisons de causes et de mettre en évidence l'effet des barrières de prévention sur le déroulement des séquences accidentelles aboutissant à la réalisation de l'événement redouté.

La partie en aval est quant à elle constituée par un arbre d'événements. Elle permet de déterminer la nature et l'ampleur des conséquences, en fonction que les barrières de mitigation remplissent ou non leur fonction de sécurité. Comme il est représenté dans le schéma suivant :

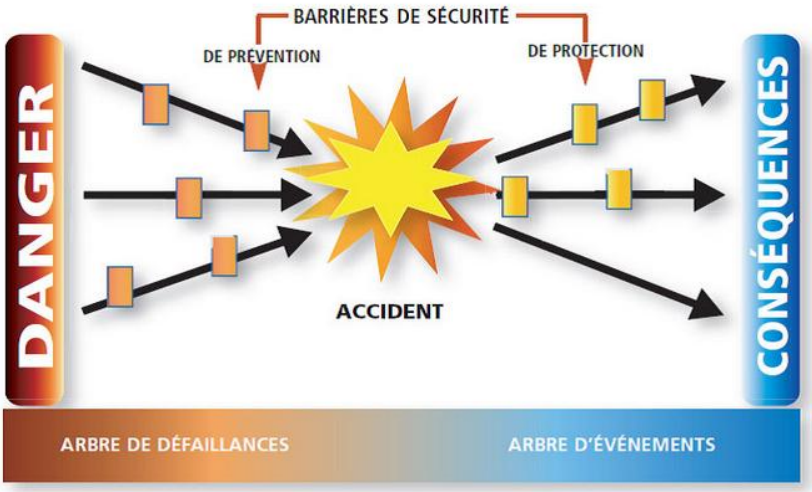


Figure 2. 18 Principes de nœud de papillon

3.6 Méthode de l'Arbre des défaillances

L'arbre de défaillances est une méthode déductive qui a été élaborée au début des années 60 par la compagnie américaine Bell Téléphone. La méthode permet de savoir comment un système peut être indisponible. Il s'agit de représenter les différentes évènements et leurs liaisons par des portes de logique (fonction ET ou fonction OU selon que la défaillance du matériel se produit lorsque les évènements se réalisent ensemble séparément).

L'arbre de défaillance inclut deux parties : une partie qualitative et autre quantitative, La 1ere partie consiste à construire l'arbre c'est-à-dire la représentation de façon synthétique l'ensemble des combinaisons d'événements qui dans certaines conditions peuvent conduire à une défaillance, cette recherche des combinaisons se poursuit par une recherche des coupes

minimales et la 2ème vise à évaluer les probabilités d'occurrences au niveau des événements élémentaires, des coupes minimales et au niveau de la défaillance.

3.7 Méthode de l'Arbre des causes

Méthode déductive simple et systématique partant du fait ultime et de ses causes immédiates vers les causes profondes ou racines, elle a été élaboré au début des années 70 par l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) pour objectif d'analyser les accidents de travail. Elle se focalise généralement sur la représentation de l'ensemble des combinaisons des causes d'un scénario de défaillance particulier afin d'expliquer la défaillance qui est apparue (contrairement à l'arbre de défaillance qui vise à rechercher l'ensemble des scénarios pouvant conduire à une défaillance).

La méthode de l'Arbre des Causes consiste à analyser et à représenter les causes ayant contribué à l'occurrence d'une défaillance en se basant généralement sur des retours d'expérience.

3.8 Méthode de l'Arbre d'événement

L a méthode à été développée au début des années 70 pour l'évaluation du risque lié aux centrales nucléaires à eau légère. Cette méthode à pour objectif principal de décrire les scénarios d'accident à partir d'un évènement initiateur. Elle permet de déterminer les conséquences possibles d'un évènement initiateur en étudiant les chemins possibles qui y conduisent. Ces chemins sont affectés d'une probabilité d'occurrence permettant de calculer les probabilités des conséquences.

Alors l'arbre d'évènement c'est une méthode de représentation des chemins qui peuvent conduire d'une agression aux fonctionnements prévus en pareils cas (nominaux ou dégradés) ou à des fonctionnement non prévus (accidents).

4. Tableau synthétique des principales méthodes

Tableau 2.3 Tableau synthétique des principales méthodes

Méthode	Type	Objectif Principal	Intérêts de la méthode	Limites de la méthode	Domaine d'application	Simplicité d'utilisation
MADS-MOSAR	Inductives	Identifier les risques techniques d'une installation humaine et les moyens de prévention nécessaires pour les neutraliser	Méthode exhaustif. Adaptable à tous type de système et pour tout objectif. Analyse des risques pleinement adapté	Complexe pour les grands systèmes. Lourd dans son utilisation. Nécessite du temps .	Installations Industrielles	Simple
AMDEC	Inductives	Identifier les effets des modes de défaillance des composants sur le niveau système	Permet d'objectiver par des valeurs chiffrées les risques potentiels, et de mesurer ensuite les améliorations apportées	méthodologie lourde et contraignante. Ne permet pas d'avoir une vision croisée des pannes possibles et de leurs conséquences	Tout type d'industrie	Simple
APR	Inductives	Identifier les scénarios d'accident en présence de danger	Outil adapté pour l'identification et la hiérarchisation des risques. Approche globale de la gestion des risques	Ne permet pas de décrire finement les enchaînements qui conduisent à un accident majeur (système complexe)	Tout type d'industrie	Simple
HAZOP	Inductives	Identifier les dangers suite à une déviation des paramètres d'un procédé	Présente un caractère systématique et Méthodique	Difficile pour les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances; Difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification des causes potentielles d'une dérive ;	Installation comportant des circuits fluides	Simple
Nœud de papillon	Inductives	Visualiser Les scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifiées	Représentation détaillée de la source de risque. Représentation détaillée des séquences de pannes et d'événements	Nécessite des ressources importantes compréhension plus difficile pour les systèmes complexes	Tout type d'industrie	Simple

Support-Gratuit.com

5 Conclusion

L'appréciation et le traitement des risques d'un système sont complexe et nécessite la mise on œuvre d'une méthode d'analyse des risques. Dans ce but plusieurs méthodes ont été développées et classées selon la démarche utilisée inductive ou déductive.

Une bonne gestion des risques nécessite l'utilisation des méthodes basant sur l'analyse systémique qui ont pour objectif de l'exhaustivité et l'optimisation, et le choix de la méthode dépend de l'objectif recherché au sein de l'organisation et aussi de la complexité et la spécificité de système étudier.

La méthode MADS-MOSAR est une méthode inductive qui est basé sur l'approche systémique dans son analyse, elle s'applique universellement à tout objectifs et adaptable pour tout type de système. La méthode nécessite dans sa réalisation 2 facteurs importants : la capitalisation et l'informatisation. En effet, si l'on capitalise, on se crée une banque de données qui ne peut être exploitée que si elle est informatisée.
Deux principaux avantages de la méthode : son systématisme et l'exhaustivité.

L'AMDEC est une technique spécifique pour la SDF, c'est une méthode d'analyse des systèmes s'appuyant sur un raisonnement inductif pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leur criticité. Bien que simple, la méthode s'accompagne d'une lourdeur certaine et la réalisation exige un travail souvent important et fastidieux.

Une des difficultés est dans l'optimisation de l'effort entre le coût de l'analyse AMDEC (dépendant de la profondeur de l'analyse) et le coût de l'amélioration à apporter.
La solution pour surmonter le volume des entités à étudier est de conduire des AMDEC fonctionnelles. Cette approche permet de détecter les fonctions les plus critiques.
Aussi, la méthode n'est pas bien adaptée aux projets en temps réel car elle ne permet pas de bien appréhender l'aspect temporel des scénarios.
Néanmoins l'AMDEC fournit :

- une autre vision du système ;
- des supports de réflexion, de décision et d'amélioration ;
- des informations à gérer au niveau des études de SDF et des actions à entreprendre.

Pour un projet de trémie, plusieurs risques peuvent effectuer le déroulement de ce dernier et pour le but de maîtriser ces risques, on a choisi l'application de la méthode MADS-MOSAR. Pour cela on doit commencer par l'étude de système et son environnement en utilisant l'approche systémique et l'approche fonctionnelle dans le but de visualiser le maximum des risques pour les traiter et les maitriser.

Chapitre 3: Présentation d'étude de cas « trémie de BAB EL KARMADINE »

Il y a bien des manières de ne pas réussir, mais la plus sûre est de ne jamais prendre des risques. Benjamin Franklin

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1. Introduction

L'Algérie est un pays en pleine croissance. Les besoins et les projets sont importants dans la plupart des secteurs d'activité notamment dans le secteur du Bâtiment & Travaux Publics. Avec cette croissance économique et démographique pendant ses dernières années, le secteur des transports a enregistré une forte croissance de trafic ce qui a obligé l'Etat de mettre un programme pour réduire les problèmes de circulation. Pour cela une décision politique a été prise concernant la réalisation de plusieurs infrastructures en terme de réseaux routier.

A Tlemcen, le carrefour de BAB EL KARMADINE supporte un trafic assez dense et important, c'est un point noir qui englobe plusieurs points de conflit. Afin de résoudre ce problème, une décision a été prise pour la construction d'une trémie qui a pour objectif principal de fluidifier la circulation.

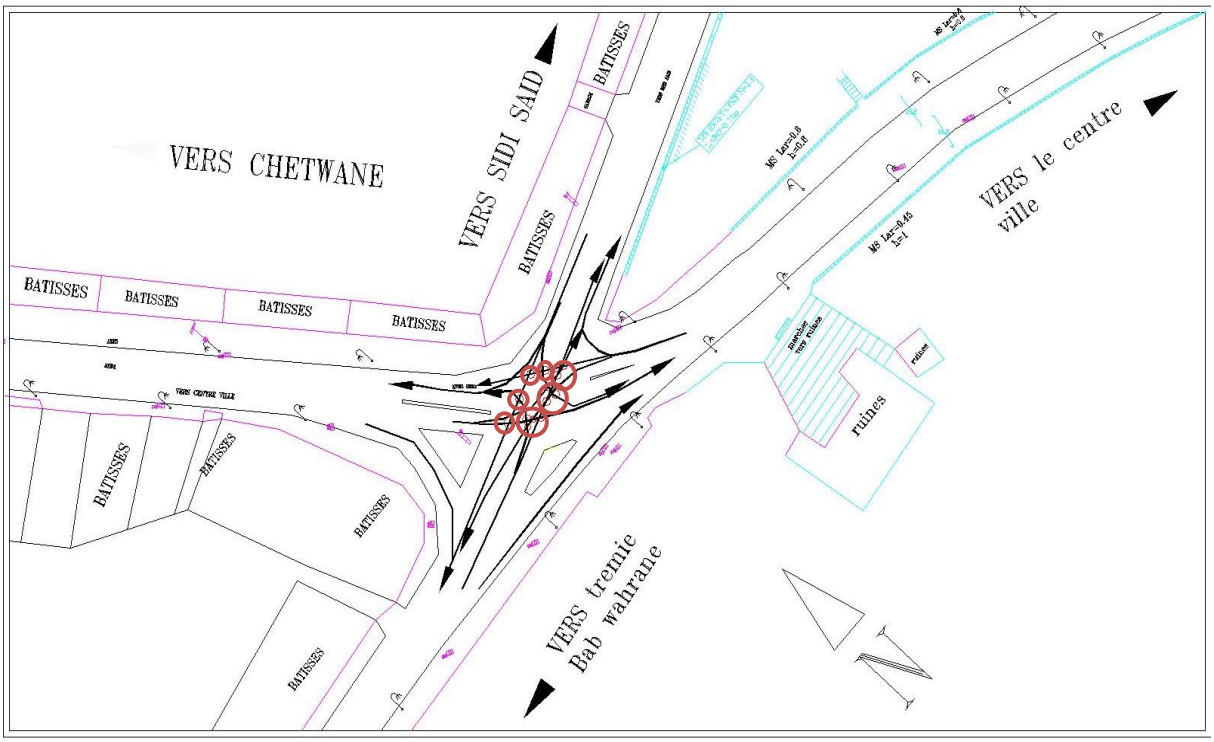


Figure 3.13 Les points de conflit au carrefour (SERROR)

2. Description de l'ouvrage

Le projet de la trémie de BAB EL KARMADINE rentre dans le cadre d'Etude globale et intégré de l'aménagement des 07 carrefours principaux de la willaya de Tlemcen.qui constituent les caractéristiques résumées dans le tableau 3.1 :

Tableau 3.1 caractéristique de la trémie

	hauteur	largeurs
Trémie 1	3.5 m	7 m
Trémie 2	3.5 m	7 m

- Technique de réalisation :

La trémie comprend deux parties :

- Partie couverte : réalisée en éléments préfabriqués, qui contient des pieds droits assemblée à un élément supérieur et au radier.
- Partie non couverte : qui contient des murs de soutènements et un radier.

Elle est aménagés par des vois de circulation et des passages piétons.

Figure 3. 14 Trémie de BAB EL KERMADINE (SERROR)

3. *Les principaux acteurs du projet*

Tout projet de construction implique de nombreux acteurs en interaction entre eux, ce qui rend le projet exposer a des risques d'origine multiple.

Chaque acteur assume dans le projet, une responsabilité propre : planifier, concevoir, contrôler, construire…etc. Le projet de la trémie de BAB EL KARMADINE inclut différents acteurs à des rôles différents, ce sont les cités au tableau 3.2.

On peut identifier pour chaque acteur, en quoi les interactions avec les autres acteurs sont sources potentielles de risque : mauvaise compréhension des objectifs, transmission d'informations incomplètes ou tardives… . Et sur la base de différentes analyses qui ont été faite par les experts des bureaux d'ingénierie et des entreprises, une identification des facteurs du risque lié aux différents acteurs à été établi, elle est schématisée au tableau 3.3.

Tableau 3. 2 les principaux intervenants du projet et leurs rôles

Les acteurs	Responsabilité
DTP (Maître d'ouvrage)	Elaboré le programme
BET ENGINEERING STUDY (maitre d'œuvre)	Conception de l'ouvrage
La SEROR (entreprise de réalisation)	Réalisation de la trémie
La STARR (partenaire)	Réalisation de la route
BET SAETI	Suivi l'exécution
SOGERWHIT	Déplacement des réseaux d'assainissement + AEP
SONELGAZ	Déplacement du réseau de GAZ et d'électricité
Entreprises privées	Eclairage urbain, aménagement des trottoirs et la signalisation.

Tableau 3.3 les facteurs des risques liés aux différents acteurs de projet

Acteur	Mission	Facteur de risque
Maître d'ouvrage	Définition	Objectifs ou besoin mal définis, priorités mal établies
	Financement	Budget insuffisant, problème de financement, retard de paiement des entreprises
	Exécution	Modification du programme en cours de projet, délais insuffisant.
Maître d'œuvre	Conception	Conception technique défaillante, planning inadéquat.
Entreprise de réalisation	Réalisation	• Incompétence • Matériel/technique/méthode inadaptés • Manque de personnel qualifié

4. *Cycle de vie de projet*

Le cycle de vie d'un projet de trémie est similaire au cycle de vie de tous projet de construction, c -à-d il y porter les cinq étapes tels qu'il est schématisé dans la figure3.3.

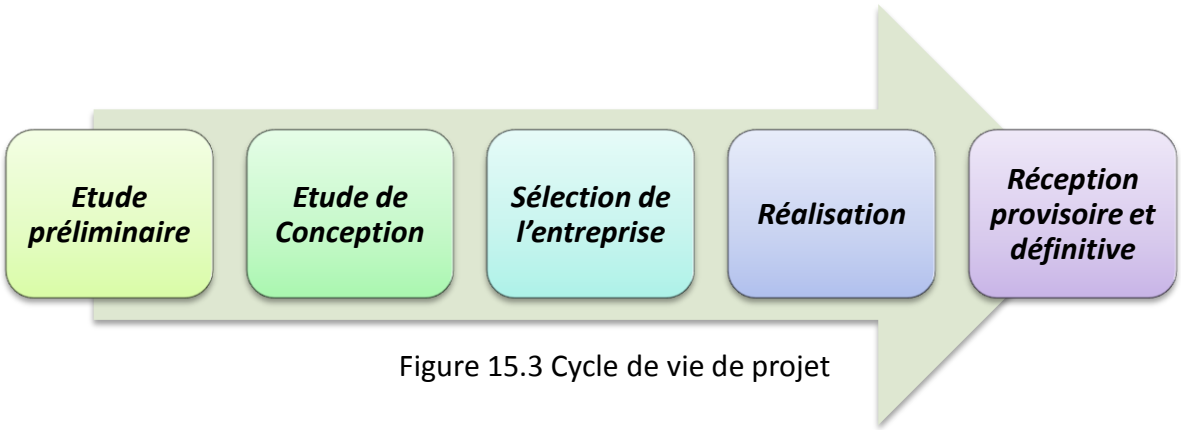


Figure 15.3 Cycle de vie de projet

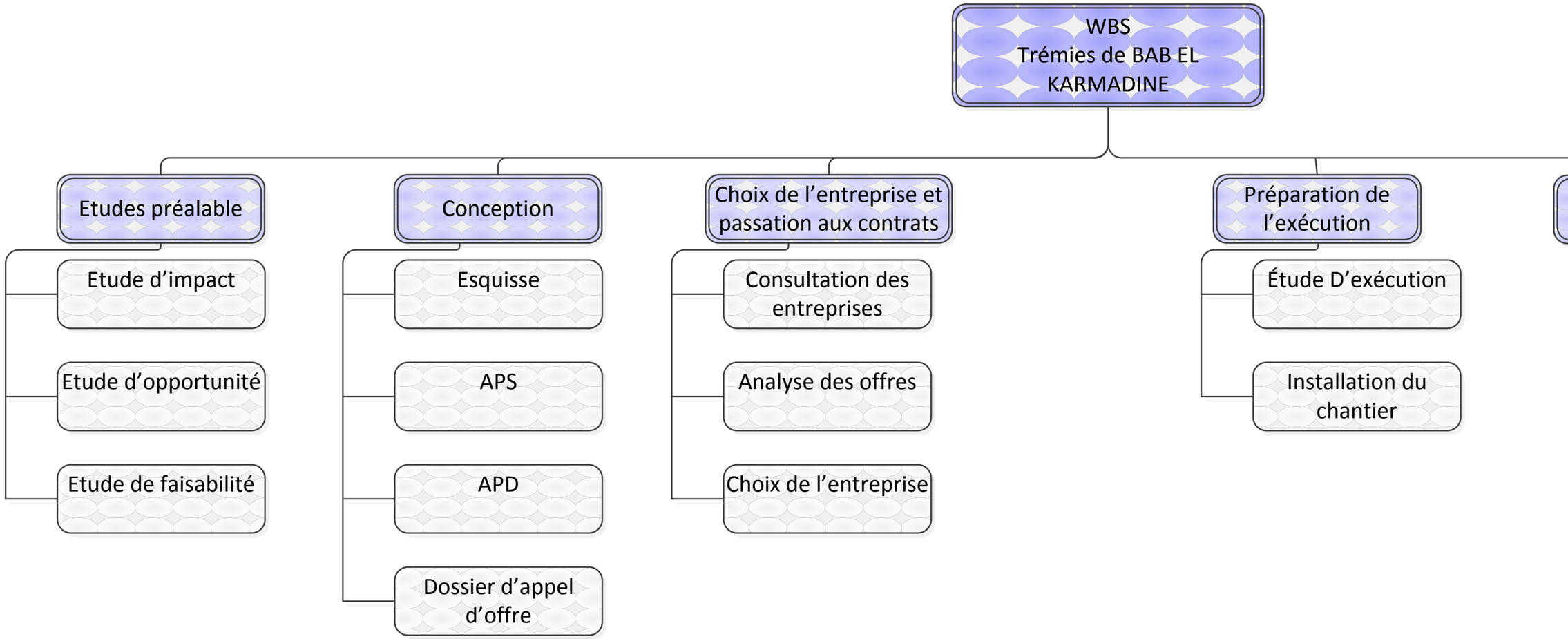
5. Le WBS (Work Breakdown Structure) du projet

Le WBS est une décomposition hiérarchique axée sur les tâches et les activités de projet, pour le but d'une meilleure organisation et planification du projet. Il permet d'établir les délais, le budget prévisionnel et aussi de surveiller l'avancement des travaux et la répartition des responsabilités dans le projet.

WBS est un groupement livrable axée sur les éléments du projet qui organise et définit le champ de travail total de projet. (Selon PMI)

La trémie BAB EL KARMADINE se décompose en 6 livrables principaux. Ces derniers se décomposent en sous livrables et cette décomposition nous permet de faire une analyse systémique de projet qui aura comme objectif de distinguer les différentes sources de danger qui peuvent nuire au déroulement du projet dans la phase de réalisation.

Le WBS de notre projet est représentée dans la figure 3.4


WBS
Trémies de BAB EL KARMADINE
Etudes préalable
Etude d'impact
Etude d'opportunité
Etude de faisabilité
Conception
Esquisse
APS
APD
Dossier d'appel d'offre
Choix de l'entreprise et passation aux contrats
Consultation des entreprises
Analyse des offres
Choix de l'entreprise
Préparation de l'exécution
Étude D'exécution
Installation du chantier

6. L'analyse systémique

L'approche systémique est un champ interdisciplinaire relatif à l'étude d'objets dans leur complexité, dans le but de comprendre cet objet d'étude dans son environnement, dans son fonctionnement et dans ses mécanismes.
L'approche systémique appliquée dans les projets permet d'avoir une vision globale et d'identifier tous les éléments impactant le projet. Elle permet aussi une approche macroscopique des systèmes dans leur contexte général et de manière transversale.
Il existe plusieurs façons de modéliser un système et cela sera fait en fonction du système et l'objectif recherché de cette modélisation.

