

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE
MANAGEMENT
E.N.S.M
Pôle Universitaire de KOLÉA**



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

**En vue de l'obtention d'un Master en
Entrepreneuriat et Management de projet**

**La contribution au management des risques de l'étude
topographique à l'aide de l'outil AMDEC : Cas du projet
de la route Tindouf-Zouerate**

Élaborée par :

BENTATACH Sabah Aicha

Encadré par :

Pr. FERROUKHI Amine,

Et Dr Imad BEDAIDA

Présidée par :

Dr. ABID Nabila

Examinée par :

Dr. MANSOURI Ilham

2023/2024

RÉSUMÉ

Dans les travaux topographiques, le risque est une composante inévitable de ces activités. Ainsi, les experts dans ce domaine développent constamment des stratégies pour faire face à ces risques. Il est donc essentiel de mener des analyses dans chaque projet comportant des risques topographiques.

Cela soulève une problématique concernant les stratégies, pratiques et expériences que les acteurs impliqués dans les projets topographiques utilisent pour gérer les risques et garantir la réalisation des objectifs du projet.

L'objectif de cette étude qualitative est d'analyser les risques topographiques potentiels auxquels le projet de réalisation de la route Tindouf-Zouerate peut être confronté, en utilisant l'outil AMDEC.

Les résultats obtenus à travers notre matrice AMDEC montrent que les risques du projet Tindouf-Zouerate sont principalement dus à l'environnement désertique, tels que l'exposition aux UV, la présence d'animaux sauvages et les maladies climatiques, plutôt qu'aux travaux topographiques eux-mêmes.

Ces risques ont été bien gérés grâce à des stratégies issues de projets précédents, notamment le travail en équipe et la sélection soignée des membres de l'équipe pour s'adapter aux défis spécifiques de la région.

Ces résultats mettent en évidence l'importance de prendre en compte les risques environnementaux et organisationnels dans le management des projets topographiques.

Mots clés : Management des risques, Topographie, AMDEC, Gestion de projet.

ABSTRACT

In topographical work, risk is an inevitable component of these activities. Thus, experts in this field continuously develop strategies to address these risks. It is essential to conduct analyses in each project involving topographical risks.

This raises a key issue regarding the strategies, practices, and experiences that the actors involved in topographical projects use for risk management to ensure the achievement of project objectives.

The objective of this qualitative study is to analyze the potential topographical risks that the Tindouf-Zouerate road construction project may face, using the FMEA tool.

The results obtained through our FMEA matrix indicate that the risks of the Tindouf-Zouerate project are primarily due to the desert environment, such as UV exposure, wild animals, and climatic diseases, rather than the topographical works themselves.

These risks have been well managed using strategies from previous projects, including teamwork and careful selection of team members to adapt to the specific challenges of the region.

These findings highlight the importance of considering environmental and organizational risks in the management of topographical projects.

Keywords: Risk Management, Topography, FMEA, Project Management.

ملخص

في الأعمال الطبوغرافية، يُعدّ الخطر جزءًا لا يتجزأ من هذه الأنشطة. لذا، يقوم الخبراء في هذا المجال دائمًا بتطوير استراتيجيات لمواجهة هذه المخاطر. من هذا المنبر يجب القول انه من الضروري إجراء تحليلات في كل مشروع يتضمن مخاطر طبوغرافية.

يثير ذلك إشكالية تتعلق بالاستراتيجيات والممارسات والخبرات التي يستخدمها الفاعلون المشاركون في المشاريع الطبوغرافية لإدارة المخاطر وضمان تحقيق أهداف المشروع.

تهدف هذه الدراسة النوعية إلى تحليل المخاطر الطبوغرافية المحتملة التي قد يواجهها مشروع إنشاء طريق تندوف-زويرات، باستخدام أداة تحليل أنماط وأسباب الإخفاق وتأثيراتها.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها من خلال مصفوفة إلى أن المخاطر في مشروع تندوف-زويرات ناتجة أساسًا عن البيئة الصحراوية، مثل التعرض للأشعة فوق البنفسجية، الحيوانات البرية، والأمراض المناخية، بدلاً من الأعمال الطبوغرافية نفسها.

لقد تم إدارة هذه المخاطر بشكل فعال باستخدام استراتيجيات مستمدة من مشاريع سابقة، بما في ذلك العمل الجماعي والاختيار الدقيق لأعضاء الفريق للتكيف مع التحديات الخاصة بالمنطقة.

تُبيّن هذه النتائج أهمية أخذ المخاطر البيئية والتنظيمية في الاعتبار عند إدارة المشاريع الطبوغرافية.

الكلمات المفتاحية: إدارة المخاطر، الطبوغرافيا، وسيلة تحليل أنماط وأسباب الإخفاق وتأثيراتها، إدارة المشاريع.

REMERCIEMENTS

À travers ces quelques lignes, je tiens à exprimer mes remerciements et l'expression de mon profond respect et gratitude à tous ceux et celles qui m'ont aidé à concrétiser ce mémoire de fin d'études.

Sur le chemin du savoir, du début à la fin de ce travail, Dieu le Tout-Puissant nous a donné la force et le courage pour surmonter toutes les difficultés et réaliser ce modeste travail. À Lui seul reviennent toute notre gratitude et nos remerciements.

Ce travail ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui sans l'aide et l'encadrement de Monsieur FERROUKHI Amine. Je le remercie pour la qualité exceptionnelle de son encadrement et ses conseils éclairés durant la préparation de ce mémoire. Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur BEDAIDA Imad, mon co-encadrant, pour son soutien indéfectible et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Une pensée particulière va à mon tuteur de stage, Monsieur DALLA Nassr Eddine. J'ai eu le privilège de travailler avec lui et d'apprécier ses qualités, ses valeurs et son sérieux.

Je remercie de tout cœur mon grand-père KAID Benali, ma mère, mon père et ma sœur Nour Elhouda, sources de tendresse, pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille BENTATACH et KAID ainsi qu'à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à tous et à toutes.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ	I
ABSTRACT	II
ملخص	III
REMERCIEMENTS	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES.....	X
INTRODUCTION GENERALE.....	XII
CHAPITRE I : LA REVUE DE LA LITTERATURE ET LE CADRE THEORIQUE	1
Section 1 : La revue de la littérature.....	4
1. Le management des risques.....	4
2. Les risques liés aux travaux topographiques	5
3. L'AMDEC dans la gestion de projet.....	9
Section 2 : Le cadre théorique	13
1. Le contenu d'un projet topographique	13
1.1 Généralités.....	13
1.2 Les applications de la topographie	18
1.3 Place de l'ingénieur de génie civil en topographie	19
1.4 Les outils de la topographie	19
2. L'analyse des risques.....	20
2.1 Historique	20
2.2 Le domaine du management des risques.....	21
2.3 Définitions	22
2.4 Outils d'identification des risques.....	23

2.5 Constituer une analyse des risques.....	24
2.6 Deux types d'analyse des risques.....	26
2.7 Méthodes d'analyse.....	27
3. La méthode AMDEC.....	32
3.1 Historique.....	32
3.2 But AMDEC.....	33
3.3 Types d'AMDEC.....	33
3.4 Terminologie.....	33
3.5 La démarche de la méthode AMDEC.....	34
4. La gestion de projet topographique.....	37
4.1 Le projet.....	37
4.2 La gestion et le management de projet.....	38
4.3 La gestion de chantier.....	40
CHAPITRE II : CADRE METHODOLOGIQUE ET CONTEXTE ORGANISATIONNEL.....	4
Section 01 : Cadre méthodologique.....	45
1. La question de recherche.....	45
2. Positionnement épistémologique de la recherche.....	45
3. Démarche méthodologique et l'objectif de la recherche.....	46
3.1 Les méthodes utilisées.....	47
3.2 Analyse du contenu.....	49
Section 2 : Contexte organisationnel.....	52
1. Historique.....	52
2. La description de l'entreprise.....	52
3. Les moyens de l'entreprise.....	53
4. L'organigramme de l'entreprise.....	55
5. Les responsabilités du chef département topographique.....	56

6. Les projets de l'entreprise	56
CHAPITRE III : ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS.....	45
Section 1 : Le déroulement du projet.....	46
1. Moyens humaines et matériels	47
1.1 Moyens humains	47
1.2 Moyens matériels	47
1.3 Logiciels	48
2. La réalisation de la polygonale de base	48
2.1 Réalisation de la polygonale principale (PP) de dimension	48
2.2 Réalisation de la polygonale secondaire (ST) de dimension.....	49
3. Observation de la polygonale de base et réalisation des travaux topographiques....	49
Section 2 : La mise en place de l'outil AMDEC	51
1. La démarche de l'AMDEC.....	51
1.1 Construire le groupe de travail	51
1.2 Analyse fonctionnelle.....	51
1.3 Identifier les modes de défaillances	53
1.4 Identifier les effets et les causes	54
1.5 Évaluer les défaillances	55
1.6 Hiérarchiser les défaillances.....	56
1.7 Rechercher des solutions	56
2. Résultats	57
2.1 Tableaux AMDEC.....	57
Section 03 : Discussion des résultats	70
CONCLUSION GENERALE.....	73
RÉFÉRENCES BILIOGRAPHIQUES.....	86
ANNEXES	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les deux positions épistémologiques et l'étude des stéréotypes.....	45
Tableau 2 : Fiche technique de l'entreprise	53
Tableau 3 : Application de l'outil QQQQCP à l'étude.	52
Tableau 4 : L'analyse fonctionnelle de l'étude topographique.	52
Tableau 5 : Les travailleurs participant au groupe de discussion.....	54
Tableau 6 : Grille d'évaluation de la gravité	55
Tableau 7 : Grille d'évaluation de l'occurrence	55
Tableau 8 : Grille d'évaluation de la détectabilité.....	56
Tableau 9 : Valeurs d'évaluation de l'indice de priorité des modes de défaillances	56
Tableau 10 : Tableau AMDEC de processus de l'étude topographique de la route Tindouf-Zouerate : L'identification des modes de défaillances + le calcul de la criticité.....	58
Tableau 11 : Tableau AMDEC de processus de l'étude topographique de la route Tindouf-Zouerate : la priorisation + le plan d'action.....	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les 5 étapes itératives du management des risques	10
Figure 2 : Étymologie du mot topographie	14
Figure 3 : Représentation d'un étendu de terrain sur une carte	14
Figure 4 : La polygonation	17
Figure 5 : La représentation graphique d'un polygone	18
Figure 6 : La criticité du risque	23
Figure 7 : Le triangle de la gestion de projet.....	39
Figure 8 : Etapes de l'analyse des données qualitatives	49
Figure 9 : La différence entre le traitement sémantique et le traitement statistique.....	50
Figure 10 : Image satellitaire de la localisation de la société SETO	52
Figure 11 : Evolution du chiffre d'affaires.....	53
Figure 12 : le matériel topographique	54
Figure 13 : GPS	54
Figure 14 : Station GPS dans l'exécution du projet	46
Figure 15 : Vue générale du site de projet.....	47
Figure 16 : Logiciel Leica Infinity	48

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

- AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
- APD** : Avant-Projet Détaillé
- APR** : Analyse Préliminaire de Risque
- APS** : Avant-Projet Sommaire
- APSTB** : Association Paritaire de Santé au Travail du Bâtiment et des Travaux Publics
- BT** : Basse tension
- EPE** : Entreprise Publique Économique
- FG**: Focus Group
- FMEA**: Failure Mode and Effect Analysis
- FMECA**: Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis
- FNOR** : Association Française de Normalisation
- GNSS** : Global Navigation Satellite System
- GPS**: Global Positioning System
- HAZOP**: Hazard and Operability Study
- HRA**: Human Reliability Analysis
- HSE**: Health, Safety, and Environment
- HT** : Haute tension
- IBM** : International Business Machines
- IC** : Indice de Criticité
- IMEL** : Instrument de Mesure Electronique des Longueurs
- ISRS** : International Safety Rating System
- MADS** : Méthode d'Analyse des Dysfonctionnements et de leurs Synergies
- MNT** : Modèle Numérique de Terrain
- MORT** : Management Oversight and Risk Tree
- MOSAR** : Méthode Organisée Systémique d'Analyse des Risques
- OHSRLBCTN**: Occupational Health and Safety Risk Levels of Building Construction Trades in Nigeria
- PMI** : Project Management Institute
- QHSE** : Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement
- QQOQCCP** : Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi

RN : Route Nationale

SAEITI : La société Algérienne d'études d'infrastructures

SARL : Société à Responsabilité Limitée

SAP : Systems, Applications, and Products

S.E.T.O : Société d'Etudes Topographiques d'Oran

SETI RAIL : Société d'Etudes Techniques & de l'Ingénierie du Rail

SET Stéf : Société d'études techniques Stef

STIB : Société des transports intercommunaux de Bruxelles

SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

UV: Le rayonnement ultraviolet

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

« Le commencement de tout projet est le relevé topographique des lieux ».

La topographie est la science qui permet de mesurer et de représenter sur un plan ou une carte les formes et les détails visibles sur le terrain, qu'ils soient naturels ou artificiels. Ces travaux sont essentiels dans de nombreux domaines tels que l'urbanisme, l'ingénierie civile, la gestion des ressources naturelles, la cartographie, la planification territoriale, et bien d'autres.

La précision et l'exactitude des relevés topographiques sont fondamentales pour garantir la réussite et la mise en œuvre de tout projet de construction ou d'aménagement.

La topographie est un domaine fascinant, car elle combine des aspects techniques, cartographiques, juridiques et de terrain, offrant ainsi des défis stimulants et des opportunités professionnelles diverses et enrichissantes.

Les géomètres-topographes utilisent une variété d'outils et de technologies avancées, telles que les systèmes GPS, les drones, les lasers et les logiciels de modélisation 3D, pour recueillir et analyser les données du terrain.

Cependant, les travaux topographiques présentent indéniablement des risques élevés, tant sur le plan humain que technique.

Le géomètre-topographe, dans l'exercice de ses fonctions, est soumis à des risques routiers et doit effectuer des relevés extérieurs avec ses appareils sur des terrains difficiles d'accès, aux sols inégaux, encombrés, comportant des tranchées, glissants et souvent sous de mauvaises conditions météorologiques.

La complexité des environnements dans lesquels ils opèrent requiert une vigilance constante et une expertise approfondie pour assurer la précision des mesures tout en minimisant les risques. De plus, il doit souvent cohabiter avec d'autres corps de métier, augmentant ainsi le risque lié à la circulation des engins de chantier. Les interactions fréquentes avec des équipes de construction, des ingénieurs et d'autres professionnels nécessitent une coordination et une communication efficaces pour prévenir les accidents et assurer la sécurité de tous les travailleurs sur le site.