6.1 Fonctionnalité du système

La trémie de BAB EL KARMADINE a pour fonctionnalité de régler les problèmes de circulation au niveau de carrefour, en réalisant l'ouvrage en éléments préfabriqués qui a pour objectif de gagner du temps.

Quoi ? La trémie de BAB EL KARMADINE

Pourquoi ? Pour régler un problème de circulation

Comment ? La réalisation de l'ouvrage en éléments préfabriqués

6.2 Identification des besoins

Le carrefour BAB EL KARMADINE est un point noir, c'est une intersection de 4 voies : La voie vers Oran, la voie vers la trémie de Bab Wahran, la voie vers Sidi Said et la voie vers le centre ville.

Le besoin primordial c'est de résoudre le problème de circulation à long terme au sein de ce carrefour.

Pour cela deux solutions possibles soit la réalisation d'un autopont à coulage traditionnel qui nécessite un délai important, ou la réalisation d'une trémie en éléments préfabriqués, la solution doit satisfaire les exigences suivantes : résistant, durable, du moindre délai surtout, esthétique avec un coût acceptable.

6.3 Analyse De Faisabilité

L'étude de faisabilité vise à analyser la faisabilité technique, organisationnelle et économique de projet. Elle conduit à envisager plusieurs scénarios (études des cas), chaque scénarios envisagé permet d'évaluer les risques pesant sur le projet et doit s'accompagner d'un bilan prévisionnel présentant l'impact de scénario sur le déroulement de projet.

Le tableau 3.4 présent l'analyse de faisabilité de projet de la trémie de BAB EL KARMADINE

Tableau3.4 faisabilité de projet de la trémie de BAB EL KARMADINE

Enonce *Titre de projet où les mots clés doivent apparaitre*	*Trémie de BAB EL KARMADINE*
Idée/Besoin Facteurs déclencheurs du projet	Fluidifier la circulation
Objectifs *Décrire en quelques mots la finalité du projet ; utiliser des mots précis et compréhensibles*	Construction d'une trémie qui réponde au besoin doit être spécifique avec sa conception et un délai qui ne dépasse pas les 5mois.
Coûts	150 000 000,00DA
Délais	5 mois
Caractéristiques essentielles	*Le projet est constitué d'un :* Deux trémies d'une hauteur H= 3,5m et une largeur L= 7m. réaliser en éléments préfabriqués
Faisabilité technique	Disponibilité des matériaux et une zone de préfabrication Matériels de terrassement (niveleuses, compacteurs) ; bétonnière ; grue ; camions de transport des matériaux
Parties prenantes (stakeholders)	DTP : maître d'ouvrage BET ENGINEERING STUDY: maître d'œuvre SEROR : l'entreprise de réalisation STARR : travaux de terrassement Sous traitant
Faisabilité Economique	Disponibilité de l'enveloppe financière
Études d'impact	suivant le contenu du projet : on a un impact commercial, politique, économique et environnemental
Risques principaux	Conflit entre les intervenants du projet Risque socioculturel (risque d'altération du patrimoine, présence des vestiges...etc.) Risque Economique (inflation économique, ou fluctuation des prix des matériaux de construction tels que l'acier, ciment,Etc.) Risque naturel (inondation, glissement de terrain, séisme, vent, ….Etc.) Risque professionnel (manque de main d'œuvre qualifié)

6.4 Analyse des exigences

Les exigences sont l'expression d'un besoin documenté sur ce qu'un produit ou un projet particulier devraient être ou faire. Elles sont le plus souvent utilisées dans un sens formel dans l'ingénierie des systèmes .

L'analyse des exigences peut avoir été précédée par une étude de faisabilité, ou une phase d'analyse conceptuelle du projet. Il existe deux exigences essentielles :

- Exigences opérationnelles : ce sont les exigences qui assurent la fonctionnalité du système.
- Exigences de maintenance et de support logistique : elle s'agit des exigences qui assurent la maintenance et l'entretien, soit du système ou du matériel utilisé.
  Pour le système de trémie les exigences principales sont représentées dans la figure 3.5

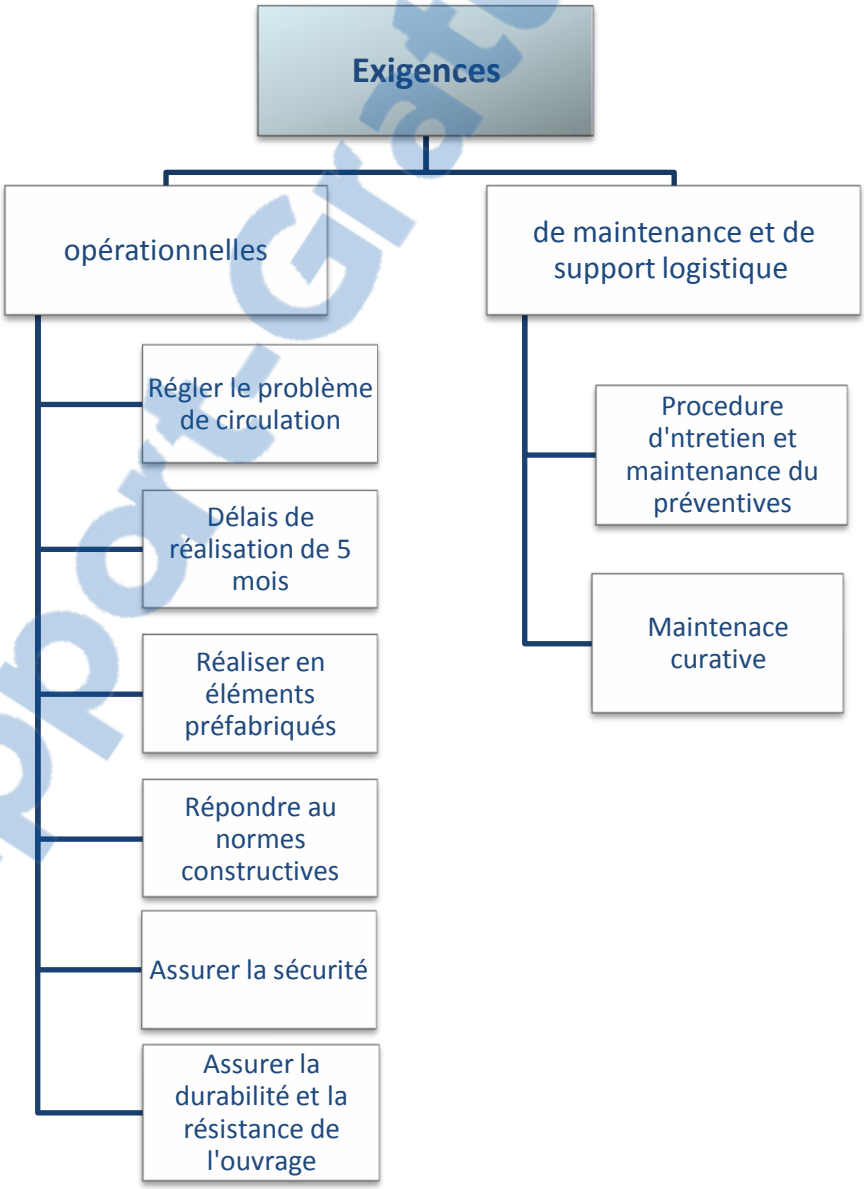


Figure 3.5 Exigences principales du système

Rapport-Gratuit.com

6.5 Présentation du système

Le système trémie se décompose en 6 sous systèmes principales

- Sous système 1 : partie couverte
- Sous système 2 : partie non couverte
- Sous système 3 : vois de circulation
- Sous système 4 : les équipements
- Sous système 5 : voie de passage piéton
- Sous système 6 : système de drainage

La décomposition systémique de notre système est représentée dans la figure 3.6.

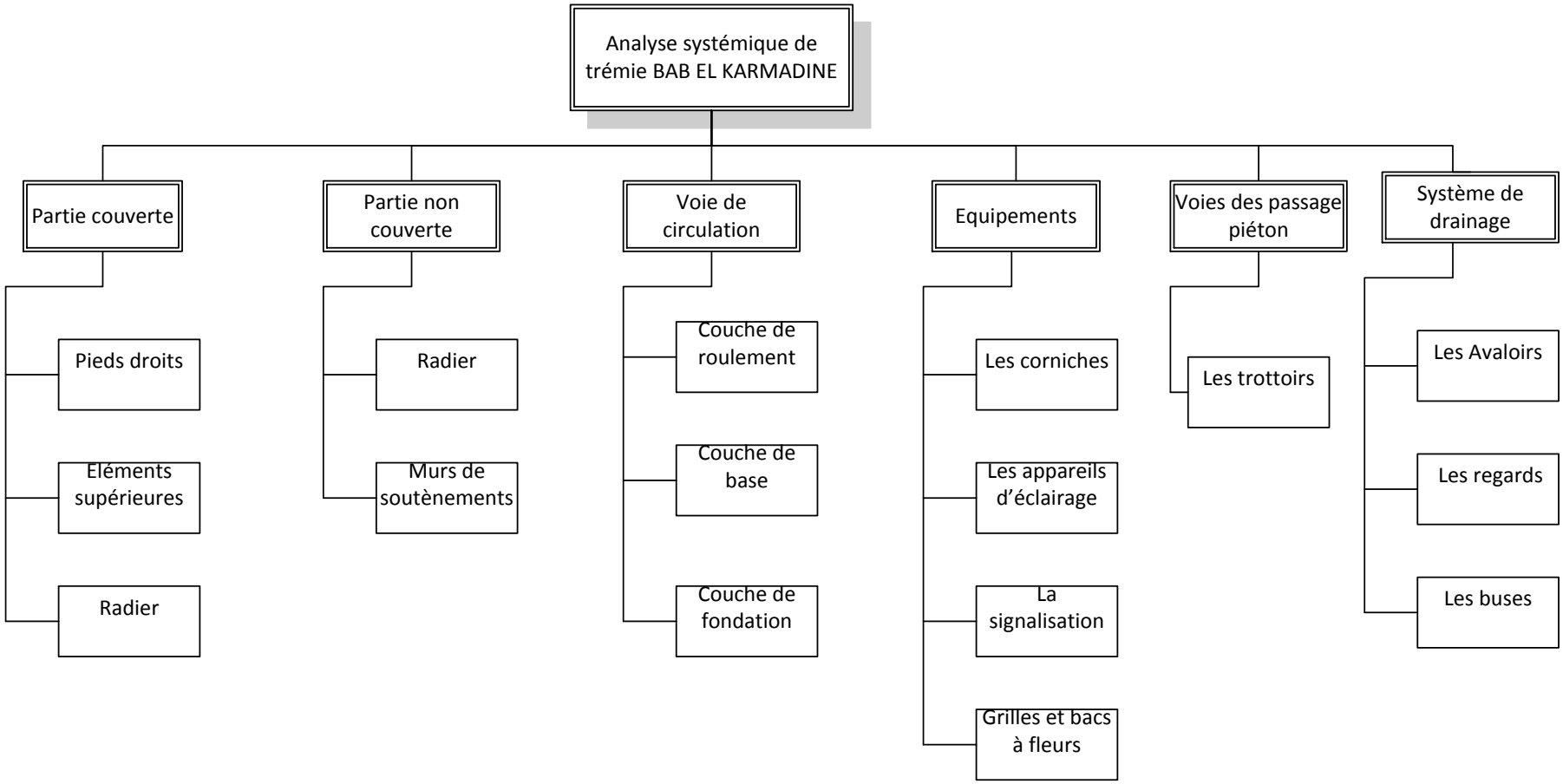


Figure 3.6 représentation systémique de la trémie

7. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit ou un projet pour satisfaire les besoins des clients.

L'analyse fonctionnelle a pour objet de modéliser de manière structurée un système de sorte de favoriser la compréhension de son fonctionnement et d'en faciliter les analyses critiques.

On a deux démarches de l'analyse fonctionnelle :

- Analyse fonctionnelle de besoin ou externe :

Cette étape a pour objectif de l'obtention des données nécessaires à la conception du système. Elle permet l'utilisation des outils de recherche de fonction

–Fonctions principales : « pourquoi le produit a t-il été crée? »
–Fonctions contraintes: « quelles sont les contraintes auxquelles il doit satisfaire? »

- Analyse fonctionnelle de produit ou interne :

Elle permet de caractériser le fonctionnement interne de la solution technique dégagée par la décomposition en blocs fonctionnels et utilisation des outils de recherche de fonction
– Fonctions techniques ou élémentaires : « comment le produit fonctionne? »

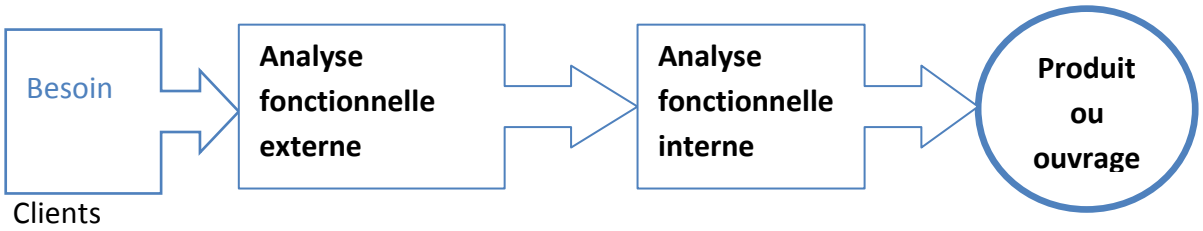


Figure 3.7 démarche d'analyse fonctionnelle

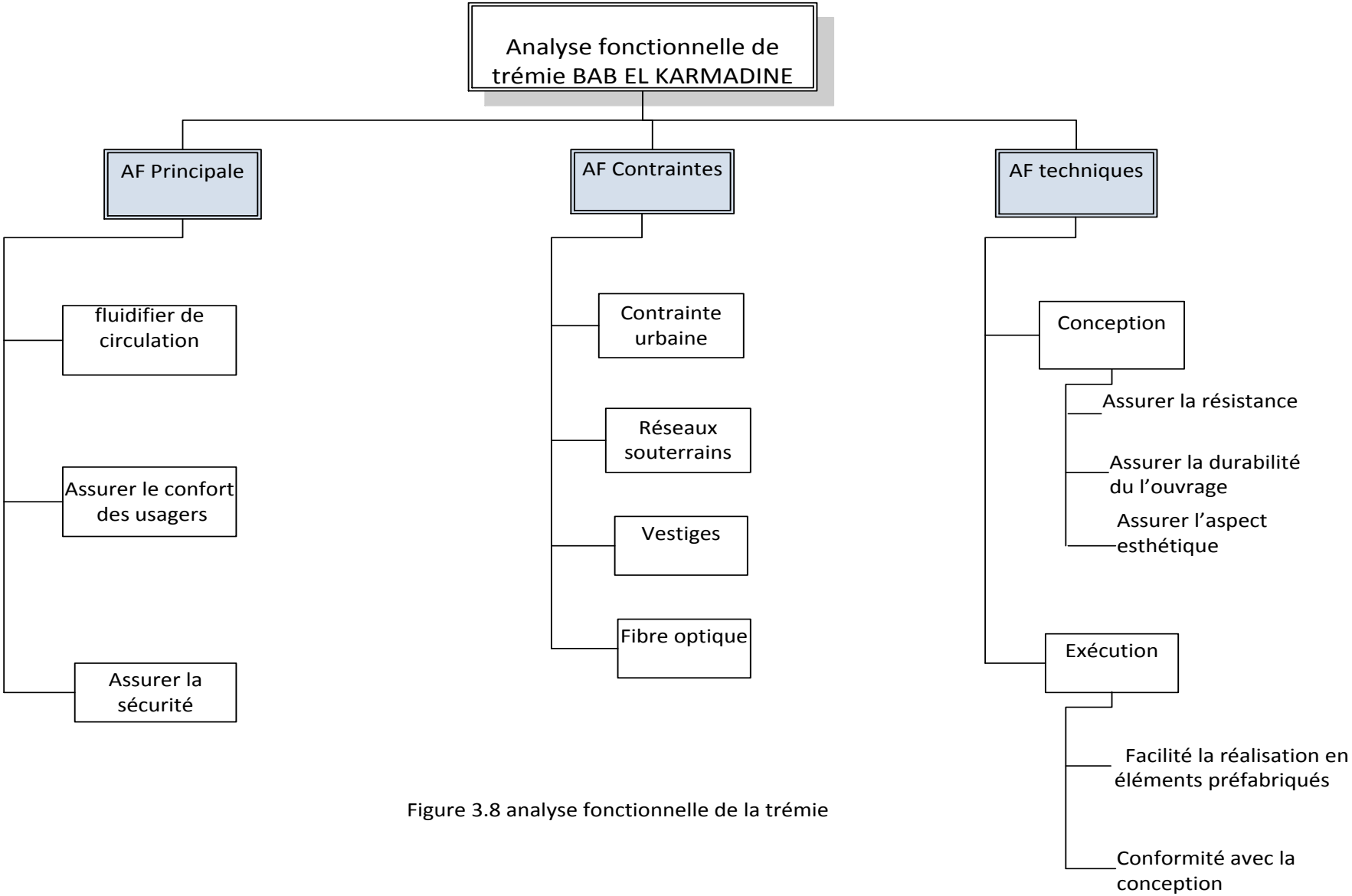


Figure 3.8 analyse fonctionnelle de la trémie

8. Importance de l'approche systémique dans la gestion des risques

L'approche consiste alors à élaborer des modèles plus proches de la réalité et donc capables de mieux appréhender la complexité des systèmes en simulant leur comportement. Or, dans l'analyse de risques, la modélisation du système étudié joue un rôle primordial.
C'est le degré de finesse de la modélisation qui permettra à l'analyste de percevoir les causes possibles des dysfonctionnements du système étudié.
Cette modélisation doit permettre à l'analyste de s'orienter vers une vision macroscopique, pour laisser aux experts la vision microscopique qui fera appel à toutes leurs compétences dans un second temps. L'analyste doit dans un premier temps aller à l'essentiel, c'est-à-dire que l'objectif principal des analyses de risques globales doit être de prédire les principaux points faibles ou failles du système, et ce pour y remédier.
Nous voyons donc que l'approche systémique peut permettre de remédier aux limites des méthodes classiques, qui sont le manque de prise en compte de l'environnement, la focalisation sur des aspects spécifiques, une vision essentiellement technique.
L'adoption d'approches plus globales et transdisciplinaires doit permettre de prévenir la réalisation des scénarios d'accident aux causes multiples et variées. Les résultats de ces analyses doivent permettre ainsi d'effectuer des choix stratégiques les plus pertinents possibles basés sur une connaissance globale des sources de danger et des vulnérabilités.

L'approche possède notamment l'avantage d'appréhender les systèmes :

- de manière globale. Elle cherche à étudier les relations entre les sous-systèmes qui peuvent conduire à des évènements imprévisibles ;
- en tenant compte ainsi de son environnement. Elle considère le système étudié dans son contexte et s'attarde sur l'étude des interactions qu'il entretient avec son environnement ;
- avec une approche transdisciplinaire. Elle conduit à prendre en compte plus de variables que d'autres approches et nécessite pour cela une ouverture des champs disciplinaires ;
- en tenant compte de leur dynamique. Elle insiste sur les transformations des intrants en extrants qui ont lieu dans le système et sur l'évolution du système dans le temps ;
- en fonction de ses finalités. Elle focalise l'analyse sur l'étude de ce qui est attendu par le système. Ce sont les finalités du système qui peuvent provenir de l'intérieur du système ou de son environnement.

La méthode utilise tout de même une approche Pluridisciplinaire, l'analyse fonctionnelle est donc à la base de nombreuses méthodes utilisées en sciences de l'ingénierie, génie industriel, gestion de projet, administration des entreprises, aide à la décision, ainsi qu'en automatismes, informatique, programmation, conception de logiciels …etc., mais aussi en sciences humaines, sociologie, pédagogie, communication, économie, écologie, biologie, physiologie...

Elle est indispensable à la maîtrise des risques en tant qu'étape fondamentale de l'analyse des modes de défaillance (prévention des risques techniques) et de l'analyse de la valeur (prévention des risques financiers). Elle fonde ainsi, par exemple : l'analyse du risque, l'AMDEC, HACCP, MOSAR, …etc. L'approche par fonction, dans la conception des systèmes, met en œuvre un raisonnement inductif (*causes / conséquences*) qui impose, avant tout diagnostic ou recherche de solution, de définir des finalités. Elle permet ainsi de :

· S'assurer de répondre à un besoin.

· Remettre en cause les solutions existantes et d'élargir le champ des possibilités

· Mieux circonscrire les zones d'étude et d'optimiser localement les solutions sans perdre de vue l'ensemble.

9. Conclusion

À partir d'une décomposition hiérarchique du projet de trémie, une analyse systémique et fonctionnelle doit avoir pour objectif principal de viser et ressortir les différents risques pendant le déroulement de projet. Ces approches permettent une analyse exhaustive systématique des risques. Cette analyse fera l'objet d'une identification des sources de danger et ces cibles et cela nous permettra d'identifier et prévenir les scénarios possibles pour le but de gérer et maîtriser ces risques. Pour cela différentes méthodes ont été consacrées pour la gestion des risques.

Pour notre cas de la trémie de BAB EL KARMADIN , l'application de la méthode MADS-MOSAR nécessite en premier temps de faire une analyse systémique et fonctionnelle pour le but d'identifier les sources et les cibles de danger qui peuvent attaquer notre projet dans la phase de réalisation, afin de minimiser et gérer ces risques.

Chapitre 4 : Application de la méthode MADS-MOSAR sur la trémie

Quelque savoir qu'on ait,
prudence en toute chose :
On risque à se charger
d'une mauvaise cause.