En effet, le risque fait partie intégrante de la vie quotidienne de chaque entreprise dans ce secteur, ce qui demande la mise en œuvre de mécanismes et de stratégies spécifiques pour sa gestion. Les entreprises doivent adopter des protocoles de sécurité rigoureux et former régulièrement leurs employés aux meilleures pratiques en matière de prévention des accidents.

Introduction générale

Les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes sont établies en Algérie par la loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 sur la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. Cette législation vise à protéger les travailleurs et à minimiser les impacts des catastrophes naturelles et des accidents industriels sur les projets d'infrastructure.

Donc, la topographie joue un rôle crucial dans le succès des projets d'infrastructure et de construction en fournissant les données précises nécessaires à la planification et à l'exécution des travaux. Malgré les risques inhérents, l'évolution constante des technologies et des méthodes de travail et des stratégies organisationnelles permet de relever ces défis et de garantir des résultats fiables et sécurisés.

Dans une étude routière, on peut distinguer deux catégories de prestations : les prestations immatérielles, comme la gestion de projet et les études d'impact, et les prestations matérielles, parmi lesquelles la topographie joue un rôle primordial. La topographie est essentielle, car elle constitue le fil conducteur le long duquel le projet se construit, s'applique sur le terrain et se fonde le règlement des travaux. Elle fournit les données de base nécessaires pour la planification, la conception et la réalisation des infrastructures routières.

La qualité des travaux topographiques doit être adaptée à chaque phase du projet, des études préliminaires à la conception détaillée et à la mise en œuvre. Cette qualité se mesure en termes de densité de points relevés et de précision des mesures. La densité de points se réfère au nombre de points topographiques relevés par unité de surface, ce qui est crucial pour obtenir une représentation détaillée et fidèle du terrain. Une haute densité de points permet une meilleure planification et exécution des travaux routiers. La précision des mesures concerne la rigueur avec laquelle les positions géographiques des points sont déterminées, assurant que les dimensions et altitudes sont exactes et fiables.

Le projet de fin d'étude intitulé "La contribution au management des risques dans l'étude topographique à l'aide de l'outil AMDEC" se concentre sur l'analyse des risques du projet topographique. Ce projet est important car il relie des zones stratégiques et facilite le transport et le commerce. Le processus à examiner est l'étude topographique, une étape clé qui fournit les données nécessaires pour la planification et l'exécution des travaux.

La problématique centrale de cette étude qualitative est de comprendre quelles pratiques et expériences les acteurs impliqués dans le projet d'études APD (Avant-Projet Détaillé) pour la réalisation de la route Tindouf-Zouerate utilisent en matière de management des risques, mises en œuvre par les équipes topographiques de la société SETO. De plus, elle examine

Introduction générale

comment l'application de l'outil AMDEC permet d'évaluer les risques liés aux travaux topographiques et les modes de défaillances potentiels.

Notre travail de recherche est structuré en trois chapitres, chacun présentant des sections distinctes. Voici une description de leur développement :

Chapitre 1 : Le cadre théorique.

Ce chapitre est composé de deux sections : La première section fournit une revue de la littérature, permettant de passer en revue les études antérieures sur ce projet. La deuxième section propose un cadre conceptuel pour mieux comprendre les notions théoriques que nous aborderons dans la partie appliquée.

Chapitre 2 : Le cadre méthodologique.

Ce chapitre est également divisé en deux sections : La première section met en exergue la méthodologie utilisée pour la collecte et l'analyse des données. La deuxième section, consacrée au contexte organisationnel, vise à présenter l'organisme d'accueil.

Chapitre 3 : Analyse et discussion des résultats.

Ce chapitre comporte trois sections : Le déroulement du projet de l'étude topographique de la réalisation de la route Tindouf-Zouerate, les résultats, avec une analyse AMDEC de cette étude topographique et une discussion sur les résultats obtenus.

**CHAPITRE I : LA REVUE DE LA
LITTERATURE ET LE CADRE
THEORIQUE**

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Nous présentons dans ce chapitre en premier lieu les études précédentes menées en rapport avec notre thème de recherche avant de définir par la suite les principaux concepts utilisés dans ce travail de recherche.

Section 1 : La revue de la littérature

Pour inscrire cette recherche dans un cadre scientifique, et en raison de la rareté des études antérieures sur le sujet de notre recherche, nous l'avons divisé en trois variables : le management des risques, les risques liés aux travaux topographiques et l'AMDEC dans la gestion de projet.

1. Le management des risques

Le management des risques est une composante essentielle de la gouvernance d'entreprise et de la gestion stratégique, dans un environnement commercial dynamique. Plusieurs recherches ont été menées (notamment des thèses et des articles scientifiques) dans le but de mettre à la disposition des gestionnaires et des praticiens une base de données riche décrivant tout aspect en relation avec le risque et le management des risques.

L'article "Le management des risques : cadre théorique" par le Dr. Meriem ALAOUI et l'enseignant Youssef DHIBA, publié le 30 janvier 2022, passe en revue les fondements théoriques de la discipline de management des risques. Ils définissent la notion de risque en se référant à plusieurs définitions clés provenant d'organisations mondialement accréditées. Ces définitions soulignent que le risque est souvent décrit comme un événement, un changement de circonstances, une conséquence ou une combinaison de ces éléments, et montrent comment ils peuvent affecter la réalisation des objectifs. Ils ont développé ce document pour clarifier les bases de management des risques en proposant une nouvelle revue de littérature et pour mettre à disposition des managers une base de référence ainsi qu'un processus type à suivre. En ce qui concerne le management des risques, ils le définissent comme un processus continu et structuré, visant à aider les managers à prendre des décisions éclairées. Ce processus implique l'identification, la classification, la quantification et le management des risques, dans le but d'accroître les chances de succès et de réduire la probabilité d'échec. Le management des risques comprend également la communication des risques, la prise de décisions basée sur l'analyse des risques et la gouvernance du risque. Des instruments préventifs et curatifs sont utilisés, les premiers agissant avant l'événement à risque et les seconds intervenant après. Le management des risques préventif est crucial pour la préparation stratégique de l'organisation,

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

notamment par la conception d'un système d'information adapté aux besoins des parties prenantes.

La proposition de M. Mohamed Habib Mazouni dans sa thèse "Pour une meilleure approche du management des risques : de la modélisation ontologique du processus accidentel au système interactif d'aide à la décision", publiée le 16 février 2009, pour la définition du risque est la suivante : Le risque est une propriété intrinsèque à toute prise de décision. Il se mesure par une conjonction entre plusieurs facteurs (gravité, occurrence, exposition, possibilités d'évitement, etc.), bien qu'ils se limitent généralement à deux facteurs : la gravité et la fréquence d'occurrence d'un accident potentiellement dommageable, en intégrant dans certains cas le facteur d'exposition. Cependant, il est important de ne pas confondre le concept de risque avec sa mesure. Ainsi, il a défini le management des risques comme un ensemble d'activités coordonnées visant à diriger et à piloter, en fonction de l'appréciation des risques, les différentes politiques possibles de maîtrise de ces derniers.

L'objectif de cette thèse est d'effectuer une étude sur l'Analyse Préliminaire de Risque (APR). Le sujet a été réexaminé et élargi pour inclure le "management des risques appliqué dans différents domaines industriels", au lieu de se limiter à "l'analyse de risque dans le domaine ferroviaire".

Les deux définitions du risque existantes dans les articles précédents présentent des perspectives différentes sur le risque, avec la première se concentrant sur sa description et la seconde sur sa mesure. Toutefois, elles partagent le même principe fondamental selon lequel le risque est associé à une prise de décision et qu'il peut impacter sur la réalisation des objectifs.

En ce qui concerne le management des risques, les deux articles présentent des définitions similaires, dans la mesure où ils décrivent tous deux le management des risques comme un processus hiérarchisé visant à aider les managers à prendre des décisions éclairées. Ils soulignent tous l'importance de l'identification, de la classification, de l'évaluation et du management des risques pour accroître les chances de réussite et réduire la probabilité d'échec.

2. Les risques liés aux travaux topographiques

Les travaux topographiques peuvent impliquer divers dangers et situations potentiellement dangereuses qui peuvent compromettre la sécurité et la santé des individus. Les anciennes études sur les risques liés aux travaux topographiques ou liés aux domaines de la construction

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

ont jeté les bases de la compréhension de ces risques inhérents à ce domaine spécifique. Ces études, bien que souvent limitées dans leur portée et leur analyse, ont permis d'identifier les principaux risques auxquels sont confrontés les travailleurs topographiques.

Les écrivains M. Kearns et M. Oisín Patrick ont conclu ce qui suit dans leur thèse intitulée "Développement des directives en matière de santé et de sécurité pour les géomètres-ingénieurs géodésiques" publiée le 21 décembre 2018, dans le chapitre 4 : leurs études de cas suggèrent des preuves indiquant un risque pour la santé et la sécurité au travail des géomètres-ingénieurs géodésiques, étant donné que plusieurs dangers ont été associés à chacune des trois tâches de levé analysées : mise en place des terrains mis à disposition, implantation et nivellement. Cependant, il convient de noter que cette investigation s'est concentrée exclusivement sur le rôle des géomètres-ingénieurs géodésiques dans un projet de construction routière. Si l'étude avait abordé, par exemple, la construction de ponts ou de bâtiments, d'autres risques auraient pu être mis en évidence.

L'objectif de cette étude était d'évaluer le niveau de formation en matière de santé et de sécurité dispensé aux étudiants dans ce domaine au sein des programmes d'enseignement supérieur en République d'Irlande, et de proposer des mesures correctives en cas de manquements. Ils ont examiné les aspects historiques de la topographie et analysé l'expérience éducative standard des arpenteurs en termes de santé et de sécurité. De plus, ils ont étudié la formation professionnelle ainsi que la législation régissant cette profession, révélant une exclusion réglementaire claire de ses activités. Enfin, une étude de cas a illustré les dangers potentiels associés à cette profession.

L'article intitulé "*Occupational Health and Safety Risk Levels of Building Construction Trades in Nigeria*", rédigé par M. Peter Uchenna Okoye et publié en juin 2018, met en lumière l'importance de l'identification et de la priorisation des risques dans les activités de construction afin d'assurer un management efficace de ces risques. Il souligne que les activités de construction et les métiers du bâtiment comportent des risques et des dangers pour la santé et la sécurité, et que les accidents surviennent plus fréquemment sur les chantiers de construction en raison des actions des travailleurs du bâtiment.

Cette étude offre des implications pratiques pour la pratique et la recherche en matière de management des risques dans l'industrie nigériane de la construction. Elle met en avant la nécessité de développer des stratégies pour atténuer les activités à haut risque et pour prioriser les facteurs de risque pour les gestionnaires de la construction et les professionnels de la sécurité. De plus, elle recommande la mise en place d'approches de management des risques

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

multiples adaptées aux risques spécifiques de chaque métier et insiste sur l'importance de disposer de stratégies de réponse aux risques diversifiées.

Cette étude vise à évaluer les risques en matière de santé et de sécurité au travail dans les métiers de la construction au Nigeria, en se concentrant sur les métiers courants. Elle a été réalisée à l'aide d'un questionnaire structuré administré aux ouvriers sélectionnés sur le site de différents chantiers dans l'État d'Anambra. Les données collectées ont été analysées quantitativement en utilisant la méthode de la valeur moyenne et le numéro de priorisation des risques. Les résultats indiquent que la maçonnerie, la menuiserie, le cintrage du fer et la fixation de l'acier sont associés à des risques élevés, tandis que l'installation électrique, la peinture, le carrelage et la plomberie présentent un risque moyen. De plus, l'étude souligne que l'occurrence et l'impact des différents facteurs de risque varient selon les métiers de la construction.

L'article intitulé "Risques professionnels dans le bâtiment et les travaux publics", publié le 26 juin 2008 par J-F. Boulat, directeur médical, et édité par l'Association Paritaire de Santé au Travail du Bâtiment et des Travaux Publics -APSTB- de la région parisienne, ne diffère pas de l'article précédent dans son contenu général. En effet, il aborde les différents risques liés à ce domaine de travail, tels que les risques de chute de hauteur, les risques liés à un effondrement, les risques associés aux opérations de levage, ainsi que les risques liés aux nuisances, etc. Il met en lumière l'importance de leur repérage, car c'est le préalable nécessaire à l'évaluation des risques professionnels en fonction des données environnementales, des types de matériels, des matériaux et des produits utilisés dans ce domaine spécifique, sans oublier l'importance des caractéristiques individuelles. Enfin, l'article mentionne les risques potentiels à l'avenir et propose des mesures pour prévenir l'impact sur la santé des matériaux et des produits de construction qui seront utilisés dans le futur.

L'objectif de cet article est de souligner le passage d'une préoccupation centrée sur les accidents du travail immédiats à une prise de conscience croissante des dangers qui surviennent avec le temps, en mettant en avant l'évolution de la perception des risques. C'est encore plus difficile à découvrir dans le secteur de la construction. De plus, cet article aborde la complexité croissante du management des risques associée au développement constant de nouvelles technologies et de produits chimiques, et se concentre sur les professionnels de la santé et de la prévention au travail dans la surveillance technique et la sensibilisation aux nouveaux dangers du personnel de construction.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

L'auteur Nicolas Dodier analyse les visites des inspecteurs du travail sur les chantiers, dans le but d'élaborer un article sur la prévention des risques professionnels dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, intitulé "La fugacité des chantiers : inspection du travail et prévention des risques professionnels dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics". Cette recherche a été réalisée en octobre 1986, et les Presses de l'université de Montréal ont republié ce travail le 31 mars 2023 en raison de ses résultats pertinents. L'étude clarifie les défis auxquels sont confrontés les inspecteurs sur les chantiers du bâtiment. D'une part, ces chantiers offrent une facilité pour repérer les risques et nécessitent peu de compétences techniques et juridiques pour une première évaluation. Cependant, d'autre part, la complexité des travaux de bâtiment rend l'inspection plus difficile au fur et à mesure que l'on approfondit les contrôles de sécurité. Malgré l'importance de ce secteur pour l'action de prévention, les coûts élevés et les difficultés techniques pourraient décourager les inspecteurs, les détournant vers des terrains plus simples.

Tous les articles précédents traitent des risques dans des domaines associés à notre thème d'étude, mais ils présentent des différences significatives en termes :

1- Domaines d'application : le premier se concentre sur les géomètres-ingénieurs géodésiques, tandis que le second et le troisième traitent de la construction et des métiers du bâtiment, même si le dernier article a le même domaine d'application que le chantier, mais il l'aborde du point de vue des inspecteurs.

2- Types de risques : le premier examine spécifiquement les risques associés aux tâches de levé telles que la mise en place des terrains, l'implantation et le nivellement, tandis que le second, le troisième et le quatrième mettent en lumière les risques généraux liés à la construction.