Édouard Gabriel François
Victor Rey

1. Introduction

Les projets de construction sont soumis à de nombreux risques. La maitrise de ces risques est l'un des enjeux importants pour la réussite de la gestion de projet. De nombreux travaux se sont attachés à identifier et évaluer ces risques. Cependant la complexité inhérente aux projets de construction (multiplicité des acteurs, variété des risques, etc.) rend la gestion globale de ces risques extrêmement difficile. La gestion des risques passe par une bonne appréhension de ceux-ci.
Pour cela, il faut nécessairement faire appel à une modélisation efficiente des risques. Le RBS (Risk Breakdown Structur) répond à ce besoin. Ils constituent une vision hiérarchisée des risques projets. Suivi par une application de la méthode MADS-MOSAR qui nécessite une décomposition systémique et de présenter ainsi toute les étapes de la méthode qui nous montre les interactions de système afin d'établir les mesures nécessaires de la gestion des risques.

2. Réalisation de RBS (risk breakdown structure)

Le RBS nous permet de faire une représentation hiérarchique des risques identifiés, qui pourraient conduire à des problèmes au déroulement de notre projet et les disposer par catégorie.

Cette identification des risques peut être faite par plusieurs méthodes, dans notre cas l'identification a été faite a partir d'un brainstorming ou on a pus ressortir plusieurs risques qui peuvent se présenter dans notre projet en phase de réalisation, puis une classification a été faite selon la catégorie du risque interne ou externe, ensuit on a évaluer la criticité de chaque risque et les classifier dans la matrice des risques pour se concentrer sur les principaux risques dans le but de les gérer, manager et les maîtriser.
Le RBS de notre projet est représentée dans la figure 4.1.

2.1 Classification des risques

Une pré évaluation de la criticité a été faite dans le but de localiser les risques sur la matrice afin d'appliquer la méthode MADS-MOSR.
Ce pré évaluation permet de :

- donner des indications sur l'importance relative de chaque catégorie de risque
- donner une visibilité différente à chaque niveau de décision sur le projet suivant les points de vue adoptés.

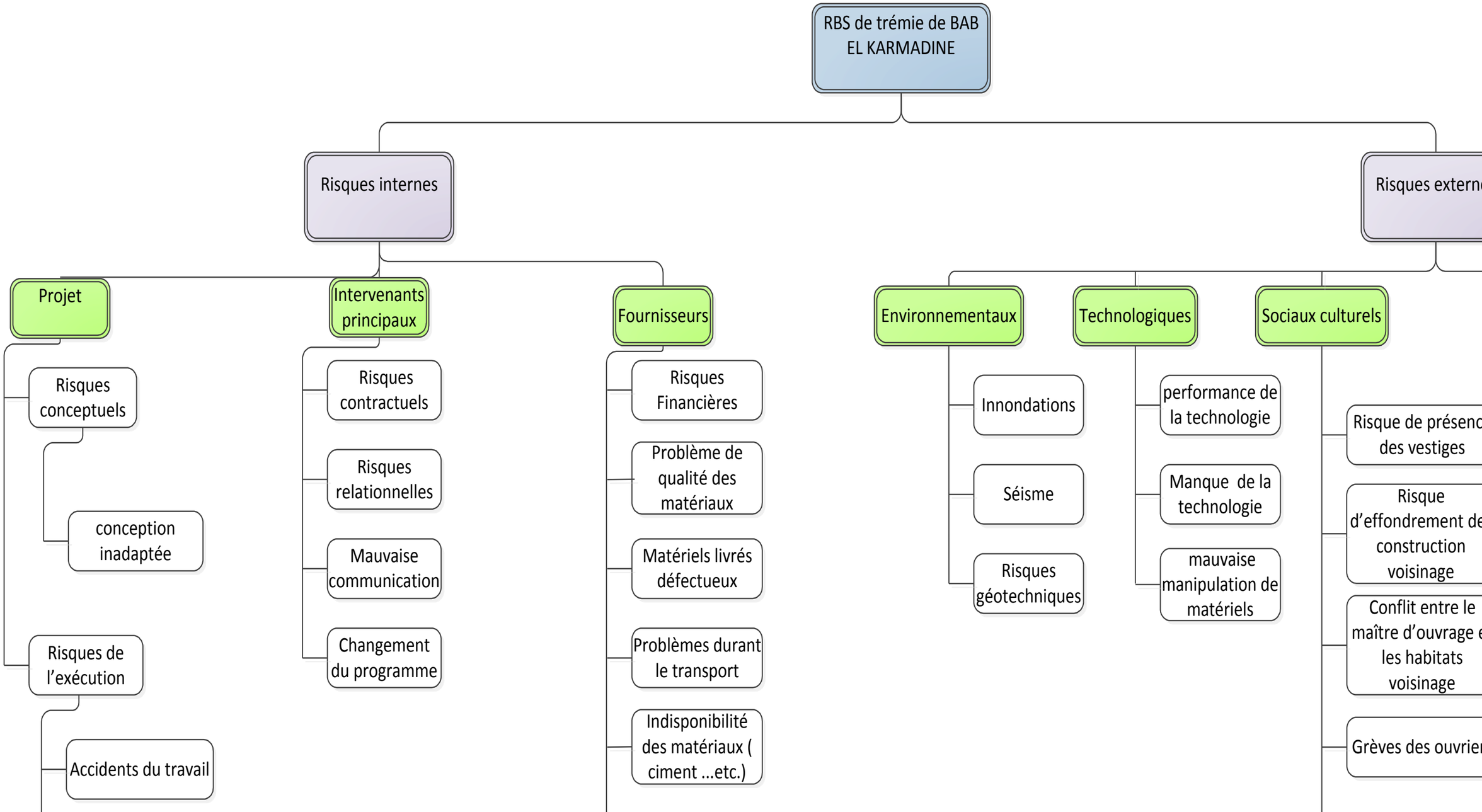

RBS de trémie de BAB EL KARMADINE
Risques internes
Risques externe
Projet
Intervenants principaux
Fournisseurs
Environnementaux
Technologiques
Sociaux culturels
Risques conceptuels
conception inadaptée
Risques de l'exécution
Accidents du travail
Risques contractuels
Risques relationnelles
Mauvaise communication
Changement du programme
Risques Financières
Problème de qualité des matériaux
Matériels livrés défectueux
Problèmes durant le transport
Indisponibilité des matériaux (ciment ...etc.)
Innondations
Séisme
Risques géotechniques
performance de la technologie
Manque de la technologie
mauvaise manipulation de matériels
Risque de présenc des vestiges
Risque d'effondrement de construction voisinage
Conflit entre le maître d'ouvrage e les habitats voisinage
Grèves des ouvrier

Tableau 4.1 : classification des risques dans un projet de trémie

	Nature de risque	Risques		P	G	C
Risques internes	Risques projet	Risques conceptuels	Conception inadaptée	2	2	4
		Risques de réalisation	Accidents du travail	2	3	6
			Inadéquation entre la conception et la réalisation	1	3	3
			Risque d'accident dû à la non-conformité entre les plans des réseaux par rapport au terrain	3	3	9
	Risques lié aux intervenants principaux	Risques contractuels		1	2	2
		Risques relationnelles		1	2	2
		Mauvaise communication		2	2	4
		Changement du programme		2	2	4
	Risques lié aux fournisseurs	Risques financières		2	1	2
		Problème de qualité des matériaux		2	2	4
		Matériels livrés défectueux		2	2	4
		Problèmes durant le transport		1	2	2
		Indisponibilité des matériaux (ciment….etc.)		3	2	6
		Retard dans l'approvisionnement		2	2	4
Risques externes	Environnementaux	Inondation		3	4	12
		Séisme		3	4	12
		Risques géotechnique		3	3	9
	Technologiques	Performance de la technologie		2	1	2
		Manque de technologie		2	1	2
		Mauvaise manipulation de matériels		1	2	2
	Sociaux culturels	Risque de présence des vestiges		3	3	9
		Risque d'effondrement des constructions voisinage		3	4	12
		Conflit entre le maître d'ouvrage et les habitats voisinage		3	3	9
		Grève des ouvriers		2	2	4
		Risque d'altération du patrimoine		3	3	9
	Politiques	Instabilité politique		1	2	2
		Décision politique		1	2	2
	Economiques	Variation de taux d'intérêt, crédit		1	2	2
		Inflation		1	2	2
		Crise économique		1	2	2
		Diminution de prix du pétrole		2	2	4
	Logistiques	Difficulté d'approvisionnement		2	2	4

Rapport-Gratuit.com

3 Application de la méthode MADS-MOSAR sur la trémie « BAB EL KERMADINE »

3.1 Décomposition du système

Le système étudier c'est la trémie de BAB EL KARMADIN, ou on va se focalise sur la phase de réalisation. On va procéder étape par étape de la décomposition du système au l'identification des mesures de pérennité.

La décomposition du système se fait en deux modes :

- Décomposition systémique
- Décomposition fonctionnel

Cette décomposition sert pour l'identification et la visualisation de touts systèmes sources qui peuvent provoquer un danger.

- Décomposition systémique :

SS1 : partie couvert

SS2 : partie non couvert

SS3 : voie de circulation

SS4 : équipements

SS5 : voies de passages piétons

SS6 : système de drainage

SS7 (SS opérateurs) ce sont les acteurs de l'installation (Ressources humains) et aussi les gens en relation avec le système étudié tel que les habitats voisinage.

SS8 (SS environnement): on va s'intéresse à l'environnement lié directement au projet tel que les constructions voisinages et au patrimoine.

- Décomposition fonctionnelle :

Tableau 4.2 : décomposition fonctionnelle du projet de trémie

AF externe	- Fonctions principales	Fluidifier la circulation Assurer la sécurité Assurer le confort des usagers
	- Fonctions contraintes	Contrainte urbain Réseaux de souterrains Vestiges Fibres optiques
AF interne	- Fonctions techniques	**Lié à la conception** Assurer la résistance Assurer la durabilité de l'ouvrage Assurer l'aspect esthétique
		Lié à l'exécution Faciliter la réalisation en éléments préfabriqués Conformité à la conception

3.2 Identification des sources de danger

Il s'agit d'identifier tous les systèmes sources de danger externe ce qui est lié a l'environnement et interne ce qui est lié au système lui-même c'est à dire en quoi chaque sous-système peut être source de danger, pour achever ce travail, on lit chaque sous-système à travers la grille de typologie des systèmes sources de danger suivant le tableau 4.3.

On essaye de rétablir une grille spécifique au danger lié à la construction et plus particulièrement au projet de réalisation d'une trémie. En faisant cette identification pour tous les sous-systèmes, on obtient donc une liste exhaustive des dangers du projet.

Tableau 4.3 : grille de typologie des systèmes sources de danger

A	Systèmes sources de dangers liés à l'environnement actif
systèmes sources de danger d'origine naturel	
A1	Inondation
A2	Séisme
A3	Risques géotechniques
Systèmes sources de dangers liés à l'environnement actif artificiel	
A4	Constructions voisinages
A5	Monuments
B	Systèmes sources de danger d'origine Socio-culturels
B1	Eléments sources de Conflits
B2	Eléments sources à la présence des vestiges
C	Systèmes sources de danger lié à la conception
C1	Systèmes sources de dangers liés aux Mauvaise conception
D	Systèmes sources de danger lié à la réalisation
D1	Eléments sources d'accidents de travail
D2	Eléments sources d'accidents dus à la non-conformité entre les plans des réseaux par rapport au terrain
D3	Systèmes sources lié aux travaux de réalisation
E	Systèmes sources de danger d'origine mécanique
E1	Eléments sources de chute de hauteur
E2	Eléments source de chute de plain-pied
E3	Autres éléments sources de blessures
F	Systèmes sources de danger d'origine biologique
F1	Eléments sources liés au comportement humain

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

3.3 Association des évènements

Cette étape vise a identifié tous les évènements qui constituent les processus de danger relatives a chaque sous système, on remplit le tableau d'association des évènements en commençant par les évènements initiaux qui peuvent être lié soit au contenu soit au contenant du système puis on fait ressortir les événements initiateurs qui peuvent générer les événements initiaux . Ces événements peuvent être d'origine interne ou externe au système source de danger. La chaîne événements initiateurs – événements initiaux produit des événements principaux.

Cette technique nous donne un outil de génération d'un ensemble d'évènements. Ce n'est qu'un outil qu'il faut utiliser comme tel. Il nous aide à faire apparaître des évènements et leurs enchaînements pouvant avoir des effets non souhaités sur des cibles.

Tableau 4.4 Association des évènements pour SS1

Type de système source de danger Pour le SS1 : partie couvert		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
A1	Partie couverte	Exécution	Forte pluviométrie Fonte des neiges	Saturation des réseaux d'assainissements Panne de pompe Une pente transversale < 2,5% Mauvaise conception des buses	Inondation Erosion Ruissellement		endommagement partiel de la trémie Arrêt de chantier Réseaux d'assainissement endommagés
A2	Partie couverte	Exécution	Mouvement des plaques tectoniques		Séisme		Endommagement partiel de la trémie Réseaux d'assainissement endommagés Chutes d'objets Arrêt de chantier
A3	Partie couverte	Exécution	Instabilité du sol Forte pluviométrique Ruissellement Infiltration des eaux Déblais / remblais Surcharges Dissolution des gypses et calcaire		Mouvement de terrain		Glissement de terrain Effondrement des cavités souterraines Arrêt de chantier
B2	Partie couverte	Exécution	Fouille Terrassement		Présence des vestiges		Arrêt de chantier

Tableau 4.5 Association des évènements pour SS2

Type de système source de danger Pour le SS2 : partie non couvert		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
A1	Radier La chaussée Murs de soutènement	Exécution	Forte pluviométrie Fonte des neiges	Saturation des réseaux d'assainissement Panne de pompe Pente insuffisante	Inondation Erosion Ruissellement		Endommagement partiel de la trémie Arrêt de chantier
A2	Radier La chaussée Murs de soutènement	Exécution	Mouvement des plaques tectoniques		Séisme		Endommagement partiel de la trémie Réseaux d'assainissement endommagés Chutes d'objets
A3	Radier La chaussée Murs de soutènement	Exécution	Instabilité du sol Ruissellement Infiltration des eaux Déblais / remblais Surcharges Dissolution des gypses et calcaire	Fissuration	Mouvement de terrain		Glissement de terrain Effondrement des cavités souterraines Fissuration de la chaussée Arrêt de chantier
B2	Partie non couvert	Exécution	Fouille Terrassement		Présence des vestiges		Arrêt de chantier

Tableau 4.6 Association des évènements pour SS3

Type de système source de danger Pour le SS3 : voies de circulation		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
A1	Les couches de la chaussée	Exécution	Forte pluviométrie		Inondation Erosion Ruissellement		Arrêt de chantier
A2	Les couches de la chaussée	Exécution	Mouvement des plaques tectoniques Instabilité du sol		Séisme		Fissuration de la chaussé
A3	Les couches de la chaussée	Exécution	Instabilité du sol		Mouvement de terrain		Glissement de terrain Fissuration de la chaussée Arrêt de chantier
D3	Les couches de la chaussée	Exécution	Absence d'entretien et de maintenance de matériels Incompétence de main œuvre		Disfonctionnement d'engins Mauvaise exécution		Fissuration de la chaussée Arrêt de chantier

Tableau 4.7 Association des évènements pour SS4

Type de système source de danger Pour le SS4 : les équipements		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
E1	La signalisation Les appareils d'éclairages	Exécution	Mauvaise assemblage Problème de livraison		Chute des panneaux et signalisation Chute des appareils d'éclairage		Blessures
E3	Les appareils d'éclairages La signalisation	Exécution	Pluie Mauvaise assemblage		Corrosion		Chute des appareils et de signalisation Blessures

Tableau 4.8 Association des évènements pour S5

Type de système source de danger Pour le SS5 : vois des passages piétons		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
A1	Trottoirs	Exécution	Forte pluviométrie Mauvaise exécution		Inondation Erosion Ruissellement		Trottoir endommagés Retard dans les délais
A2	Trottoirs	Exécution	Mouvement des plaques tectoniques Instabilité du sol		Séisme		Trottoir endommagés Retard dans les délais
A3	Trottoirs	Exécution	Instabilité du sol Ruissellement Fissuration		Mouvement de terrain		Trottoir endommagés Retard dans les délais

Tableau 4.9 Association des évènements pour SS6

Type de système source de danger Pour le SS6 : les systèmes de drainage		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
A1	Système de recueil et d'évacuation des eaux Les regards	Exécution	Forte pluviométrie Fonte des neiges	Saturation des réseaux d'assainissements Panne de pompe Diamètre insuffisant des buses Pente < 2,5 %	Inondation Erosion Ruissellement		Arrêt de chantier Système de drainage endommage Dépassement des délais
A2	Système de recueil et d'évacuation des eaux Les regards	Exécution	Mouvement des plaques tectoniques		Séisme		Système de drainage endommage Arrêt de chantier Dépassement des délais
A3	Système de recueil et d'évacuation des eaux Les regards	Exécution	Instabilité du sol Ruissellement		Mouvement de terrain		Système de drainage endommage Arrêt de chantier
D2	Les réseaux d'assainissements	Exécution	la non-conformité entre les plans des réseaux par rapport au terrain Déblais /Remblais		Fuite Réseaux endommagées		Arrêt de chantier Dépassement des délais

Tableau 4.10 Association des évènements pour SS7

Type de système source de danger Pour le SS7 : les ressources humains		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
C1	Ingénieur d'étude	Exécution	Incompétence charge du travail	Fatigue	Inconscience		Erreur dans la conception de l'ouvrage Construction non conforme
E1	Main œuvre, Ingénieur de suivi Chef de chantier	Exécution		Mauvaise contrôle Maladresse Imprudence	Absence de consignes Inconscience		Blessure
E2	Main œuvre, Ingénieur de suivi Chef de chantier	Exécution		Mauvaise contrôle Maladresse Charge de travail	Absence de consignes Inconscience		Blessure
E3	Main œuvre, Ingénieur de suivi Chef de chantier	Exécution	Imprudence		Absence de consignes Inconscience		Blessure
F1	Main œuvres Ingénieurs Chef de chantier	Exécution	Charge du travail	Mauvaise communication Fatigue Malveillance	Conflit		Grève Arrêt de chantier

Support-Gratuit.com

Tableau 4.11 Association des évènements pour SS8

Type de système source de danger Pour le SS8 : l'environnement		Phase de vie	Evènement initiateur		Événement initial		Evènement principal (ENS)
			Externe	Interne	Lié au Contenant (externes)	Lié au Contenu (internes)	
A4	Constructions avoisinantes	Exécution	Mauvaise anticipation a l'exécution (blindage) Déblais de grande masse	Erreur humain	Tassement différentiel		Effondrements des constructions voisinages Fissuration des constructions voisinage Arrêt de chantier Retard en délais
A5	Vestige (monument BAB EL KARMADINE)	Exécution	Déblais de grande masse		Tassement différentiels		Fissurations de monument Effondrement de monument Altération de patrimoine

3.4 Construction de processus

Cette étape utilise la technique des boîtes noires ou on va représenter chaque sous système sous forme processus dont les inputs sont les événements initiateurs et les outputs sont les événements principaux. Ce travail est une simple compilation des tableaux d'association des évènements colonne 3 (évènements initiateurs) et dernière colonne à droite (évènements principaux).