3- Limites de l'étude : le premier se concentre uniquement sur le projet de construction routière, alors que le second et le troisième ne se limitent pas à un seul contexte de construction, et le quatrième se concentre sur l'enquête et l'étude des inspecteurs sur les chantiers du bâtiment.

En conclusion, dans le domaine des travaux topographiques et des activités voisines, il est inévitable qu'il existe des risques pour la santé et la sécurité ainsi que pour compromettre la réalisation des objectifs du projet.

3. L'AMDEC dans la gestion de projet

Le management du projet et le management des risques sont fortement liés, car ils se complètent dans l'objectif d'atteindre les objectifs prévus tout en minimisant les obstacles potentiels qui pourraient perturber le processus de réalisation d'un projet. Le management des risques implique l'identification, l'analyse et la réponse aux menaces qui peuvent influencer le déroulement du projet. Elle a plusieurs outils tels que l'AMDEC. En prenant en compte ce qu'il peut mal tourner, un responsable de projet est mieux préparé à manager les risques sans compromettre l'ensemble du projet. Des études antérieures ont largement abordé ce sujet.

Le mémoire "La gestion de projet et des risques, un défi majeur pour toute entreprise : analyse du cas de la STIB" de M. Massant Jonathan, publié en 2018, explore la gestion de projet et des risques en se concentrant sur le cas de la STIB. Dans sa partie théorique, l'auteur met en avant la dimension complexe du concept de projet, soulignant l'importance de prendre en compte à la fois le passé et le futur, ainsi que la nécessité d'utiliser des méthodes et des pratiques pour coordonner et contrôler son avancement. Il insiste également sur l'importance de suivre une approche structurée pour le management des risques. La seconde partie du mémoire analyse la gestion de projet et des risques au sein de la STIB, mettant en évidence les défis potentiels tels que les retards, les dépassements de délais et la baisse de qualité dus à des limites, des zones d'ombre et des incompréhensions. L'auteur mentionne que la gestion des risques à la STIB est segmentée en risques opérationnels et risques liés aux projets, avec une analyse basée sur la méthode SWOT. Les chefs de projet collaborent avec des experts métier pour identifier les risques potentiels en utilisant des outils tels que l'évaluation des risques totaux et le registre des risques.

L'objectif de cette étude est d'approfondir la compréhension de cette double gestion et d'appliquer ces concepts à sa propre pratique de gestion de projet et des risques. Les résultats obtenus après l'analyse de la gestion de projet et des risques au sein d'une entreprise semi-publique comme la STIB-MIVB révèlent des limites, des zones d'ombre et des incompréhensions qui peuvent impacter négativement les projets, entraînant ainsi des retards, des dépassements de délais et une baisse de qualité.

L'article "Pour une histoire de la gestion de projet", rédigé par M. Gilles Garel et publié en décembre 2003, propose une chronologie historique de l'évolution de la gestion de projet. Il identifie et caractérise les grandes étapes de cette évolution, tout en examinant les principaux leviers de développement et de diffusion de ce modèle de management désormais largement

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

répandu dans les organisations. L'auteur souligne que la gestion de projet a progressé d'un stade initial peu ou mal institutionnalisé pour devenir un pilier central du management contemporain. Il mentionne également l'évolution des acteurs du projet, tels que le maître-maçon, l'architecte, l'ingénieur, ou encore le "*heavy weight project*", au fil du temps.

L'objectif principal de cet article est de retracer l'histoire de la gestion de projet en mettant en lumière ses différentes phases et en analysant les moteurs qui ont contribué à son développement et à sa diffusion. Malgré la richesse actuelle de cette histoire, il reste encore des aspects à explorer et à documenter pour compléter ce récit historique.

L'article "le management des risques dans un projet", rédigé par M. Alexandre, venant le 01 avril 2020, met en avant l'importance du management des risques dans la gestion de projet. Il souligne que tout projet comporte des éléments imprévus, d'où la nécessité cruciale d'instaurer un système de management des risques. Le chef de projet est chargé de superviser cette composante essentielle de la gestion de projet, un processus itératif qui s'étend sur toute la durée du projet. Ce processus comprend cinq étapes fondamentales.

Figure 1 : Les 5 étapes itératives du management des risques



Source : l'article le management des risques dans un projet, Alexandre VENANT, le 1 avril 2020.

Dans l'article : "Vers un management des risques dans un projet routier par la méthode MADS-MOSAR", écrit par Kamila Amel, BENACHENHOU, Mohammed Amine ALLAL, Anis LAKERMI et Thierry VERDEL, qui est publié le 1er avril 2016, l'outil AMDEC a été abordé, ainsi que son fonctionnement et ses résultats sur le management des risques. Cette étude vise à intégrer les facteurs de risques géotechniques, incluant les incertitudes, les

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

sources de danger et les perturbations inhérentes au projet dès son initiation, ainsi que celles pouvant survenir en cours de réalisation. Pour atténuer ces risques dans les projets routiers, l'utilisation des méthodes de management des risques telles que l'AMDEC et le MADS-MOSAR, traditionnellement employées dans l'industrie, a été privilégiée. Ces outils étaient appliqués à la bretelle principale "A" de l'échangeur de la RN02 à Tlemcen, en Algérie. L'auteur illustre que cette approche novatrice nécessite une première étape de modélisation systémique et d'analyse fonctionnelle pour mieux appréhender le projet et ses interactions.

En résultats, cette étude prouva l'efficacité des outils AMDEC et MADS-MOSAR dans le management des risques géotechniques pour les projets et les infrastructures routières.

Dans un autre article intitulé "Méthode d'analyse des risques : AMDEC/FMECA dans les organisations" par Lefayet Sultan Lipol et Jahirul Haq de l'université de Boras, publié par le comité "*International Journal of Basic & Applied Sciences*" en octobre 2011, les deux méthodes AMDEC et FMECA (*Failure Mode Effect and Criticality Analysis*) ont été expliquées théoriquement comme suit : Ils sont des méthodes conçues pour identifier les modes de défaillance potentiels d'un produit ou d'un processus avant que les problèmes ne surviennent, afin d'évaluer le risque. Ainsi, l'article souligne les distinctions entre l'AMDEC et la FMECA. Dans la partie pratique, l'article explique que l'entreprise se concentre principalement sur l'AMDEC de conception et de processus, utilisant un logiciel FMEA basé sur une feuille MS Excel pour consigner les données de l'analyse des risques de l'équipe FMEA. En conséquence, les écrivains ont atteint que, malgré que l'entreprise ne soit pas en connaissance avec l'AMDEC, elle utilise la partie qualitative de l'analyse de criticité. Enfin, ont conclu par cet article que ces méthodes sont utiles même lorsque l'entreprise n'en a pas conscience.

L'article : " Fiabiliser les données d'un système d'information de gestion par la méthode AMDEC : principes et études de cas", écrit par Laurent BIRONNEAU, Dominique-Philippe MARTIN et Gilles PARISSÉ, se concentre sur le risque informationnel associé aux Systèmes d'Information de Gestion. Il suggère d'utiliser la méthode AMDEC pour mieux identifier et résoudre ce type de risques.

Trois cas de dysfonctionnements en gestion industrielle sont étudiés dans un groupe multisite du domaine de la mécanique. En fin d'article, les écrivains confirment que les éléments de diagnostic et de remède proposés par la méthode AMDEC soulignent son intérêt à réduire ce type de risque à un niveau acceptable pour l'entreprise.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Ce sujet aborde de vastes références, qui soulignent l'immense importance du management des risques avec l'outil AMDEC et les autres outils lors de la gestion de projets, indépendamment du secteur considéré. En effet, cette compétence est essentielle pour les chefs de projets, car elle leur permet d'anticiper les défis, de prévenir les incidents et de maximiser les probabilités de succès des projets, quelle que soit leur application.

Malgré la disponibilité de différents modèles théoriques du management des risques, notre revue bibliographique approfondie a révélé que les études de cas liées aux projets topographiques sont rares et peu détaillées. Par conséquent, le but de notre étude de cas est de présenter une étude du management des risques d'un projet comportant des risques topographiques à l'aide de l'outil AMDEC.

Section 2 : Le cadre théorique

Cette section fournira une vue d'ensemble complète des concepts, des travaux topographiques, de l'analyse des risques et de l'outil AMDEC et de la gestion de projets topographiques.

1. Le contenu d'un projet topographique

Les ingénieurs topographes interviennent à chaque étape du chantier. Ils préparent des projets d'aménagement et de construction en réalisant des relevés de terrain, en développant et en interprétant des données géographiques. Sur le chantier, ils fournissent la base de référence nécessaire à la réalisation des travaux (implantation), tandis que les données collectées sont utilisées pour le guidage d'engins. En conclusion, une fois les travaux achevés, le géomètre va procéder à leur vérification (récolement) et éventuellement participer à leur surveillance (auscultation). Dans cette section, nous examinerons les concepts liés à la topographie et aux travaux topographiques, en mettant en évidence leurs applications, leurs outils, ainsi que leur importance.

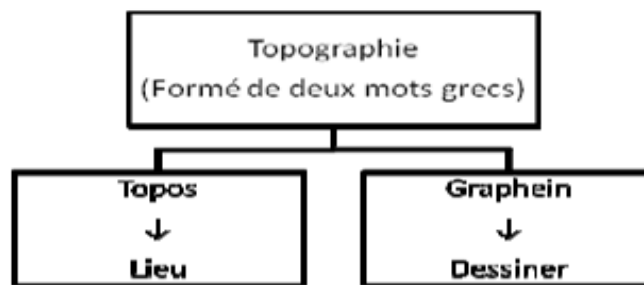
1.1 Généralités

La topographie englobe divers concepts et techniques permettant de mesurer et de représenter les reliefs, les altitudes, les cours d'eau, les routes, les bâtiments et toute autre information géographique significative. La topographie est fondamentale pour de nombreuses applications. Son importance réside dans sa capacité à fournir des données précises et fiables pour la prise de décision et la réalisation de projets dans divers secteurs.

1.1.1 La topographie

La topographie fait partie des sciences de la terre. C'est une technologie qui permet la mesure puis la représentation graphique ou numérique des surfaces terrestres. La figure 2 résume les origines formelles du terme « topographie ».

Figure 2 : Étymologie du mot topographie



Source : Serge Milles et JEAN Lagofun. 'Topographie et topométrie modernes Techniques de mesure et de représentation. Tome 1. Édition Eyrolles. 1999.

Elle a pour but la représentation plane à une échelle donnée d'une certaine étendue de terrain comportant des détails sur un plan ou sur une carte.

Figure 3 : Représentation d'un étendu de terrain sur une carte.



Source : Serge Milles et JEAN Lagofun. 'Topographie et topométrie modernes Techniques de mesure et de représentation. Tome 1. Edition Eyrolles. 1999.

- Cette science détermine également l'emplacement et la hauteur de tout point situé dans une zone donnée, qu'il s'agisse de la taille d'un continent, d'un pays, d'un champ ou d'une rue. Ces détails peuvent être :
- Nature : cours d'eau, rochers, bois, rivières, montagnes, champs, etc.
- Artificiel : routes, voies ferrées, bâtiments, remblais, canaux, ports, autoroutes, etc.
- Général : restrictions imposées par les communes, les départements, etc.

Les contours de ces détails (par exemple des bâtiments) sont projetés orthogonalement sur une surface horizontale comme plan de comparaison à hauteur nulle. Cette vue du plan est appelée la planimétrie.

La définition de la hauteur de chaque point du contour est appelée l'altimétrie. Les cartes topographiques incluent à la fois la planimétrie et l'altimétrie.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Le technicien responsable de l'opération définit l'échelle en fonction de l'étendue du terrain à représenter, de la précision et du format souhaité de la documentation à obtenir. Ces dernières peuvent être des cartes produites principalement pour un usage public ou pour des recherches spécifiques.

L'établissement d'un plan ou d'une carte englobe plusieurs sciences :

- La géodésie
- La topographie
- La topométrie
- Les levés topographiques

1.1.2 La géodésie

Suivant l'étymologie grecque, le mot géodésie veut dire diviser la terre. Le grand géodésien allemand F.R. Helmert (F.R. Helmert, 1884) définissait la géodésie comme suit : " la géodésie est la science de la mesure et de la représentation de la surface terrestre".

Une définition contemporaine de la géodésie est donnée par le Comité Associé Canadien de Géodésie et de Géophysique (C.A.C.G.G.,1973), à savoir : la géodésie est la discipline qui concerne la mesure et la représentation de la Terre, incluant son champ de gravité, dans un espace tridimensionnel variant avec le temps.

La géodésie a ainsi deux aspects :

*** Un aspect scientifique et de recherche :**

- Mesurer les dimensions de la Terre et déterminer sa géométrie.

*** Un aspect pratique :**

- Établir et entretenir des réseaux géodésiques 3D nationaux et mondiaux, en tenant compte de l'évolution de ces réseaux au fil du temps ;

- Mesure et représentation des phénomènes géodynamiques, tels que les mouvements polaires, les marées terrestres et les mouvements de la croûte.

1.1.3 La topométrie

La topométrie est l'art de représenter la configuration d'un terrain sur une surface plane en utilisant uniquement des mesures géométriques conventionnelles (pas de croquis, pas de dessins). Le mot « Topo » signifie lieu et le mot « métrique » signifie mesure. C'est l'élément de base du terrain.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

1.1.4 Le levé topographique

Le levé topographique englobe toutes les actions visant à collecter sur le terrain les éléments du sol (sous-sol et sursol) indispensables à la création d'un plan ou d'une carte. Il consiste à mesurer localement un grand nombre de points qui permettent de décrire les objets géographiques. On effectue un relevé à partir d'observations avec un instrument de mesure.

L'équipe qui fait le levé topographique consiste en :

- Le chef : est responsable du travail, c'est lui qui choisit les méthodes à employer.
- Le croquiser : dessine le croquis de la zone à lever.
- L'opérateur : dirige l'appareil sur les points à lever et effectue les lectures correspondantes.
- Le teneur de carnet : note les lectures dictées par l'opérateur.
- Le ou les porte-mires.

1.1.5 L'implantation

L'implantation implique de faire figurer sur le terrain, selon les indications d'un plan, la position des bâtiments, des axes ou des points isolés dans le but de les construire ou de les repérer. Les tracés d'implantation sont principalement composés de droites, de courbes et de points isolés.

Les outils employés doivent être capables de localiser des alignements ou des points : des théodolites, des rubans, des niveaux et autres. La précision recherchée dépend du type d'ouvrage à implanter, qui varie en fonction du type d'instrument utilisé : précision millimétrique pour des fondations spéciales, centimétrique pour des ouvrages courants, décimétrique pour des terrassements, etc.