La construction des processus de notre cas est présentée aux figures (de 4.2 jusqu'à 4.9).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure 4.2 Construction des processus pour le SS1 (boite noire partie couvert)

Figure 4.3 Construction des processus pour le SS2 (boite noire partie non couverte)

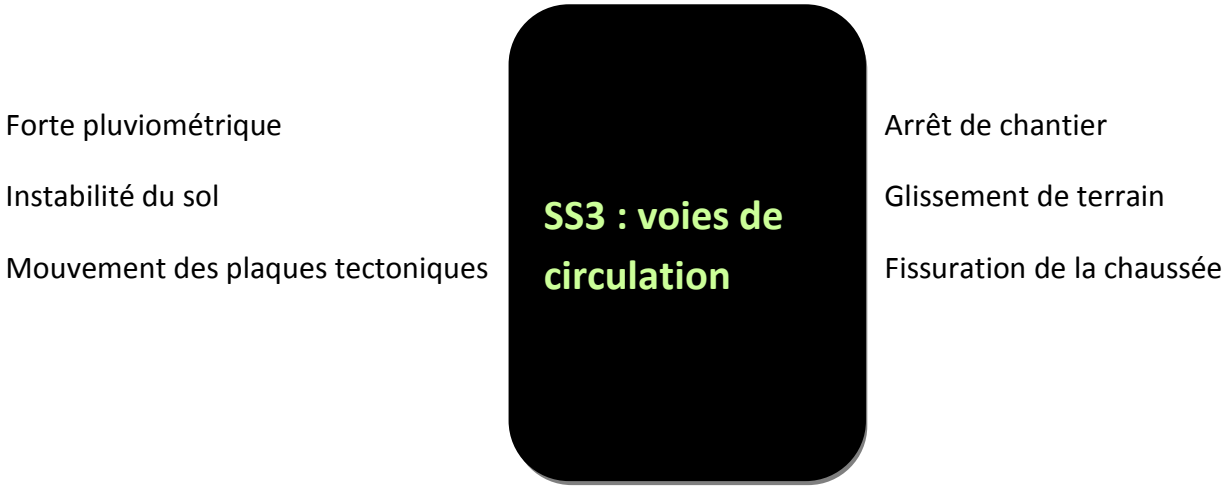


Figure 4.4 Construction des processus pour le SS3 (boite noire les voies de circulation)

Figure 4.5 Construction des processus pour le SS4 (boite noire les équipements)

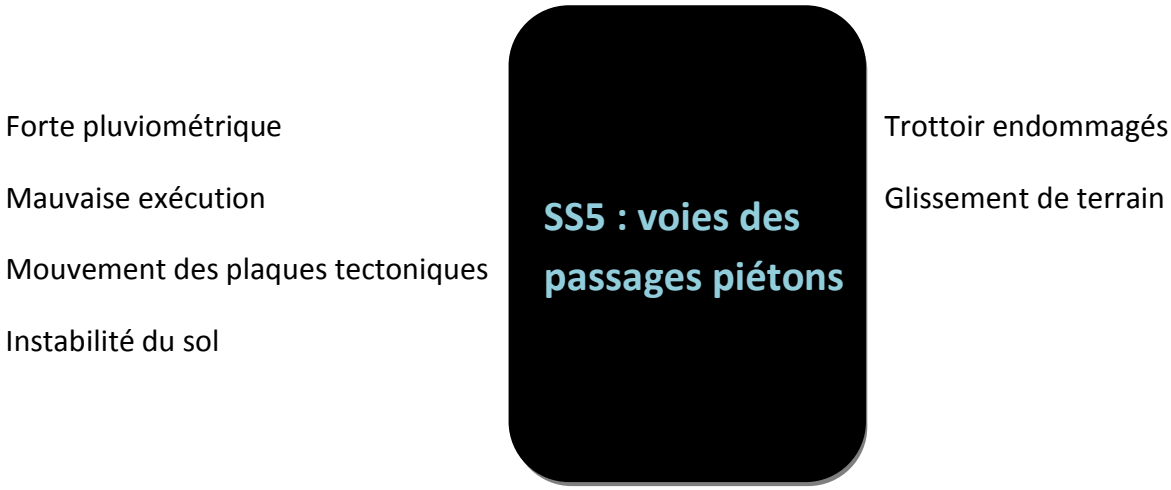


Figure 4.6 Construction des processus pour le SS5 (boite noire voies des passages piétons)

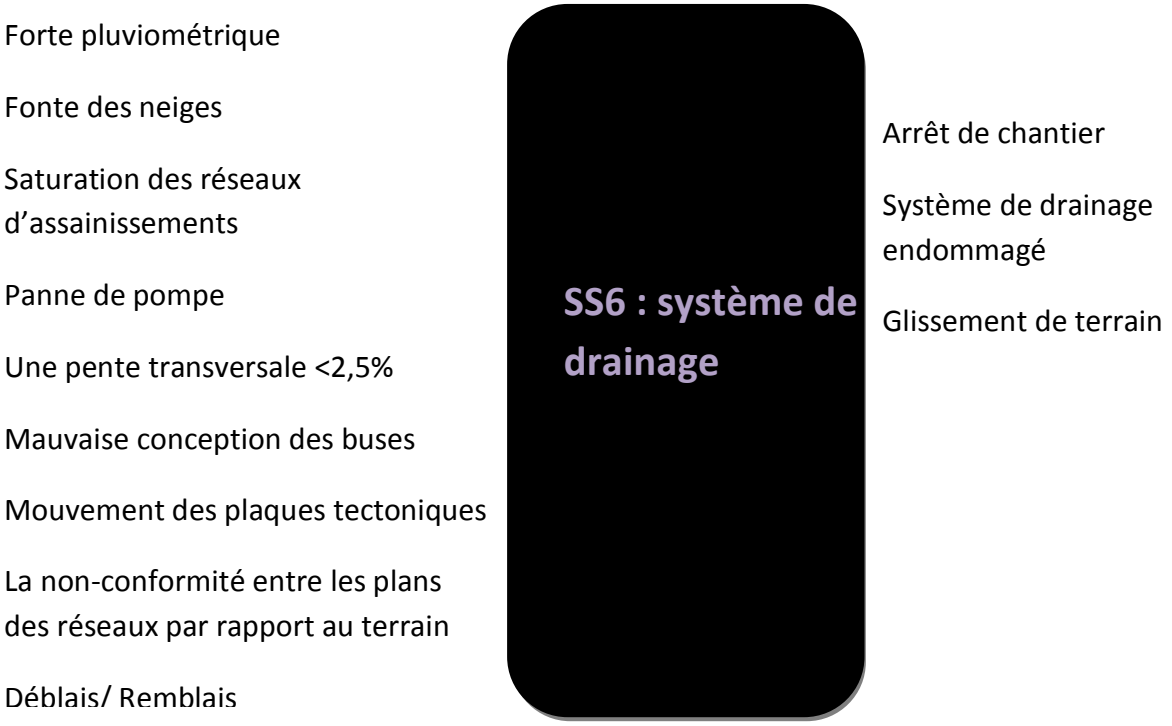


Figure 4.7 Construction des processus pour le SS6 (boite noire système de drainage)

Figure 4.8 Construction des processus pour le SS7 (boite noire ressource humaine)

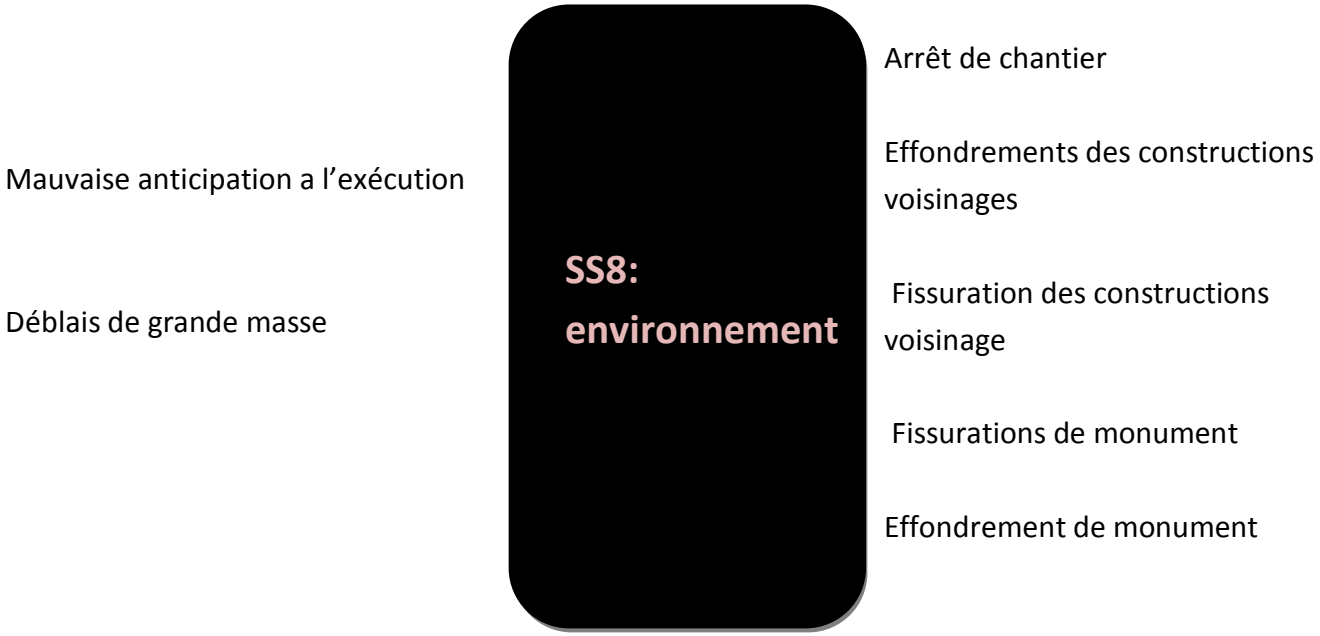


Figure 4.9 Construction des processus pour le SS8 (boite noire environnement)

3.5 Association des scénarios

Cette étape permet la génération des scénarios possibles, on fait apparaître les liaisons directes entre les inputs et les outputs des boîtes noires. Il faut alors combiner les événements d'entrée entre eux, les événements de sortie entre eux et identifier les retours en bouclage des événements de sortie et des événements d'entrée.

Les deux premières opérations mettent en évidence des scénarios courts et la dernière des scénarios qui entraînent une autodestruction du sous-système.

Après la génération des scénarios courts et les scénarios d'autodestruction de chaque sous système, on met toutes les boites noires sur une même page, il est possible de relier les sorties de certaines boîtes qui sont de même nature que les entrées d'autres boîtes. On obtient ainsi des scénarios longs d'enchaînements d'événements ou scénarios de proximité ou aussi scénarios principaux d'ENS (accidents).

On va présenter par la suite, l'association des scénarios dans les figures suivantes.

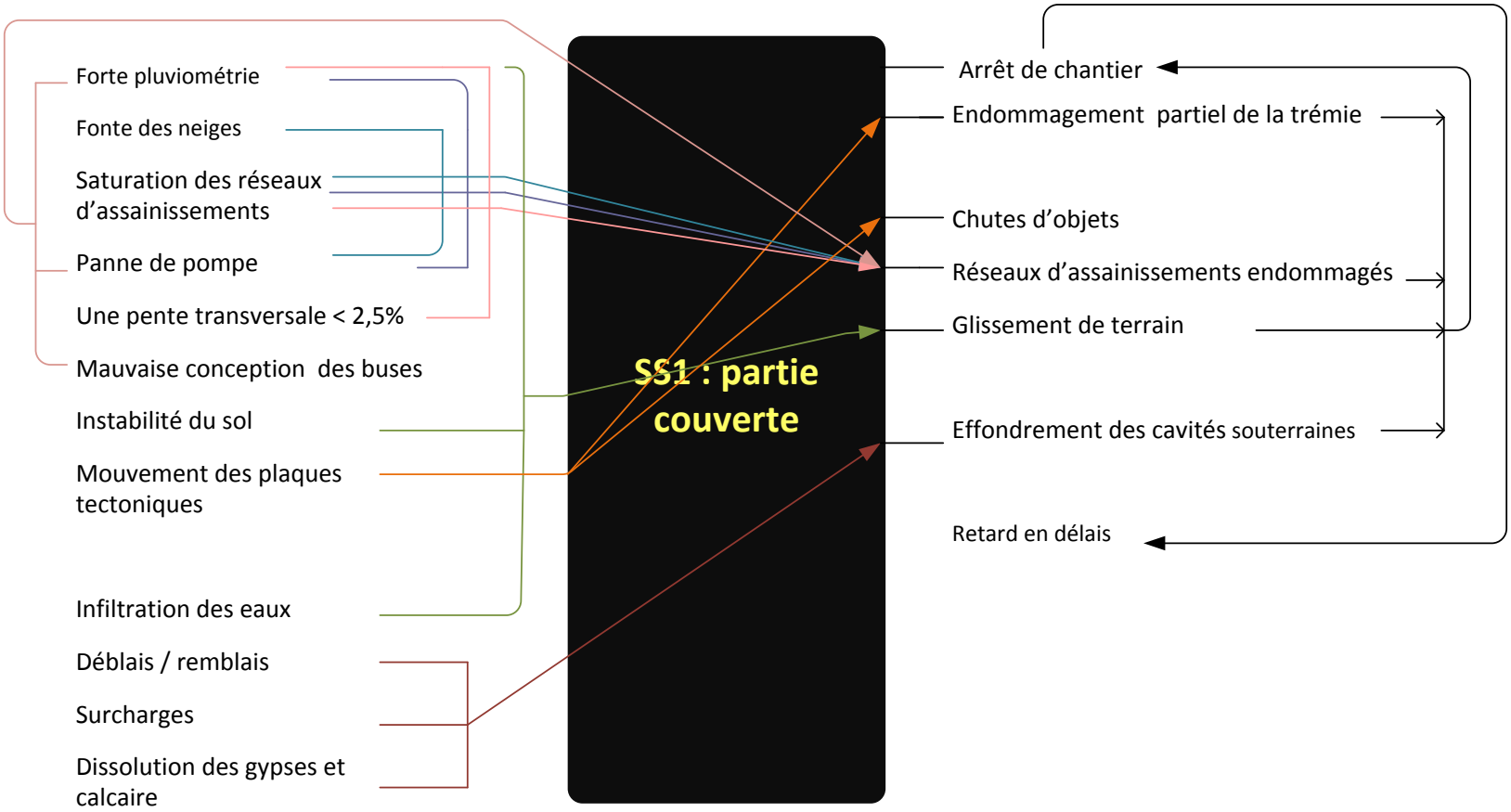
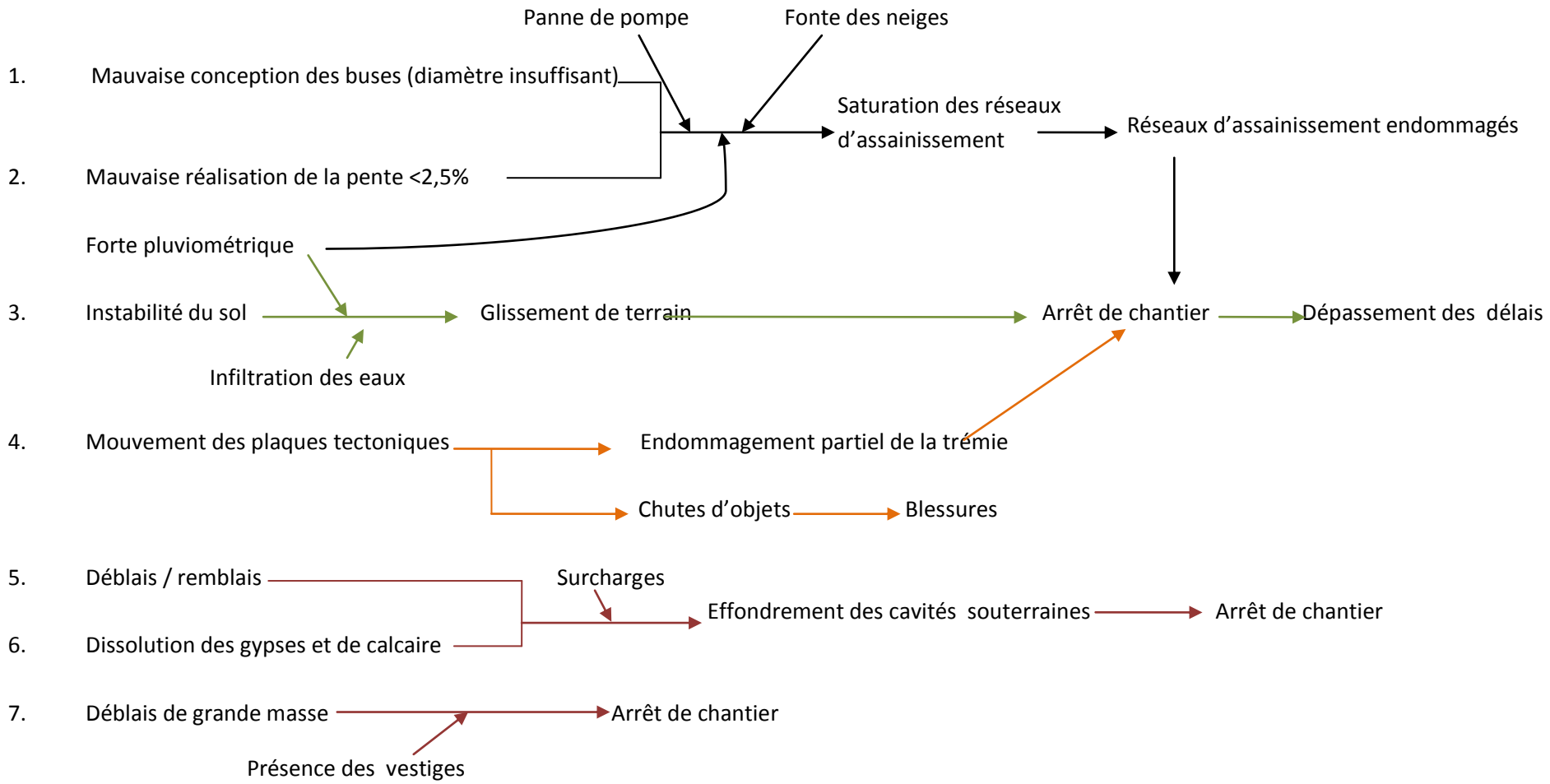


Figure 4.10 Association des scénarios pour le SS1


Panne de pompe
Fonte des neiges
1. Mauvaise conception des buses (diamètre insuffisant)
Saturation des réseaux d'assainissement
Réseaux d'assainissement endommagés
2. Mauvaise réalisation de la pente <2,5%
Forte pluviométrique
3. Instabilité du sol
Glissement de terrain
Arrêt de chantier
Dépassement des délais
Infiltration des eaux
4. Mouvement des plaques tectoniques
Endommagement partiel de la trémie
Chutes d'objets
Blessures
5. Déblais / remblais
Surcharges
Effondrement des cavités souterraines
Arrêt de chantier
6. Dissolution des gypses et de calcaire
7. Déblais de grande masse
Arrêt de chantier
Présence des vestiges

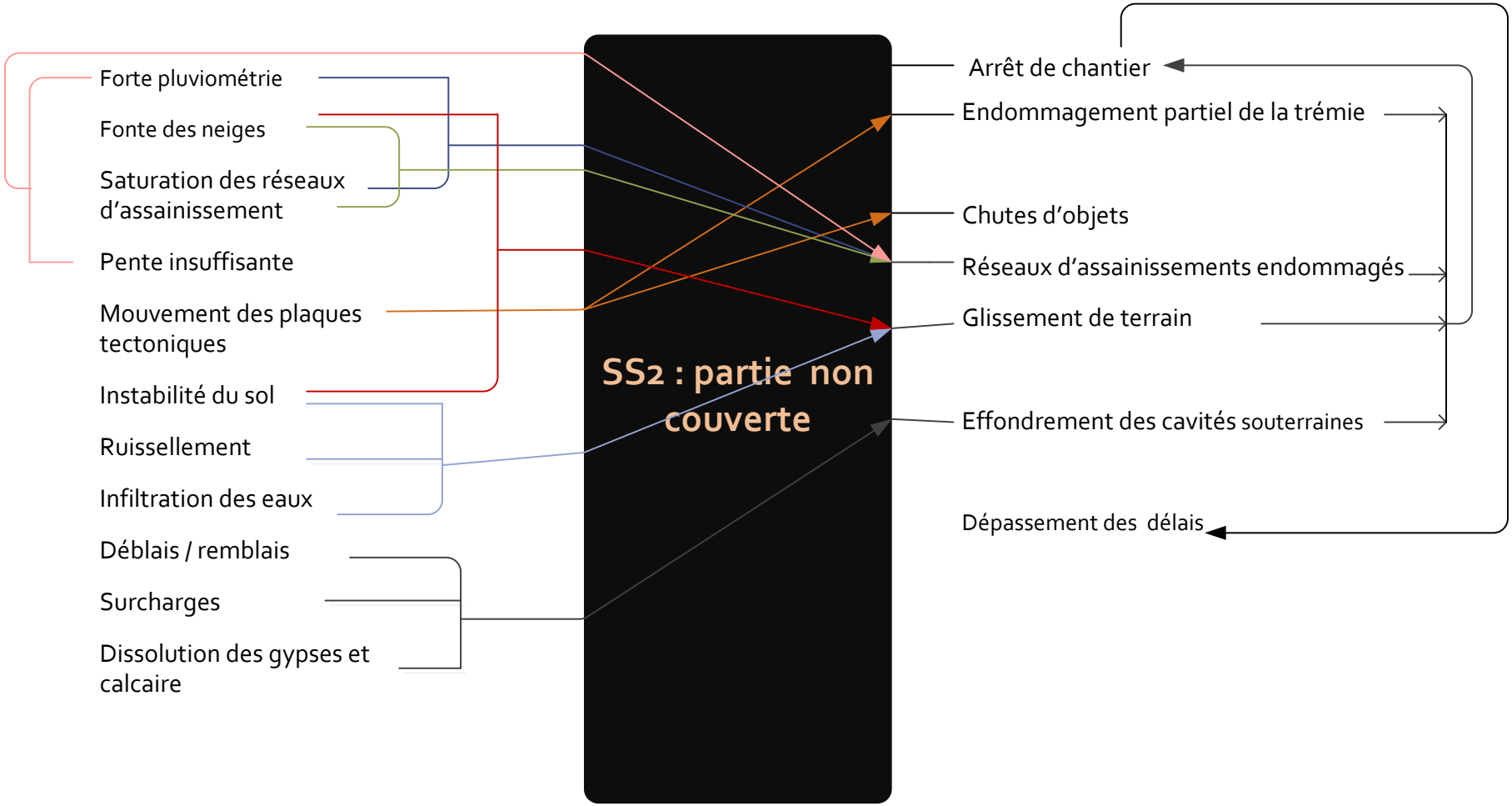
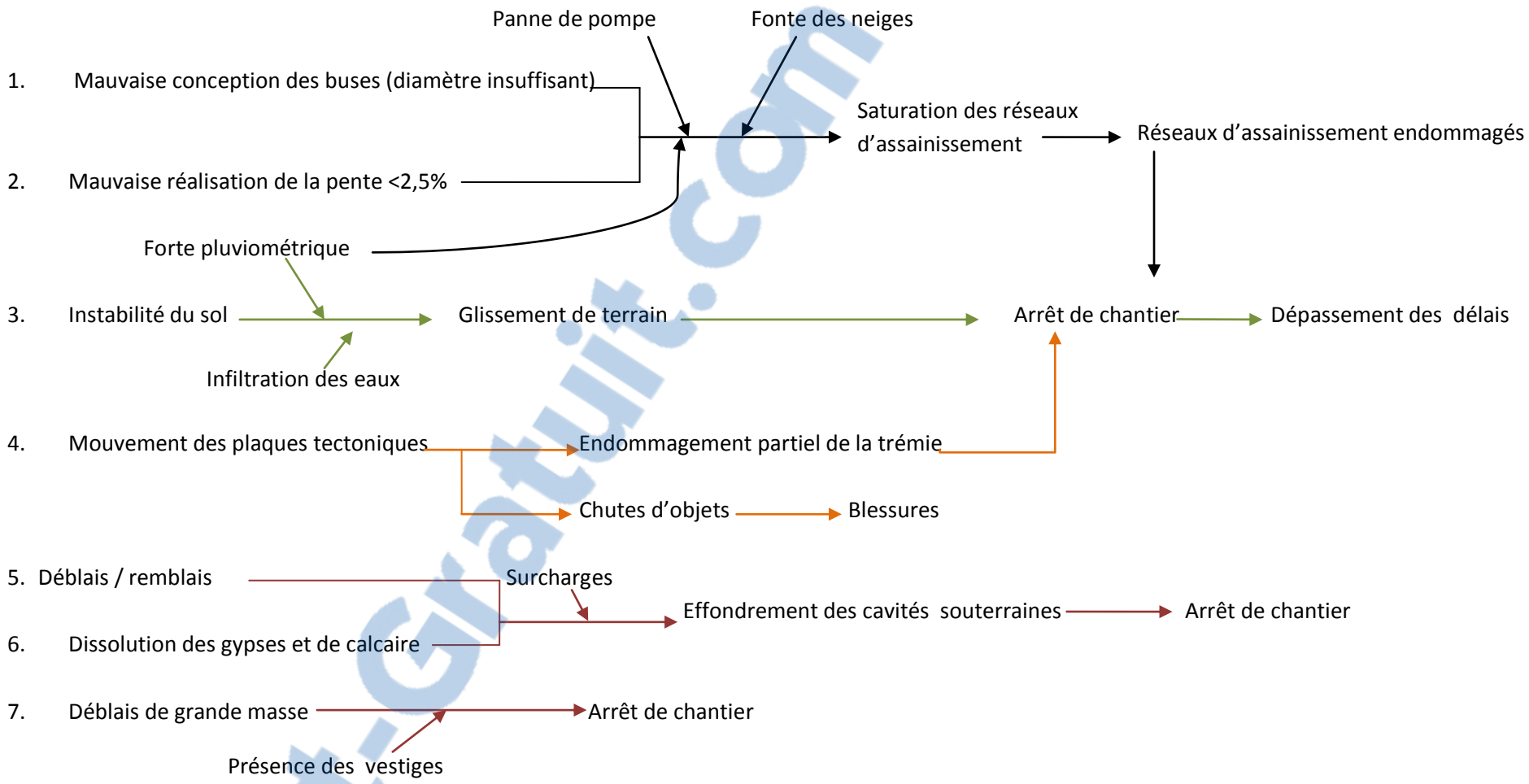