1.1.6 Canevas topographiques

Ensemble de points bien répartis sur la surface à lever et dont les coordonnées sont connues. Les positions relatives sont déterminées avec une précision au moins égale à celle exigée du levé. Cet ensemble sert de point d'appui au levé des détails. Le canevas s'exprime par les coordonnées de ces points dans un même système.

En topographie, le principe fondamental consiste à aller de l'ensemble aux détails. Pour cela, on distingue :

- Canevas géodésique : il correspond au réseau géodésique.
- Canevas d'ensemble : c'est le canevas géodésique densifié par points isolés.

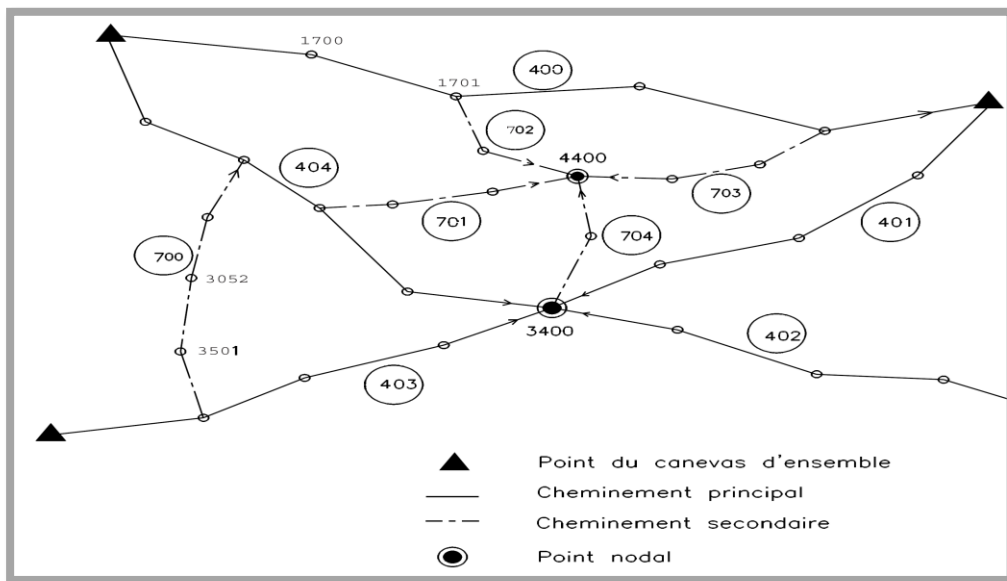
CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

- Canevas polygonal : c'est le canevas d'ensemble densifié par une suite de cheminements. On parle de levé polygonal, d'une polygonale ou d'une polygonation.

1.1.7 La polygonation

La polygonation est l'ensemble des opérations qui consistent à mesurer et à calculer une polygonale ; Le calcul des polygonales se fait par coordonnées et s'inspire donc fortement de la géométrie analytique.

Figure 4 : La polygonation

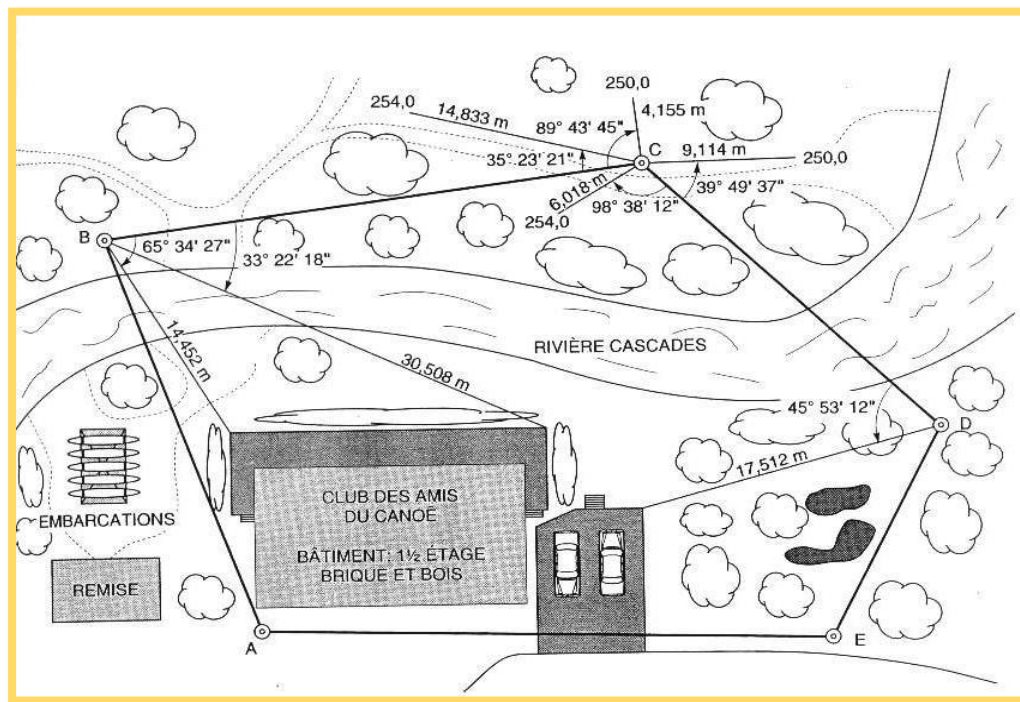


Source : Cours de Monsieur MELOUKA Smain, ISTA Tlemcen

Pour faire un levé topographique, qui consiste à relever pour un territoire donné l'ensemble des détails naturels et artificiels tant en altimétrie qu'en planimétrie, et pour en faire la représentation graphique, il faut établir sur le terrain des lignes de contrôle qui serviront de référence afin de lier les détails. L'établissement de ces lignes de contrôle constitue en fait la structure polygonale.

On a également recours à la polygonation notamment à des fins de densification de points géodésiques et de points de contrôle en photogrammétrie, de même qu'à des fins de rattachement dans un système de coordonnées établi.

Figure 5 : La représentation graphique d'un polygone



Source : Cours de la topographie de Monsieur MELOUKA Smain, ISTA Tlemcen.

1.2 Les applications de la topographie

La topographie concerne plusieurs domaines, tels que :

- **La topographie de construction** : cette tâche relève du domaine du nivellement topographique, où des géomètres utilisent des techniques spécifiques pour déterminer les altitudes précises des points sur le terrain. Ces altitudes sont essentielles pour la construction de diverses infrastructures, telles que les réseaux de drainage, les réseaux d'égouts, les routes, les trottoirs, les poteaux d'éclairage public, etc.
- **La topographie routière** : ces tâches sont généralement liées aux travaux d'ingénierie géométrique et sont effectuées par des ingénieurs géomètres ou des topographes spécialisés dans les grands projets d'infrastructures linéaires tels que les autoroutes et les chemins de fer.
- **La topographie cadastrale** : ces tâches relèvent du domaine du bornage et du parcellaire cadastral, effectuées par des géomètres-experts fonciers. Elles consistent à déterminer la délimitation et le morcellement des propriétés foncières.
- **La topographie souterraine** : ces tâches relèvent du domaine de la topographie souterraine ou de la géomatique souterraine, qui concerne la cartographie et la modélisation des espaces

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

souterrains. Les géomètres spécialisés dans ce domaine sont chargés de déterminer l'orientation et les dimensions des galeries, des tunnels ou autres structures souterraines.