Figure 4.11 Association des scénarios pour le SS2



Support-Gratuit.com

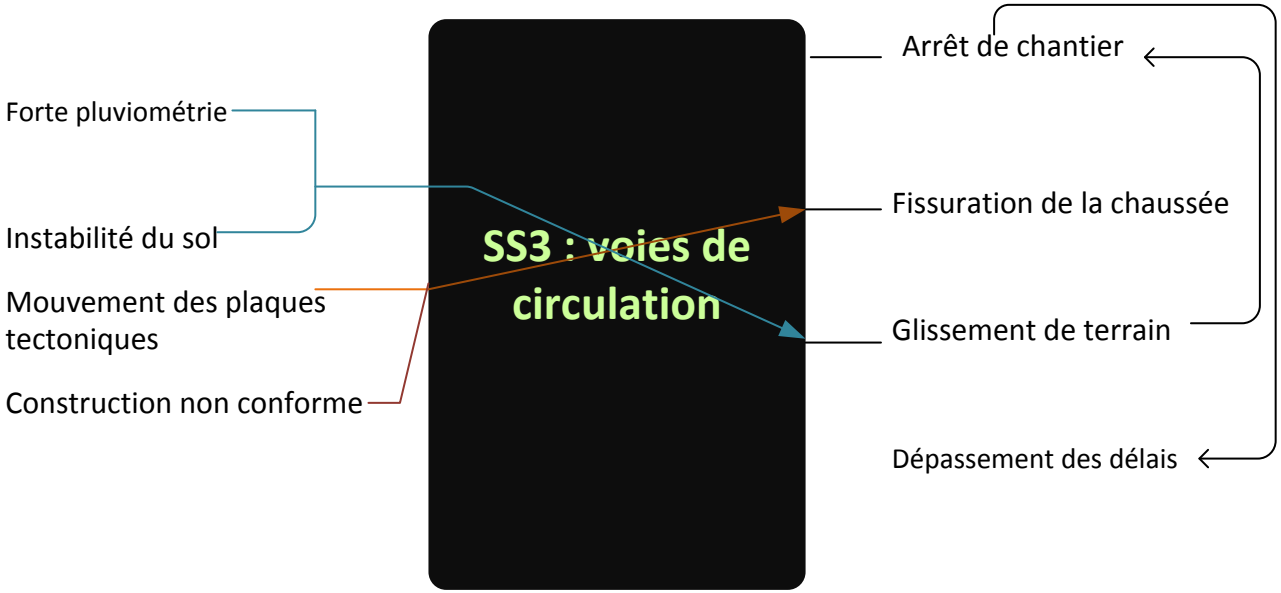


Figure 4.12 Association des scénarios pour le SS3

1. Instabilité du sol → Glissement de terrain → Arrêt de chantier → Dépassement des délais
   Forte pluviométrique

2. Mouvement des plaques tectoniques → Fissuration de la chaussée
   Construction non conforme

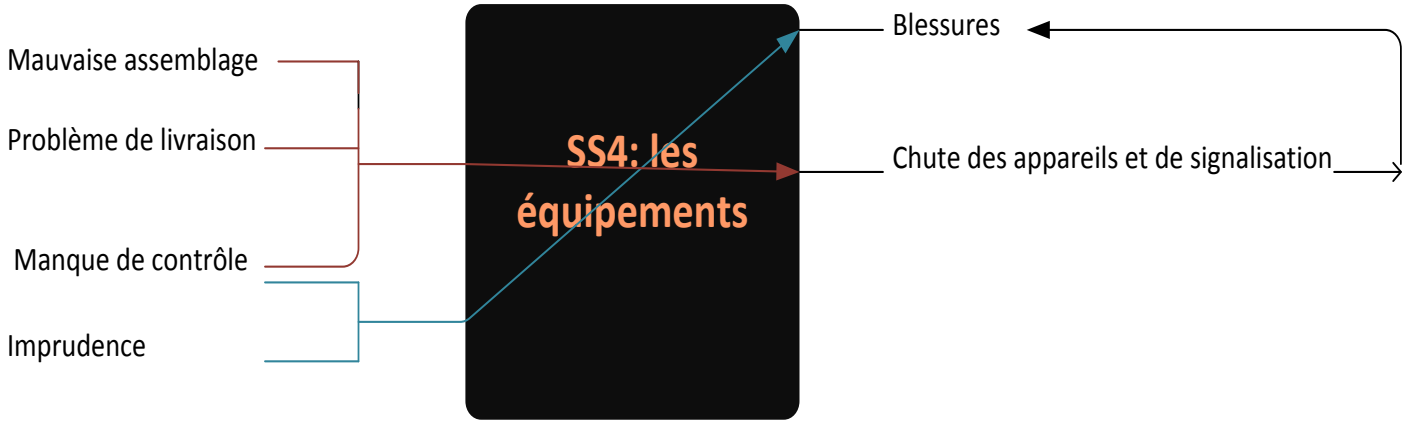
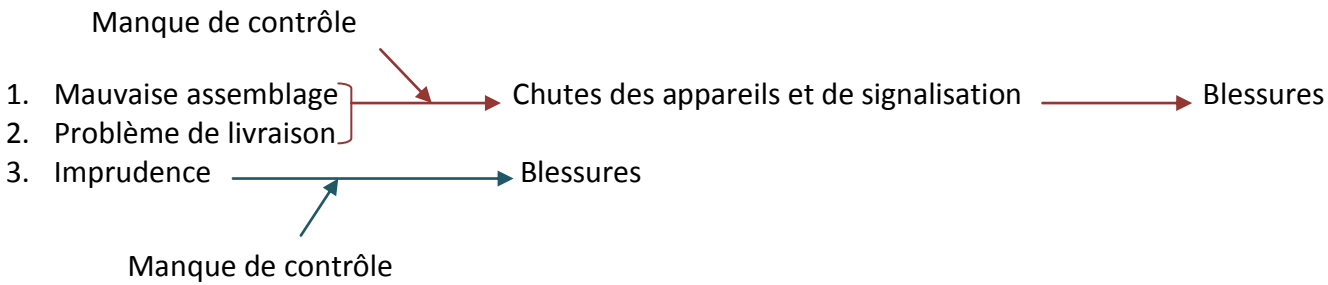


Figure 4.13 Association des scénarios pour le SS4



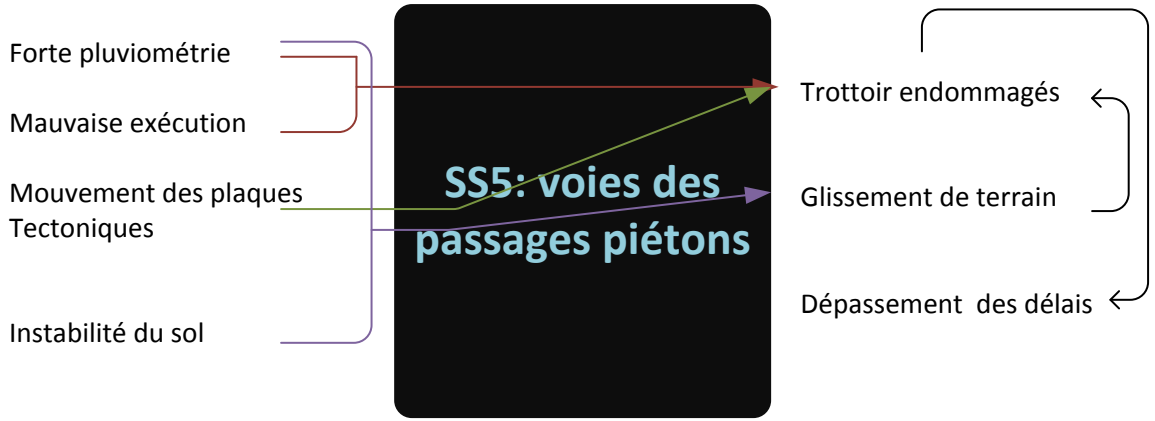
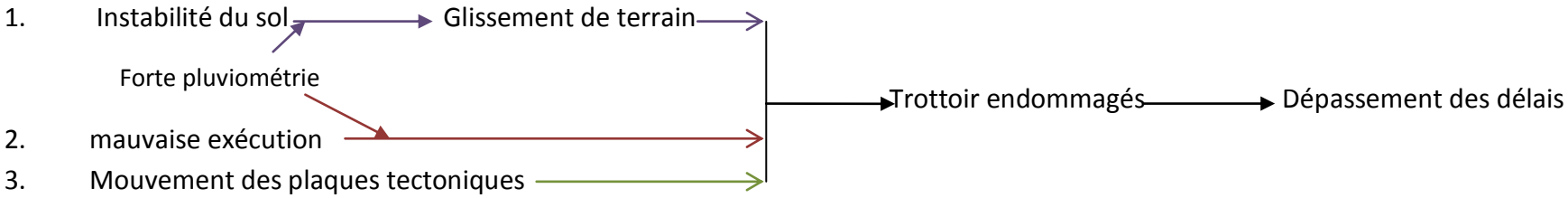


Figure 4.14 Association des scénarios pour le SS5



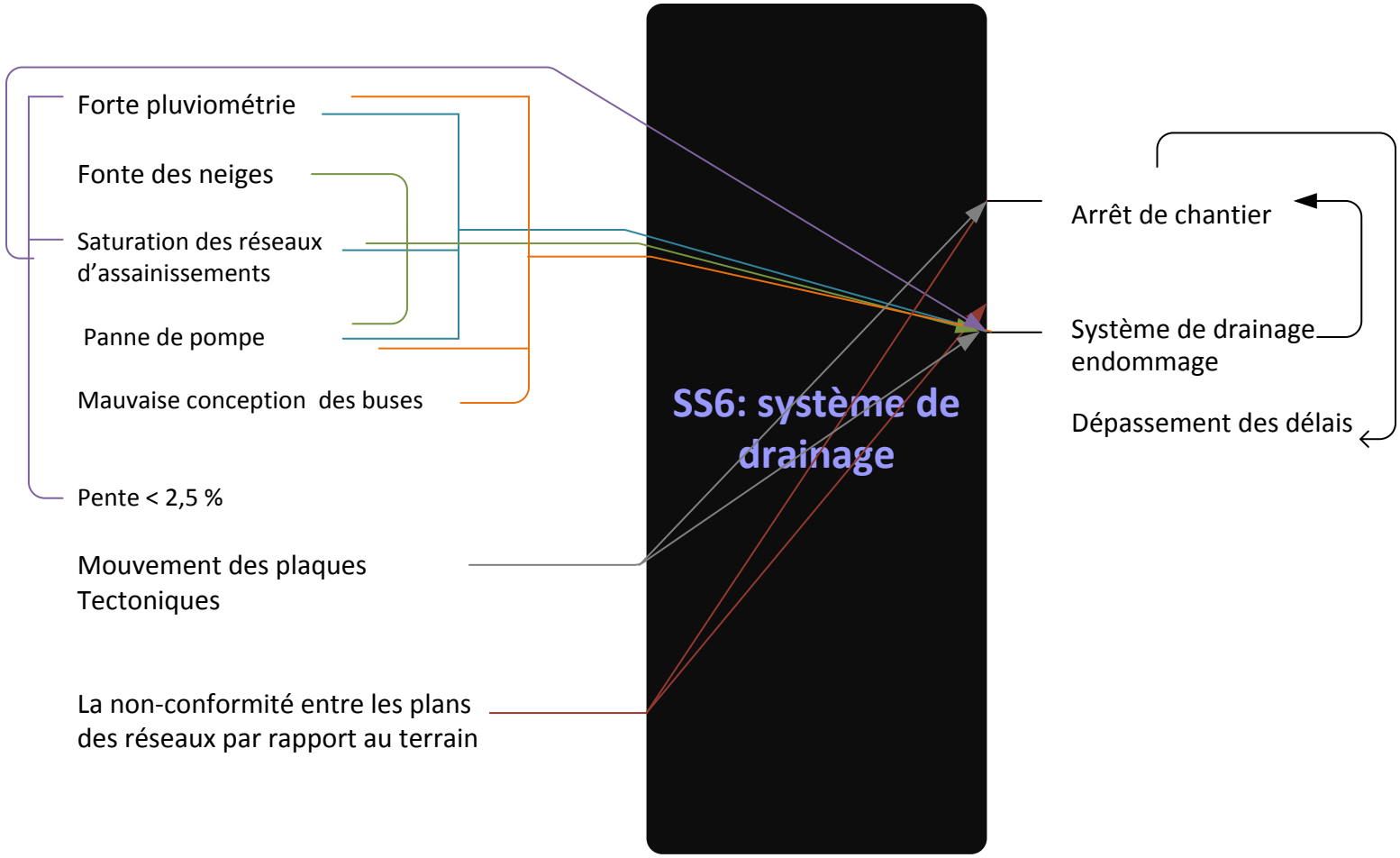
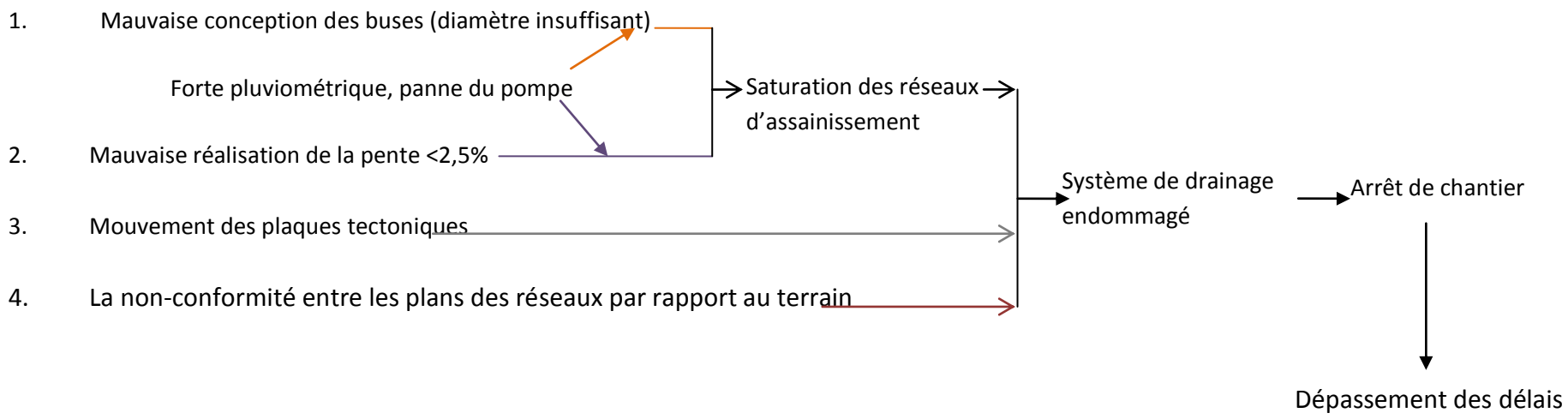


Figure 4.15 Association des scénarios pour le SS6


1. Mauvaise conception des buses (diamètre insuffisant)
Forte pluviométrique, panne du pompe
2. Mauvaise réalisation de la pente <2,5%
Saturation des réseaux d'assainissement
3. Mouvement des plaques tectoniques
4. La non-conformité entre les plans des réseaux par rapport au terrain
Système de drainage endommagé
Arrêt de chantier
Dépassement des délais

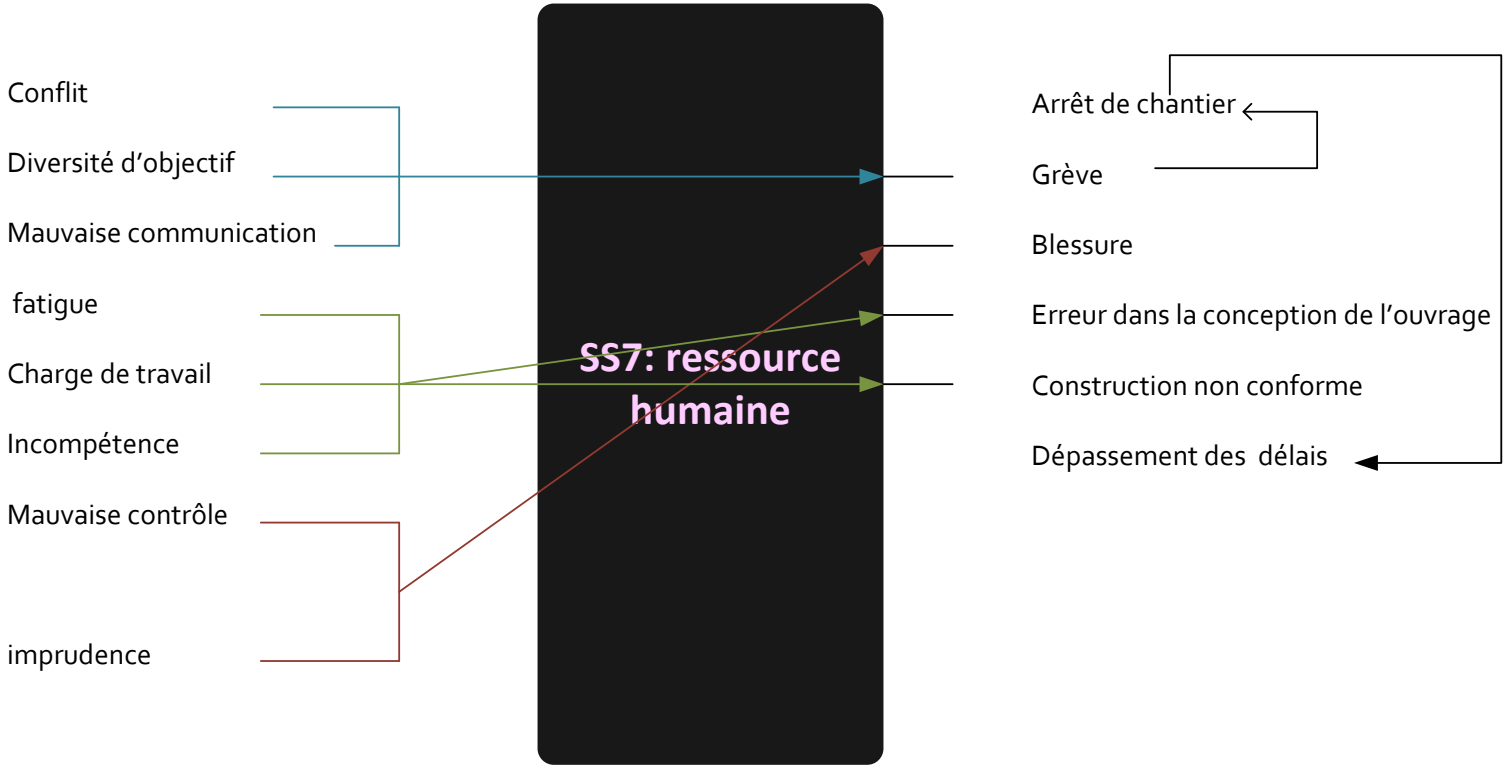
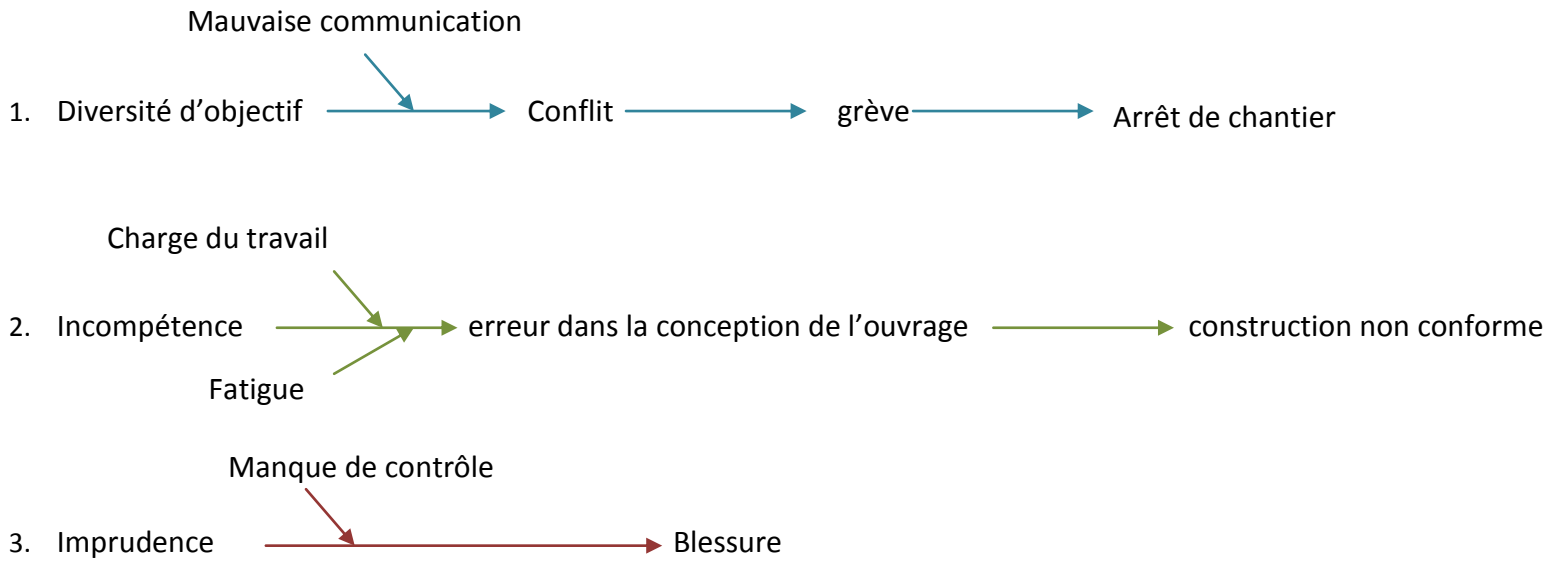


Figure 4.16 Association des scénarios pour le SS7


Mauvaise communication
1. Diversité d'objectif
Conflit
grève
Arrêt de chantier
Charge du travail
2. Incompétence
erreur dans la conception de l'ouvrage
construction non conforme
Fatigue
Manque de contrôle
3. Imprudence
Blessure

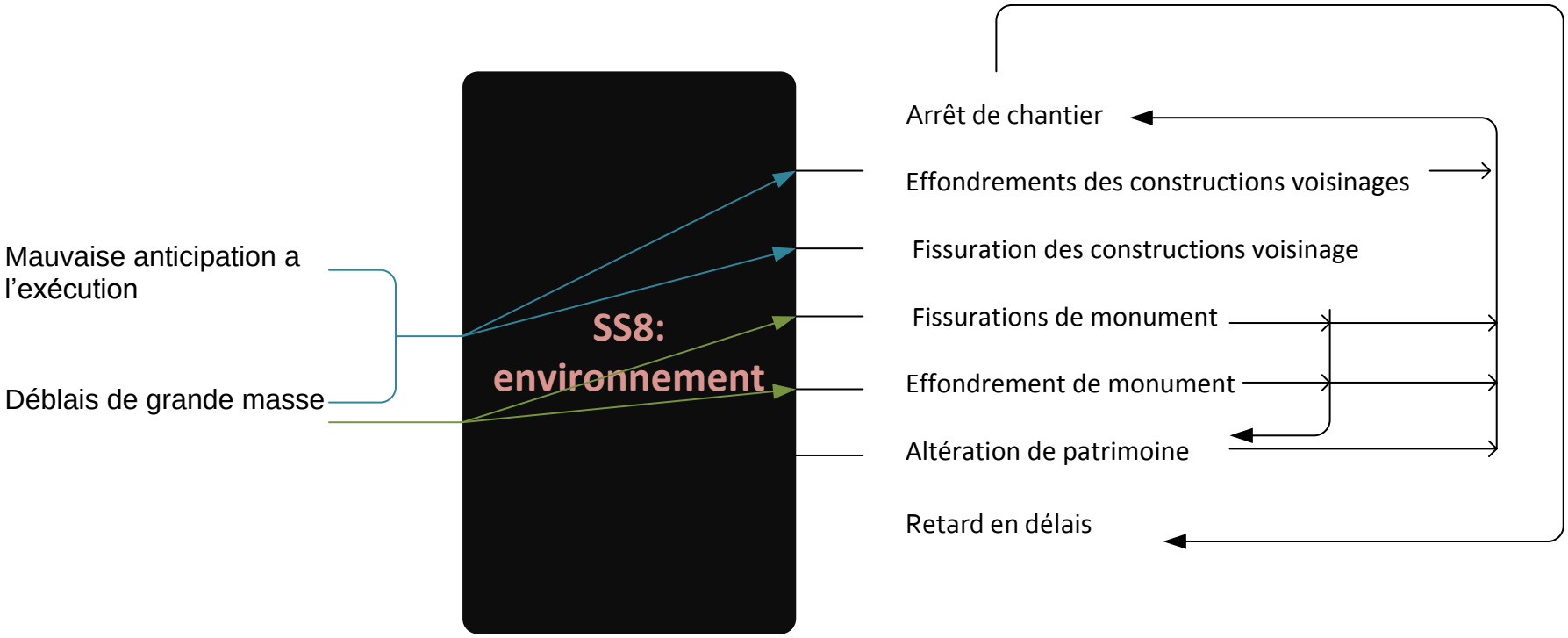
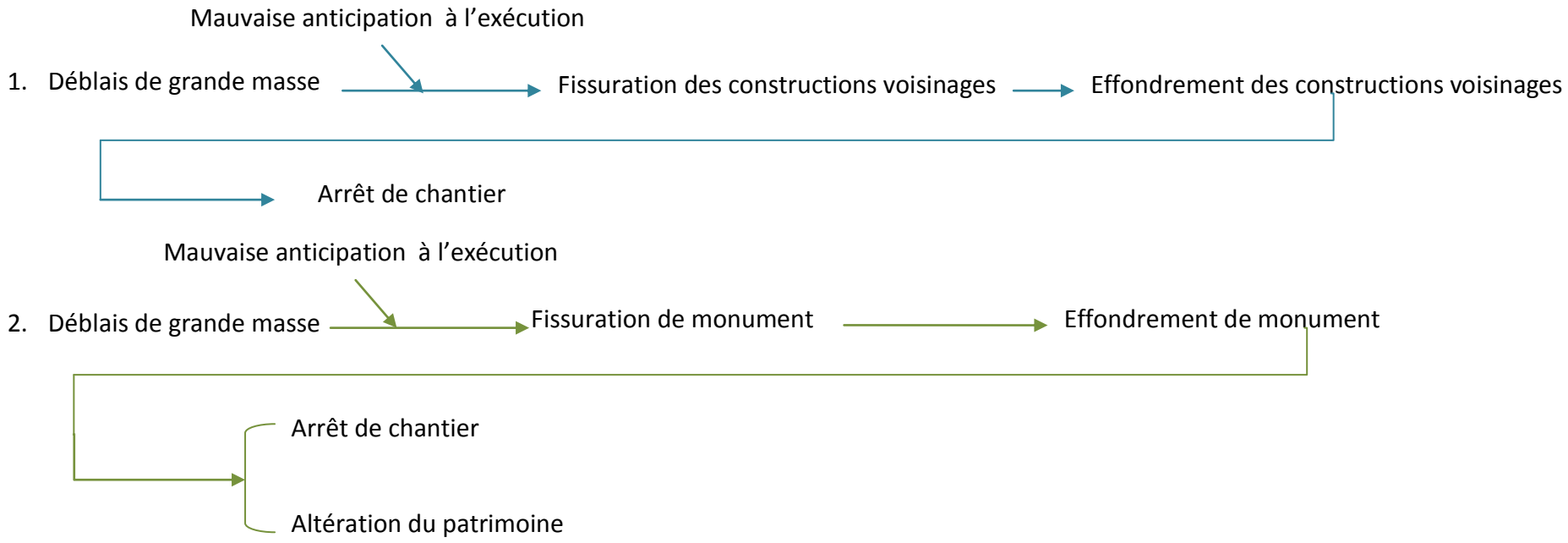
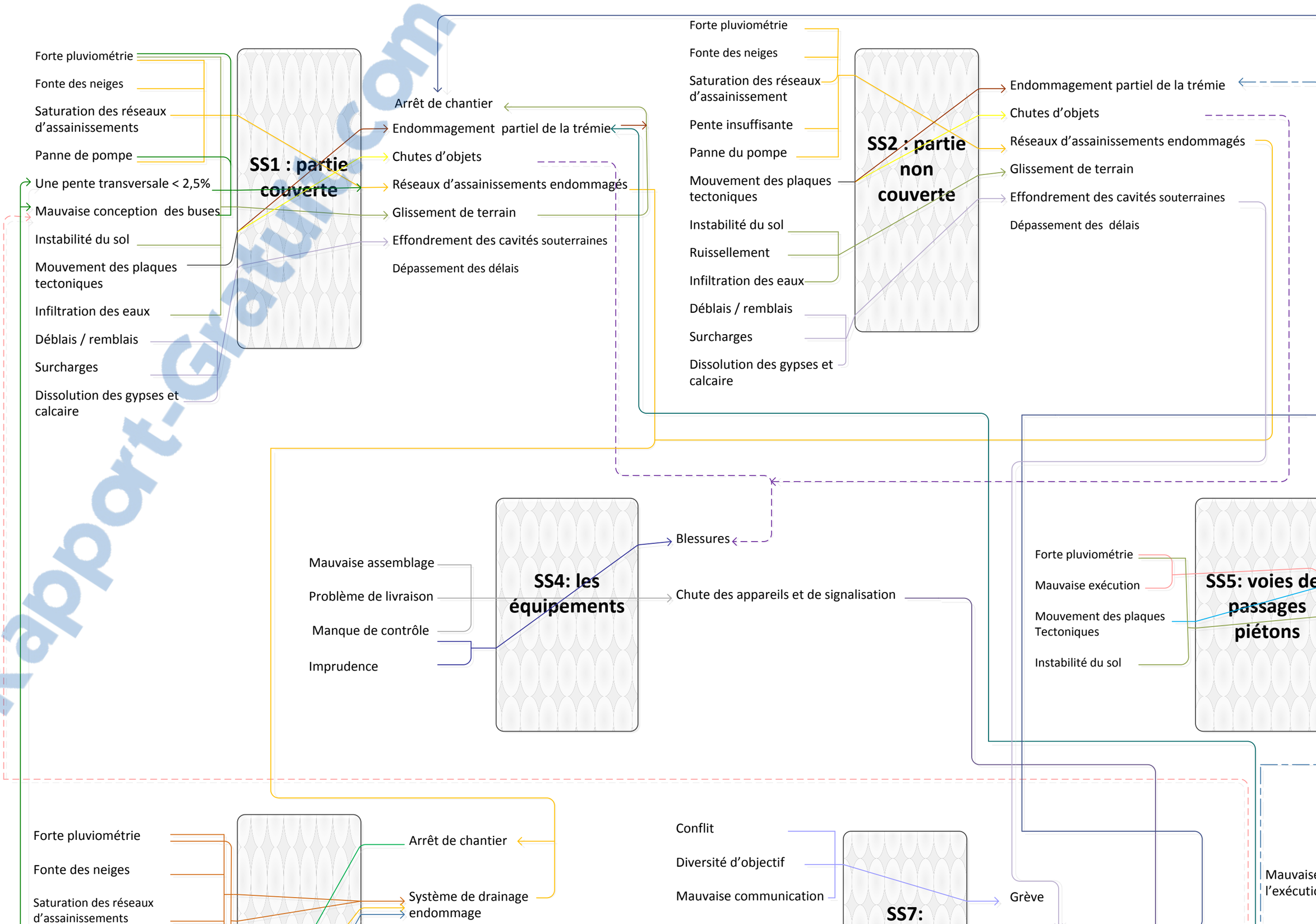


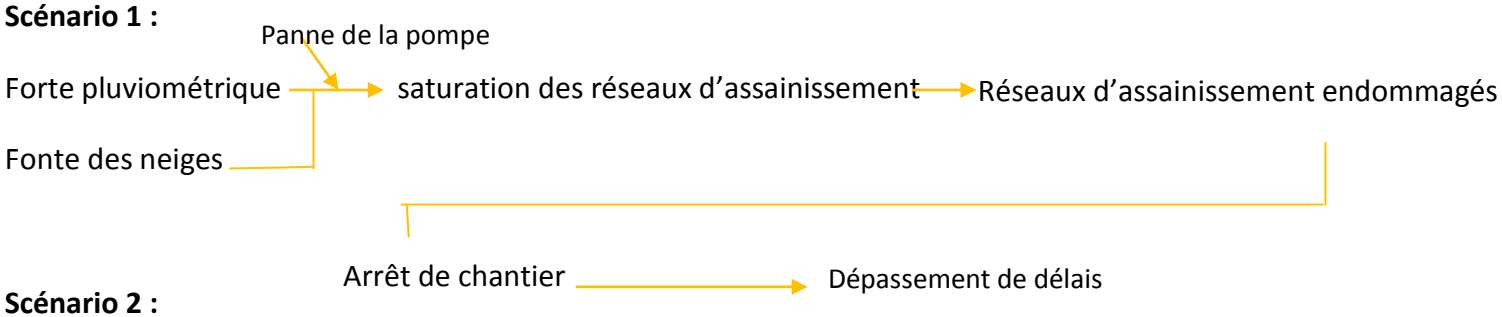
Figure 4.17 Association des scénarios pour le SS8


Mauvaise anticipation à l'exécution
1. Déblais de grande masse
Fissuration des constructions voisinages
Effondrement des constructions voisinages
Arrêt de chantier
Mauvaise anticipation à l'exécution
2. Déblais de grande masse
Fissuration de monument
Effondrement de monument
Arrêt de chantier
Altération du patrimoine

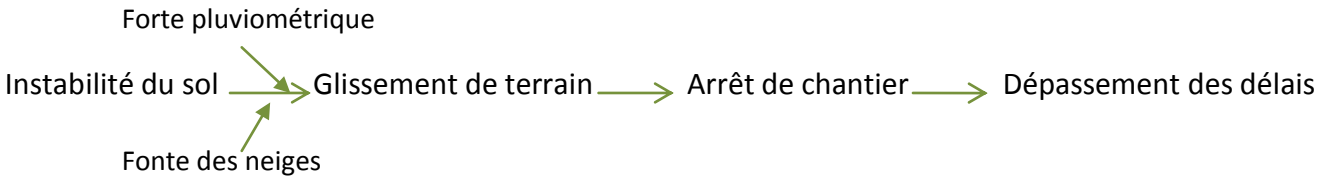


Rapport-Gratuit.com

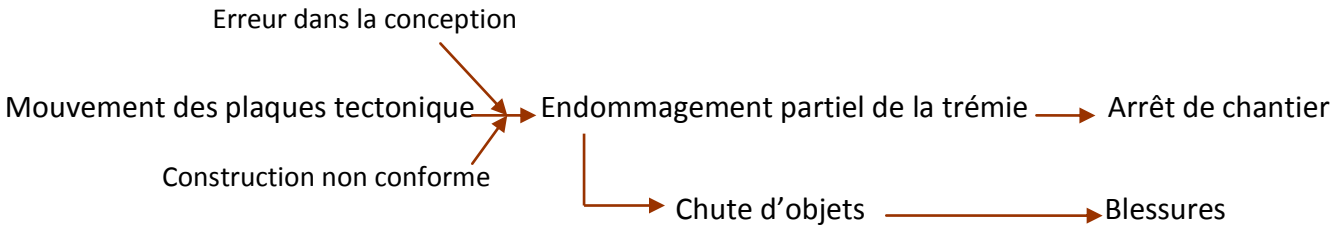
Scénario 1 :



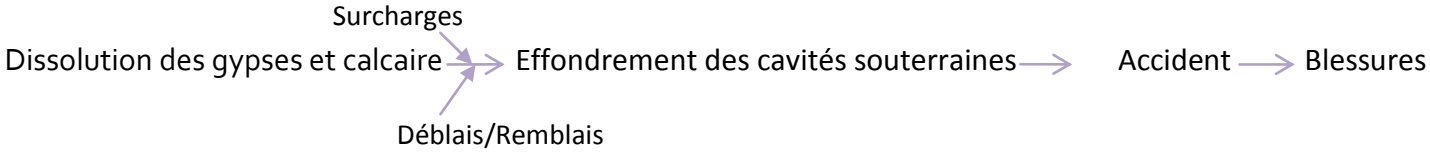
Scénario 2 :



Scénario 3 :



Scénario 4 :



Scénario 5 :

Construction non conforme

Mouvement des plaques tectonique → Fissuration de la chaussée

Scénario 6 :

Mauvaise assemblage

Problème de livraison d'équipements → Chute des appareils et de signalisation → Blessures

Manque de contrôle

Scénario 7 :

Forte pluviométrique

Mauvaise exécution → Trottoir endommagés → Dépassement des délais

Scénario 8 :

Remblai/Déblai de grande masse

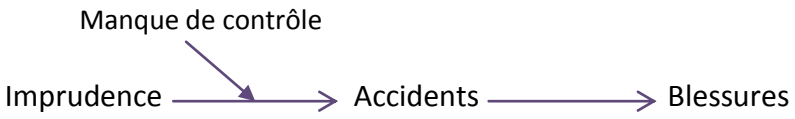
La non-conformité entre les plans des réseaux par rapport au terrain → Système de drainage endommage → Arrêt de chantier

Scénario 9:

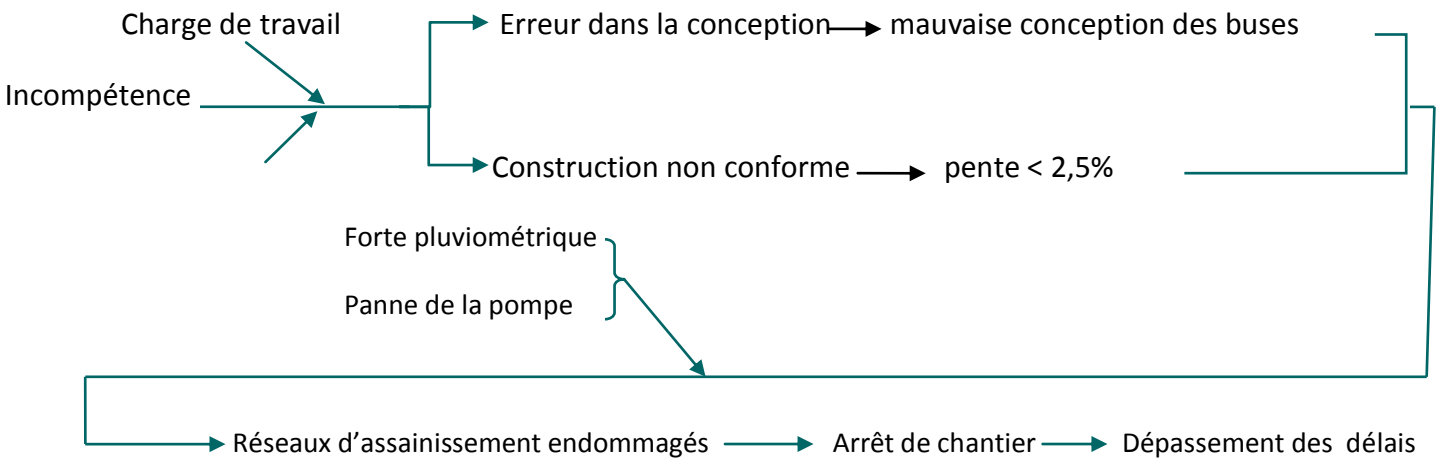
Mauvaise communication

Diversité d'objectifs → Conflit → Grève → Arrêt de chantier → Dépassement des délais

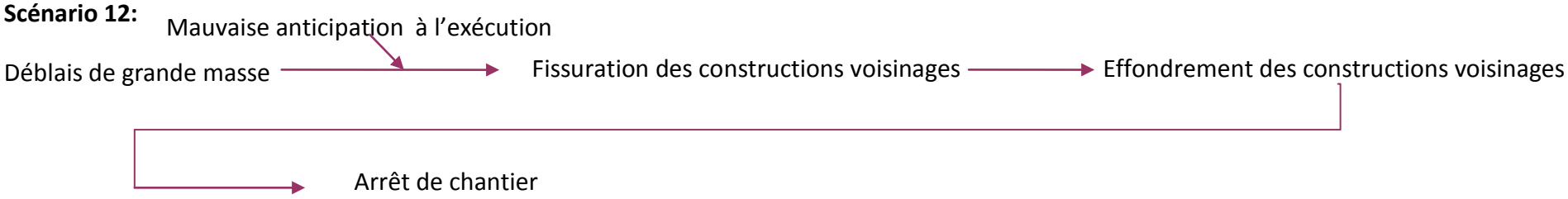
Scénario10:



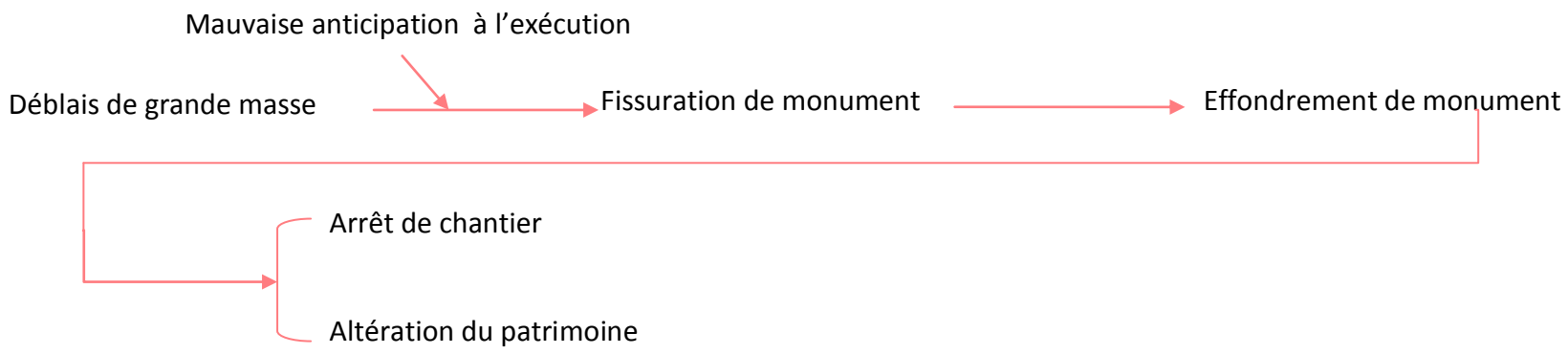
Scénario 11:



Scénario 12:



Scénario 13 :


Mauvaise anticipation à l'exécution
Déblais de grande masse
Fissuration de monument
Effondrement de monument
Arrêt de chantier
Altération du patrimoine

3.6 Construction des arbres logiques

A partir d'un rassemblement des scénarios longs et des scénarios courts, on peut construire un arbre logique qui est l'ensemble des scénarios qui aboutissent à un même évènement non souhaité. Pour notre étude de cas, on va s'intéresse aux évènements principaux.

Les figures suivantes représentent les arbres logiques de notre système.

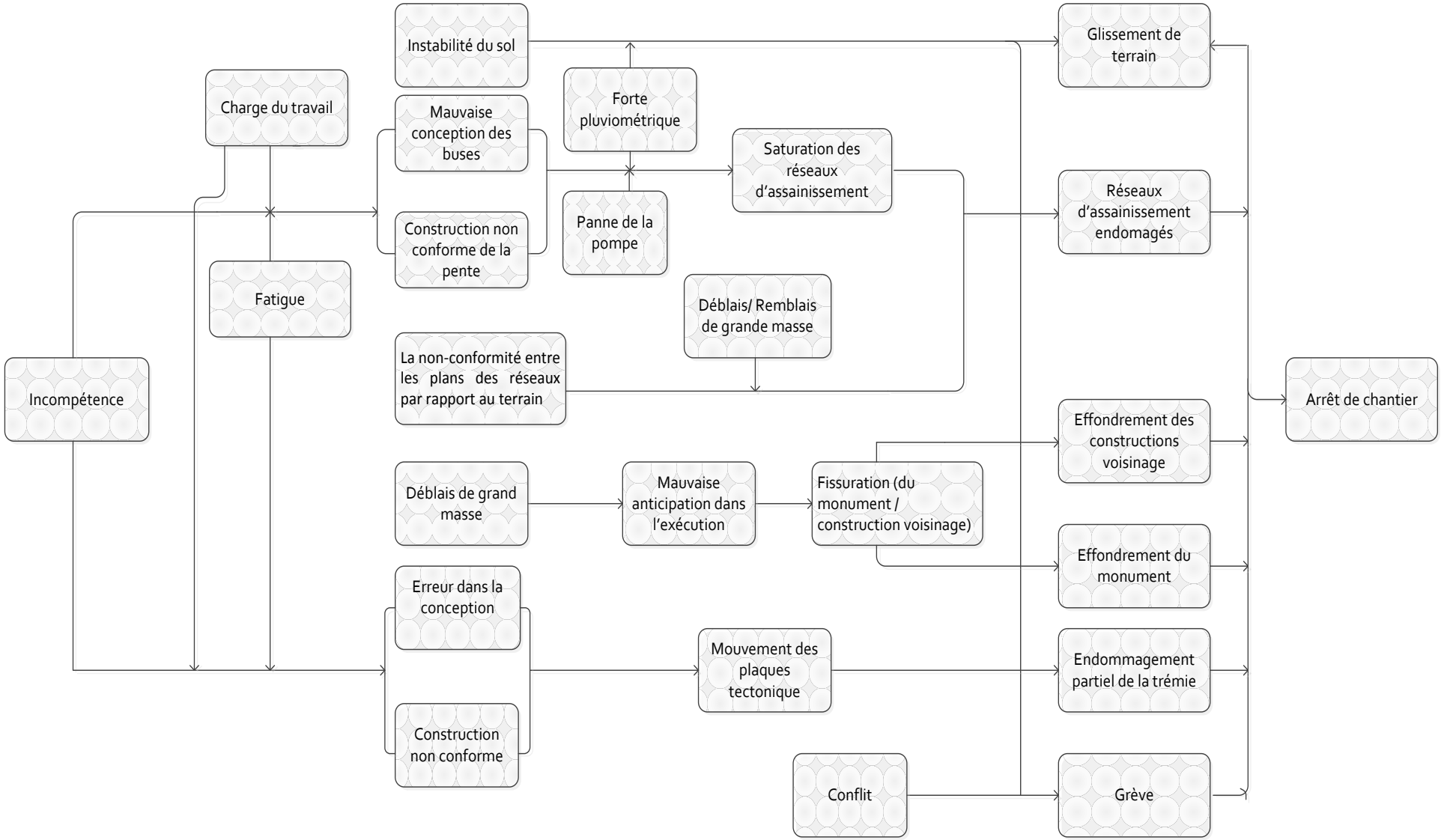


Figure 4.19 Arbre logique pour l'arrêt de chantier

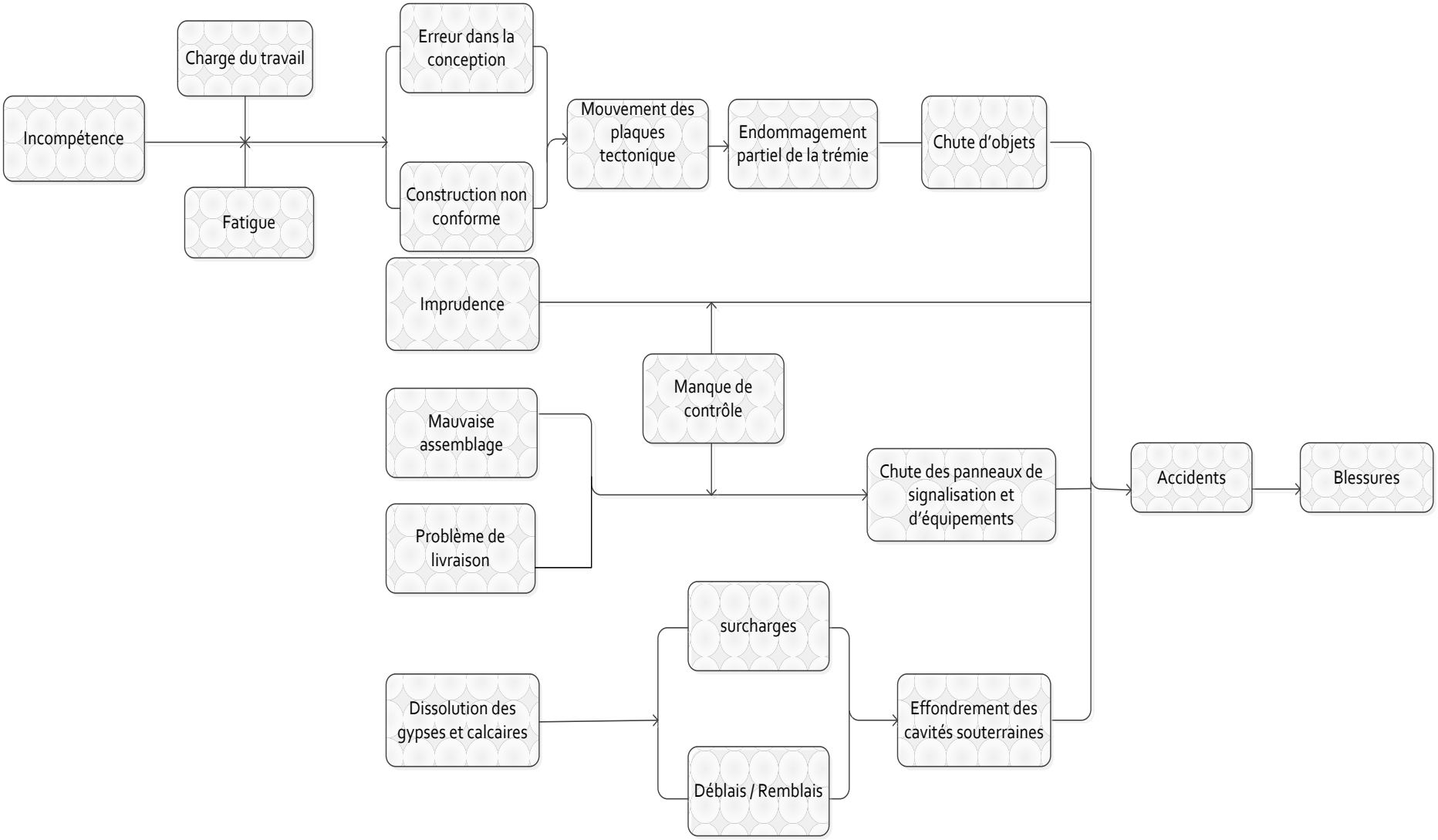


Figure 4.20 Arbre logique pour la blessure

3.7 Évaluation et hiérarchisation des scénarios

Cette étape consiste à évalué l'importance des évènements et leur impact sur les cibles pour chaque sous système, elle peut se faire par deux modes soit par l'évaluation quantitative (les calculs) ou pas l'évaluation qualitative (jugement par groupe d'experts).
Pour cela, on établie une grille de la criticité, et après une négociation par des jugements d'expert ou par des groupes de travail (brainstorming) on défini la limite d'acceptabilité que est en relation avec les objectifs recherchés. Puis, on place chaque scénario pour chaque sous système. Et ca sera la même chose pour tout le système.

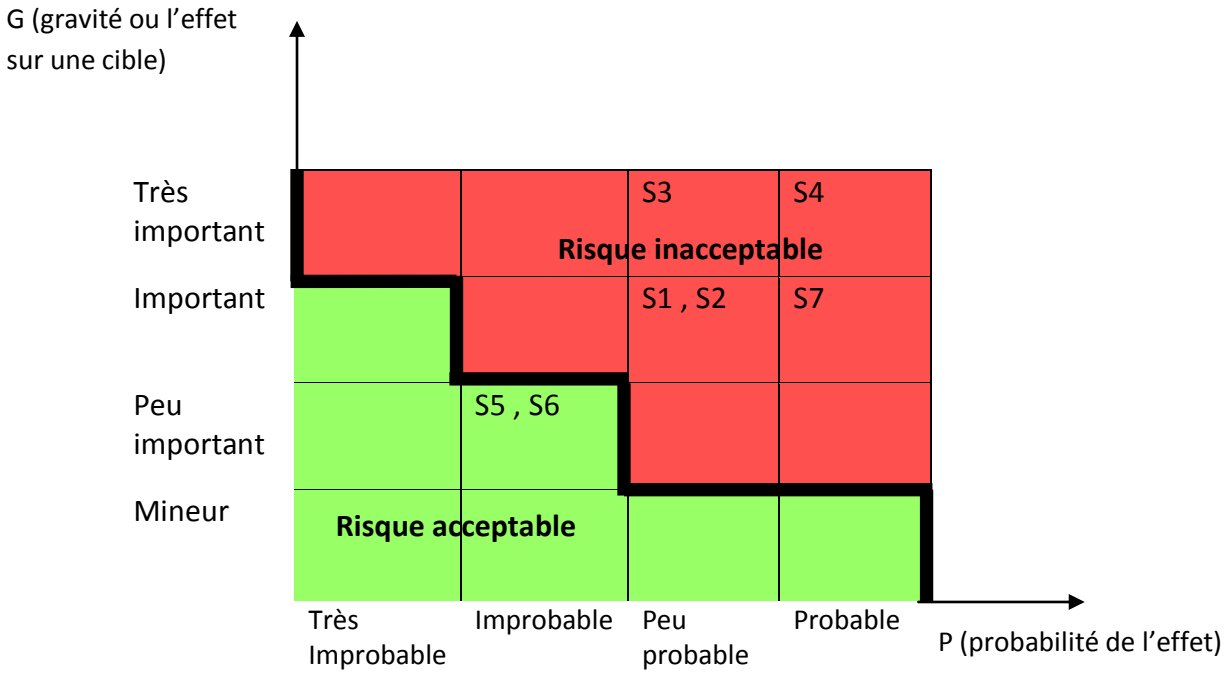


Figure 4.21 Grille de criticité pour le SS1

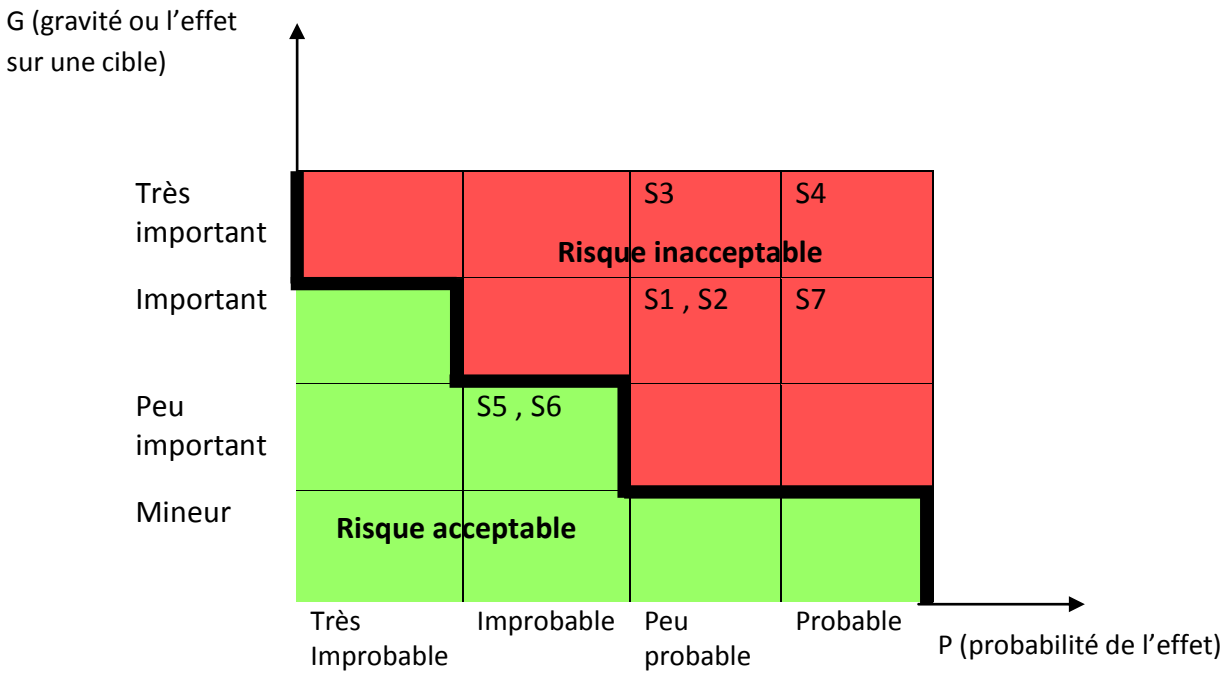


Figure 4.22Grille de criticité pour le SS2

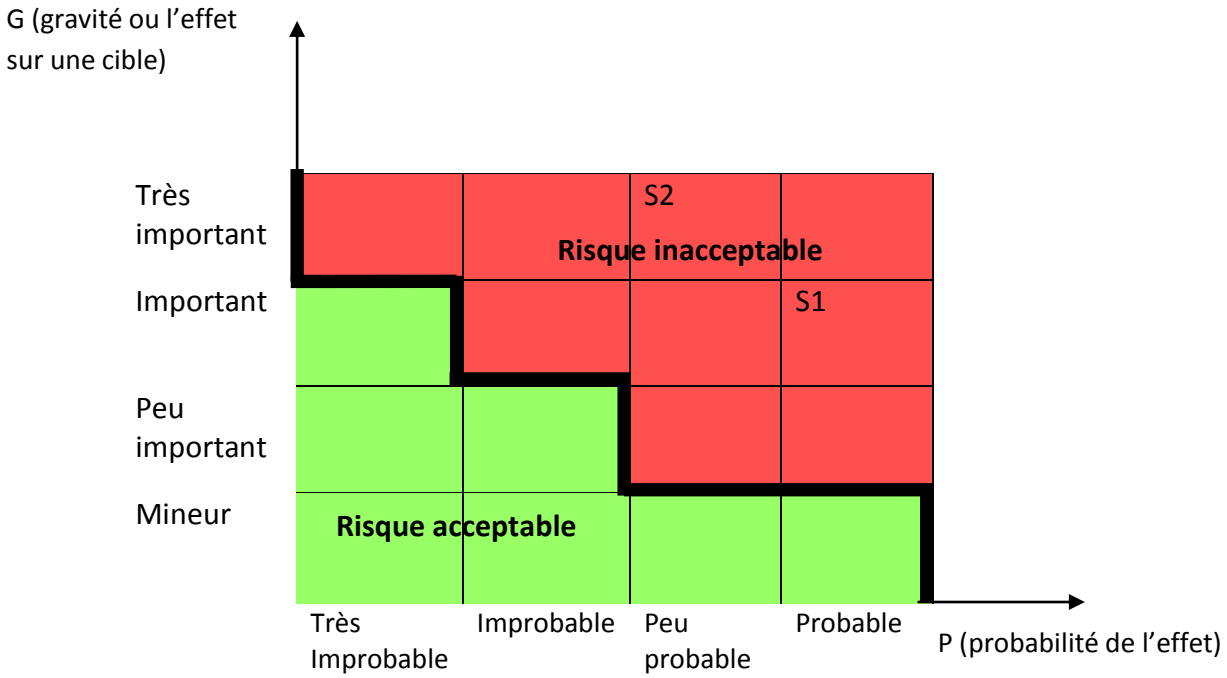


Figure 4.23 Grille de criticité pour le SS3

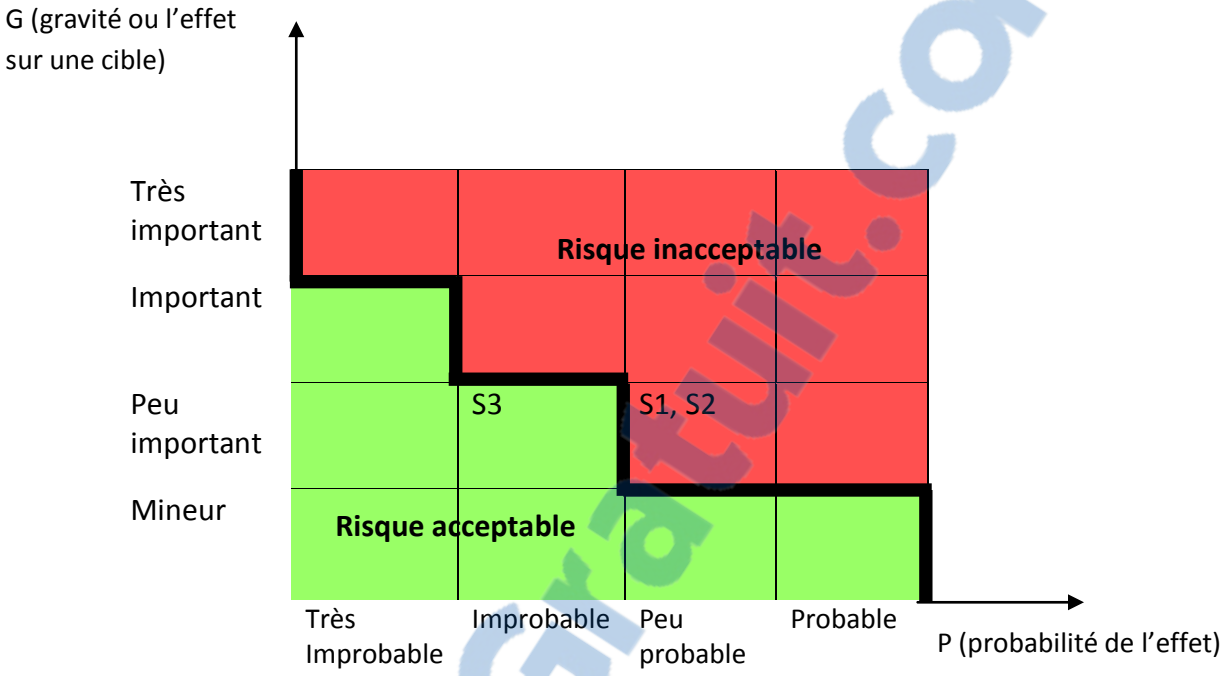


Figure 4.24 Grille de criticité pour le SS4

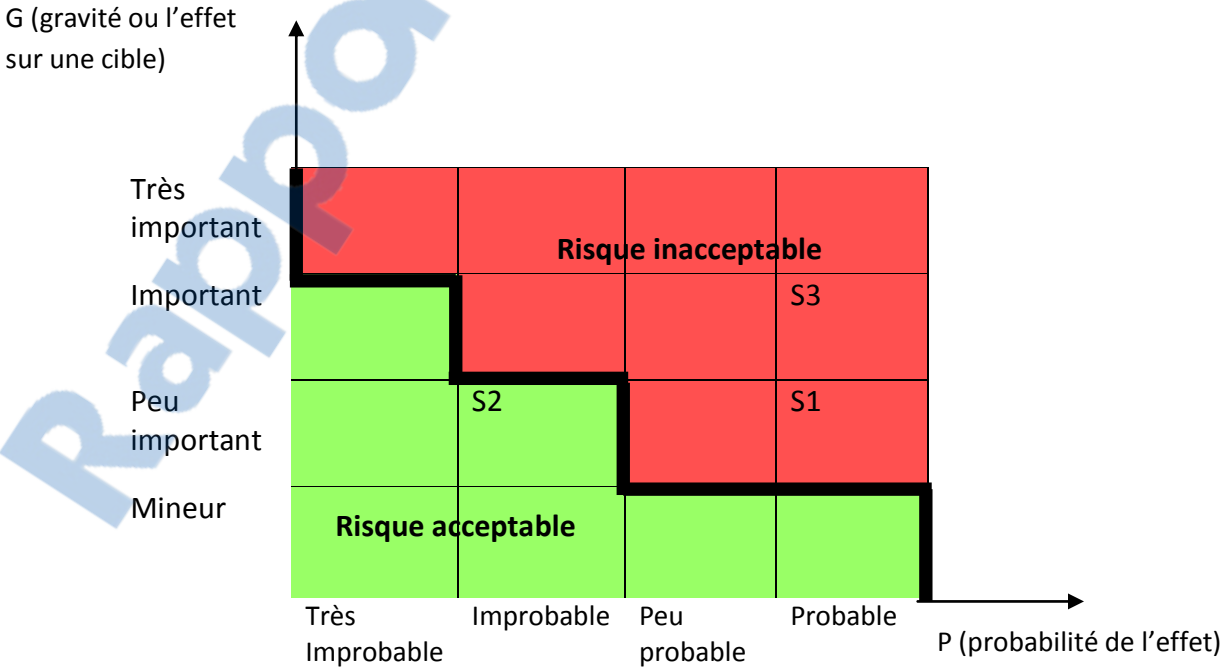


Figure 4.25 Grille de criticité pour le SS5

Rapport-Gratuit.com

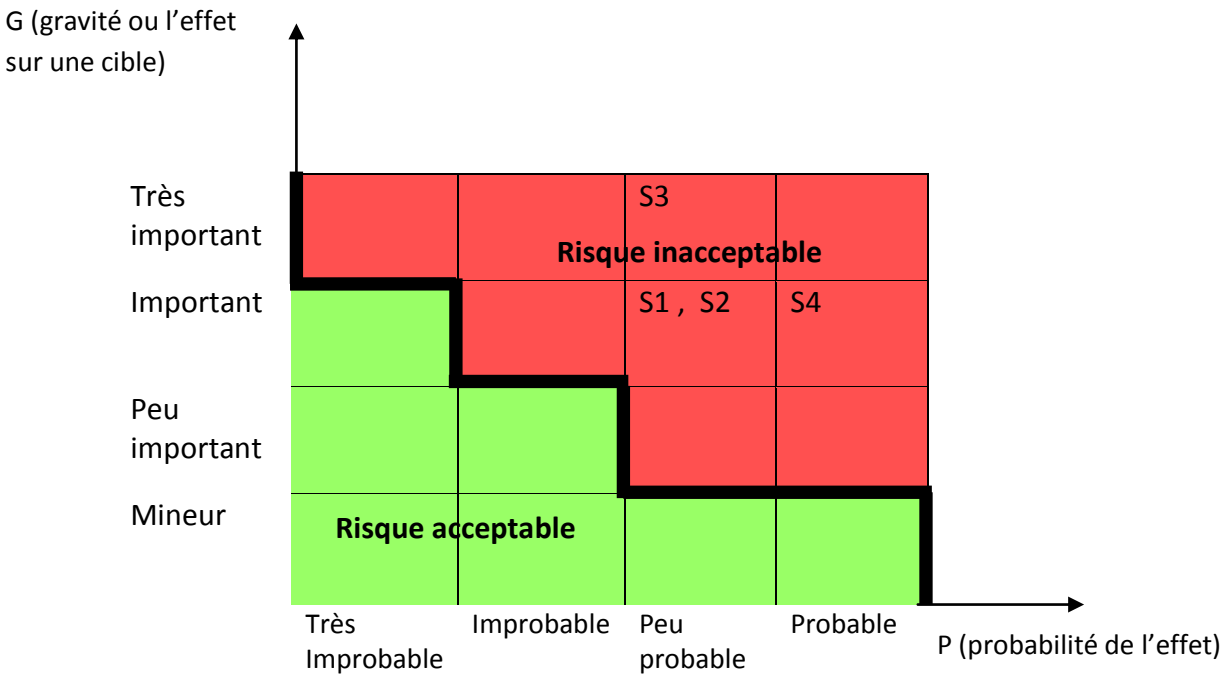


Figure 4.26 Grille de criticité pour le SS6

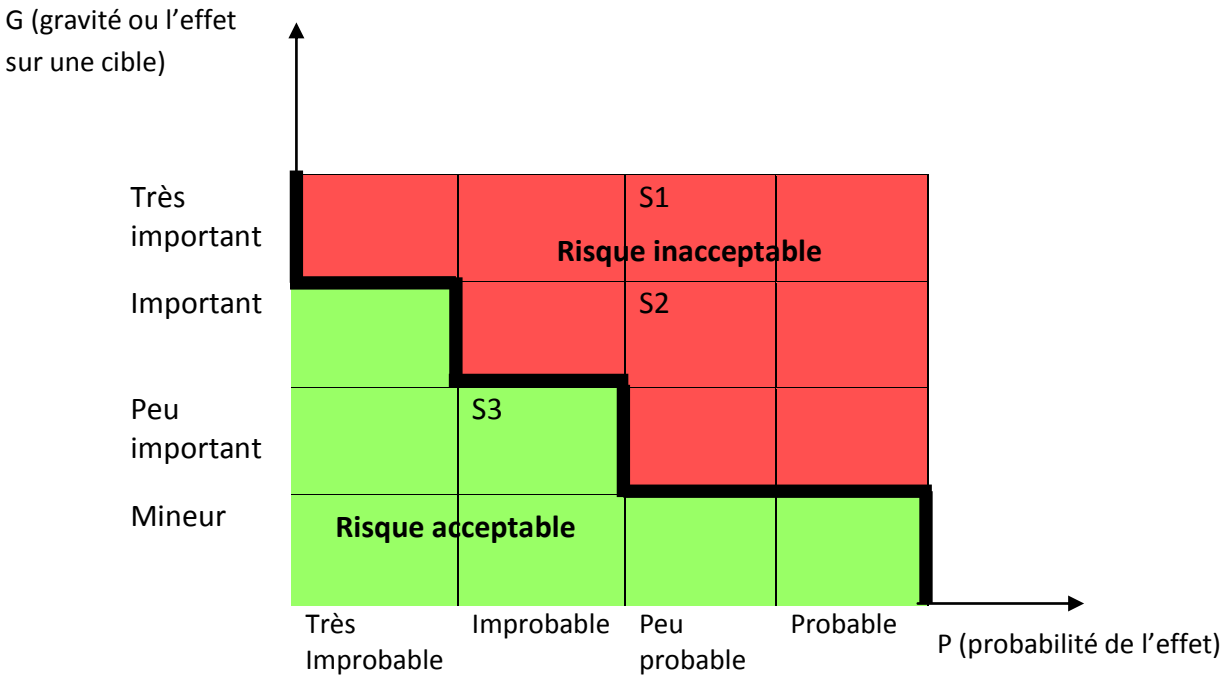


Figure 4.27 Grille de criticité pour le SS7

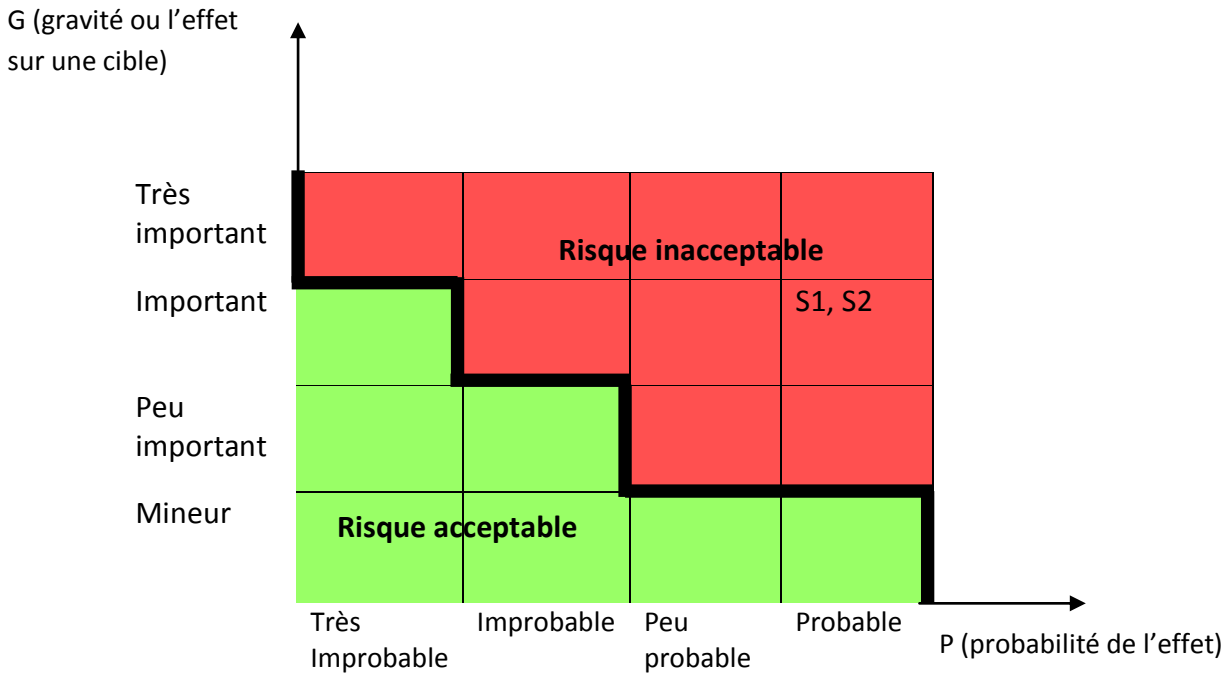


Figure 4.28 Grille de criticité pour le SS8

P

Fréquent >1/an					Risque Inacceptable	
Probable (0.8-0.9)/an						
Rare (0.6-0.8)/an	Risque Acceptable			S8	S1, S3	S12, S13
Extrêmement rare (0.4-0.6)/an			S5	S6, S10	S11	
Improbable (0.2-0.4)/an		S7	S4	S9	S2	
Très improbable <0.2/an						
	Conséquence nulles	Conséquences mineures	Conséquences significatives	Conséquences critiques	Catastrophique niveau 1	Catastrophique niveau 2

G

Figure 4.29 Grille de criticité pour les scénarios longs

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

3.8 Identification des mesures de maîtrise des risques

Cette étape consiste à associé les mesures de maîtrise des risques ou « barrière » à chaque scénario. Pour renforcer la prévention on recherche aussi les barrières possibles tout le long du scénario aussi bien sur les évènements sur leurs enchaînements.
Il existe deux types de barrière :

- Barrière technologique : il s'agit d'un élément ou ensemble technologique faisant partie intégrante de l'installation, qui s'oppose automatiquement à l'apparition d'un évènement préjudiciable à la sécurité et que ne nécessite pas l'intervention humaine.
- Barrière d'utilisation : il s'agit d'une action nécessitant une intervention humaine, reposant sur une consigne précise, activée ou non par un élément ou un ensemble technologique (procédure, mode opératoire, application de règles, protections individuelles …).

Les BU sont souvent considérées comme étant plus faibles que les BT. Elles sont en fait très sensibles à la formation, et notamment à la formation sécurité, des opérateurs.
L'identification des barrières se fait à l'aide d'un tableau (tableau 4.3) qui facilite le travail. Ce tableau peut être construit en fonction du contexte et des objectifs.

Tableau 4.12 Identification des barrières

Les Barrières	Scénarios						
	S1	S2	S3	S6	S8	S10	S
Conception	Vérification de diamètre des buses par rapport à l'intensité pluviométrique,		Construction antisismique,				Vérifi de la conce des bu
Contrôle technique		Vérification des essais géotechniques	Vérification des calculs et les plans.	Contrôler l'équipement a la livraison			
Suivi		Assurer la bonne exécution (remblais, déblais, compactage,…)		Vérification de l'assemblage			Suivi p la constr
Protection collective				Assurer les équipements de protection individuel EPI (casque, lunette, ….)		Assurer l'EPI sur chantier,	
Sensibilisation					Sensibiliser les ouvriers	Sensibiliser les ouvriers a l'importance de la	

4 Conclusion

A partir d'une décomposition systémique et fonctionnelle de la trémie, et une identification des principaux risques à l'aide d'un RBS, on a appliqué la méthode MADS-MOSAR sur un cas réel. Cette étude nous permet d'identifier tous les sources possibles des dangers, et d'étudier les interactions entre les différents sous systèmes dans le but d'identifier les scénarios qui sont par la suite rassemblé dans les arbres logiques, après négociation d'objectifs entre les acteurs concernés et à l'aide des graphes probabilités-gravité on hiérarchise les scénarios afin de mettre en œuvre les différentes mesures de la gestion des risques (barrières).

Conclusion générale

L'absence de la gestion des risques dans les projets de BTP et surtout les ouvrages d'art les a mis dans des situations délicates, ce qui nous ramène à dire que la gestion des risques est nécessaire dans le management d'un projet et pour sa réussite.

Plusieurs facteurs de risques peuvent influencer sur le déploiement d'un projet de trémie dans un milieu urbain. Ces risques peuvent être d'origine naturel, à son environnement, à la conception et à la réalisation, et aux acteurs du projet, ….etc. Ces derniers ont un impact sur le délai, le coût et la performance du projet.

La nécessité de la gestion des risques a fait l'objet de l'utilisation des différentes méthodes et outils tels que l'AMDEC, MADS-MOSAR, APR, ADD, HAZOP….

Ces méthodes fonctionnent sur la base de l'approche systémique et fonctionnelle qui joue un rôle primordial pour mieux appréhender la complexité des systèmes et leurs interactions (entre les sous-systèmes) et avec leur environnement (environnement externe).

Le choix qui est porté sur la méthode est en fonction de l'objectif et des résultats obtenus. Dans notre cas, qui est la trémie de « BAB EL KARMADINE » on a choisi la méthode MADS-MOSAR.

Cette méthode par son formalisme traite plusieurs risques d'origine multiple qui conduisent à des évènements non souhaités. Les étapes de la méthode nous montrent tous les scénarios possibles pour permettre de donner des solutions au traitement (barrières).

Enfin, la méthode MADS-MOSAR nécessite un travail de groupe se composant d'experts. Leurs avis, chacun dans son domaine, contribuent à l'objectif qui est d'obtenir les meilleurs résultats pour la gestion des risques.

Bibliographie

[1] **Jean LE RAY**, Premiers pas dans le management du risque(G9000), technique de l'ingénieur. Paris 2012.

[2] **Jean-Pierre DAL PONT**, Sécurité et gestion des risques (se12), technique de l'ingénieur. Paris 2012.

[3] **Alain DESROCHES**, gestion des risques d'un projet (se2040), technique de l'ingénieur. Paris 2012.

[4] **Guide Germa**, Management des projets complexes de génie civil et urbain, guide pratique pour la maîtrise des risques et la gestion des risques. janvier 2012.

[5] **D.Bounie**, polytechnique Lille, les méthodes d'analyse de risque. ; 2012.

[6] **Pierre PERILHON**, la gestion des risques, la méthode MADS-MOSAR II. Paris.

[7] **Pierre PERILHON**, MOSAR- Présentation de la méthode (se4060), technique de l'ingénieur, Paris 2012.

[8] **Pierre PERILHON**, MOSAR- Cas industriel (se4061), technique de l'ingénieur, Paris 2012

[9] **GRANDAMAS Olivier**, la méthode MADS- MOSAR- Pour en favorise la mise en œuvre (se4062), technique de l'ingénieur, Paris 2012.

[10] **Yves MORTUREUX**, arbres de défaillance, des causes et d'évènement (se4050), technique de l'ingénieur, Paris 2012

[11] **Yves MORTUREUX**, AMDE (C) (se4040), technique de l'ingénieur, Paris 2012 .

[12] **Yves MORTUREUX**, Analyse préliminaire des risques (se4010), technique de l'ingénieur, Paris 2012.

[13] **Michel ROYER,** HAZOP : une méthode d'analyse des risques - Présentation et contexte (se4030), technique de l'ingénieur, Paris 2012.

[14] **Jean FAUCHER,** Pratique de l'AMDEC. Paris 2004.

[15] **A. Desroches, A. Leroy, F. Vallée**, *La gestion des risques : principes et pratiques*, Edition Hermes Science Publications, 2003.

[16] **A. Dassens, R. Launay**, *Étude systémique de l'analyse de risques : Présentation d'une approche globale*, Techniques de l'ingénieur. Paris. 2012.

[17**] Guide GERMA,** Management des projets complexes de génie civil et urbain, France 2012

Webgraphie

Site	Consulté le
• http://ddata.over-blog.com/xxxyyy/0/32/13/25/Risques/Ballot_Draft_Guide73_English-French.pdf	05-03-2013
• http://www.numeraladvance.com/Role_des_Normes/Normes_Generales/ISO_31000/ISO_31000___management_du_risque.html	05-03-2013
• http://www.techniques-ingenieur.fr/ressources-documentaires	05-03-2013
• http://espaceperso.eicesi.fr/upload/Session/DocAdmin/11-06-2012_17-24-50_HAZOP%20COURS.pdf	10-03-2013
• http://fr.scribd.com/document_downloads/direct/88490829?extension=pdf&ft=1365658493&	18-03-2013
• http://galaxycons.com/01_dev/2010%20Galcon/12.%20Evaluation%20du%20mod%E8le%20Galcon/31.%20Group%20Gartner/Institut%20de%20s%FBret%E9%20de%20fonctionnement.pdf	28-03-2013
• http://espaceperso.eicesi.fr/upload/Session/DocAdmin/11-06-2012_17-24-50_HAZOP%20COURS.pdf	13-04-2013
• http://www.accordance.fr/infoqualite/dossiers/dossiers.php?id_dossier=164	15-04-2013
• http://www.previnfo.net/sections.php?op=viewarticle&artid=38	17-04-2013
• http://webdav-noauth.unitc.fr/files/perso/hniandou/cyberrisques/etage3_demarches_analyse_risques_methodes_qualitatives.htm	17-04-2013
• http://www.stb07.com/process-safety-management/hazop.html	20-04-2013
• http://www.stb07.com/process-safety-management/hazop.html	25-04-2013
• http://gpp.oiq.qc.ca/principes_de_l_etude_hazop.html	25-04-2013
• http://www.qse-france.com/L-analyse-Preliminaire-des-Risques	30-04-2013
• http://wwwv1.agora21.org/ari/theses/these_LGardes_01.pdf	01-05-2013
• http://www.sficv.com/images/files/Doc14%20Exemple%20%C3%A9tude%20risques%20programme%20op%C3%A9ratoire.pdf	10-05-2013
• http://hal.inria.fr/docs/00/61/52/63/PDF/MMR2010_HabibHadj_Mabrouk.pdf	14-05-2013
• http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/29/28/56/PDF/Mazouni-Aubry-Miloudi-3SGS.pdf	15-05-2013
• http://www.unit.eu/cours/cyberrisques/etage_3_aurelie/co/Module_Etage_3_synthese_47.html	28-05-2013
• http://www.previnfo.net/sections.php?op=viewarticle&artid=38	28-05-2013

ANNEXES

Rapport-Gratuit.com

Résumé

La gestion des risques dans un projet de trémie en phase de réalisation nécessite un engagement rigoureux et une approche méthodologique rationnelle. Pour cela, notre travail consiste, dans un premier temps à définir les notions sur les risques ainsi la structure générale de la norme ISO 31000. Par la suite, on développera les différentes méthodes et outils de la gestion des risques. Enfin, nous nous étalons sur l'étude de cas de la trémie de BAB EL KARMADINE avec une approche systémique et fonctionnelle en montrant leur importance dans l'identification et la gestion des risques. A la fin, après avoir revue la réalisation de la RBS, on appliquera la méthode MADS-MOSAR sur notre cas d'étude.

Mots clés : Risque, MADS-MOSAR, ISO 31000, systémique.

Abstract

The risk management for a project of hopper in phase of realization requires a rigorous commitment and a rational methodological approach. Therefore, our project consists firstly to define the concepts of risk and the general structure of the standard ISO 31000.
After that, we will develop the various management methods and tools of the risk. Finally, we are spreading out to study the case of BAB EL KARMADINE hopper with a systemic and functional approach showing their importance in the risk identification and management.At the end, after the realization of the RBS, we will apply the MADS-MOSAR method to our case of study.

Keywords: Risk, MADS-MOSAR, ISO 31000, systemic

ملخص

إدارة المخاطر في مرحلة انجاز مشروع نفق تتطلب التزامات صارمة و منهجية سليمة و لذلك مشروعنا يهدف أولا إلى تعريف المفاهيم الاولية للمخاطر و الهيكل العام النظامOSI 31000 , بعد ذلك، سيتم تطوير الأساليب والأدوات المختلفة لإدارة المخاطر. و اخيرا سنتطرق الى دراسة حالة باب القرمادين بمنهج وظيفي و نظامي من خلال إظهار أهميتها في تحديد وإدارة المخاطر. في النهاية، بعد تنفيذ SBR سيتم تطبيق الاسلوب SDAM-RASOM لدراسة حالتنا.

لكلمات الرئيسية:

المخاطر, MADS-MOSAR, ISO 31000، النظامية