- La topographie industrielle : cette tâche relève du domaine de l'arpentage industriel ou de l'ingénierie industrielle, où des géomètres ou des ingénieurs utilisent des instruments optiques tels que les théodolites, les niveaux optiques ou les stations totales pour réaliser des relevés précis sur les sites industriels. Ces relevés sont utilisés pour l'implantation et la conception d'installations industrielles telles que des usines, des entrepôts, des zones de stockage, des pipelines, des voies de circulation, etc.

1.3 Place de l'ingénieur de génie civil en topographie

L'ingénieur de génie civil non spécialisé en topographie doit être capable de :

- Comprendre tout document établi par un topographe.
- Pouvoir communiquer avec un topographe.
- Savoir-faire des opérations de la topographie.
- Surveiller la bonne exécution d'un levé.
- Réceptionner éventuellement les travaux réalisés.
- Manipuler des appareils topographiques.

1.4 Les outils de la topographie

La topographie nécessite la connaissance de nombreux outils dans les domaines techniques (appareils de mesure), mathématiques (géométrie, calculs), réglementaires, statistiques (calcul d'erreurs).

1.4.1 Les appareils

- Niveaux ;
- Théodolites, tachéomètres, stations totales ;
- IMEL : Instrument de Mesure Electronique des Longueurs ;
- Scanner 3D ;
- Récepteurs GNSS ;
- Petits matériels : chaînes, disto ou lasermetre, équerres optiques

1.4.2 Les erreurs

- Erreurs systématiques : mesurables et pouvant être éliminées ;
- Erreurs accidentelles : quantifiables, mais ne pouvant pas être éliminées – précision des appareils ;

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

- Chaque appareil a une précision donnée (erreurs accidentelles) et engendre des erreurs systématiques.
- Il faut ainsi connaître leur utilisation, mais également les méthodes pour les contrôler et les étalonner.

1.4.3 Les méthodes de mesure

- En planimétrie : le rayonnement (angles, distances), les abscisses et ordonnées, le GNSS, etc...
- En altimétrie : nivellement direct, nivellement indirect, mesures GNSS.

1.4.4 Les méthodes de calculs et graphiques

- Outils géométriques et trigonométriques ;
- Raccordements : circulaires, paraboliques, clothoïdes ;
- Surfaces et volumes : mesures, divisions ;
- Représentation du relief : courbes de niveau, profils en long et en travers, MNT.

1.4.5 L'aspect réglementaire

Lois, codes, arrêtés, décrets, préconisations professionnelles, etc. Contrôle qualité : normes de qualité.

2. L'analyse des risques

L'analyse des risques est une discipline cruciale dans le domaine de la topographie et des projets qui contiennent les travaux topographiques. Elle consiste à évaluer et à anticiper les dangers potentiels, les pertes ou les conséquences négatives pouvant survenir lors de la réalisation d'une activité ou d'un projet. Cette démarche permet d'identifier les scénarios à risque, de quantifier leur probabilité d'occurrence et leur impact, puis de mettre en place des stratégies de gestion et de prévention pour minimiser ces risques. L'analyse des risques repose sur des méthodes et des outils spécifiques visant à prendre des décisions éclairées et à garantir la sécurité et la pérennité des entreprises et des projets.

2.1 Historique

Le terme "risque" pourrait provenir du terme latin *resecum*, qui signifie "ce qui coupe, écueil", d'où l'origine maritime "rocher escarpé", ou pourrait être issu de l'italien ancien *risicare*, qui signifie "oser". Lorsque l'issue est positive, on parle d'opportunité, tandis que lorsque l'issue est négative, on parle de menace. Un groupe appelé Asipu a été créé il y a

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

environ 5200 ans dans la région de l'Euphrate. Ses membres sont des spécialistes de l'analyse du risque et sont chargés de prendre des décisions risquées ou incertaines.

En Mésopotamie, il y a environ 3900 ans, l'assurance a débuté comme l'une des plus anciennes stratégies du management des risques. La prime de risque pour les pertes de navires et de cargaison dans les contrats de base était formalisée dans le code d'Hamurabi. Il y a plus de 2400 ans, Périclès parle de comment prendre des risques et les évaluer avant de réaliser une action. Blaise Pascal et Pierre de Fermat ont jeté les bases de la théorie de la probabilité dans les années 1650, ce qui a ouvert la porte à l'évaluation quantitative du risque. Pierre Simon de Laplace a développé en 1792 une analyse du risque avec ses calculs de la probabilité de décès avec et sans vaccination antivariolique.

Le management des risques repose sur la capacité à repérer le danger, à analyser le risque, à l'évaluer, puis à agir en conséquence. Le problème de management des risques réside dans le fait que l'événement en question (le dommage) est à l'avenir. Il est nécessaire de concevoir un événement qui peut ne jamais se produire.

Le management des risques vise principalement à garantir la pérennité de l'entreprise en toutes circonstances. Dans le passé, certains responsables ont perçu le management des risques comme une tâche superflue. Ces individus croyaient que le but principal était de prévenir le danger. Depuis longtemps, de nombreux individus ont réalisé que le risque est inévitable et inhérent à toute activité, mais il doit être minimisé à un niveau respectable.

2.2 Le domaine du management des risques

- ✓ La structure de l'entreprise
- ✓ Le système de management
- ✓ Le département
- ✓ Le processus
- ✓ Le produit
- ✓ Le service
- ✓ Le projet
- ✓ La performance
- ✓ La fiabilité
- ✓ Les coûts
- ✓ Le calendrier
- ✓ Les méthodes
- ✓ La technologie

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

- ✓ Les exigences
- ✓ Les spécifications, y compris les critères d'acceptation
- ✓ Les fonctionnalités
- ✓ Les outils
- ✓ Les prestataires externes
- ✓ Les tests

2.3 Définitions

Risque : la probabilité qu'une menace ou une opportunité se présente et l'évaluation de sa gravité sont des éléments qui constituent le risque. Il peut avoir des répercussions néfastes (menaces) ou bénéfiques (opportunités), et saisir une occasion nécessite aussi de prendre des risques. Il convient de souligner que le risque est fréquemment confondu avec le danger et la menace, mais il s'agit en fait de la probabilité qu'une menace ou une opportunité se présente et de son effet potentiel.

Facteur du risque : n'importe quelle condition ou élément qui suggère une augmentation du risque de contracter la maladie ou de causer un accident, un décès ou des dommages matériels et financiers.

Les caractéristiques d'un risque :

- ✓ Fréquence (F) : mesure la probabilité d'occurrence de l'événement dommageable.
- ✓ Gravité (G) : mesure les conséquences du sinistre.
- ✓ Criticité (C) : indicateur de l'acuité du risque.

$CRITICITÉ = FREQUENCE \times GRAVITÉ$

Situation à risque : une situation à risque est une situation de travail dans laquelle se retrouvent un ou plusieurs facteurs de risque.

Danger : propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement.

Domage : blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou atteinte aux biens ou à l'environnement

Accident/incident : l'accident est une situation indésirable qui entraîne la mort, une mauvaise santé, une blessure ou toute autre perte.

Le cas d'incident est une situation imprévue qui entraîne des blessures, des dommages matériels et des pertes dans le processus et l'événement.

Sécurité du travail : la sécurité du travail se définit comme étant l'absence (relative) des risques d'accident.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Gestion du risque (risk management) : activités pour restreindre la possibilité que quelque chose se passe mal

Appréciation du risque (Risk assessment) : activités d'identification, d'analyse et d'évaluation du risque

Analyse du risque (risk analysis) : activités d'identification des dangers et d'évaluation des risques

Traitement du risque (risk treatment) : activités de modification du risque.

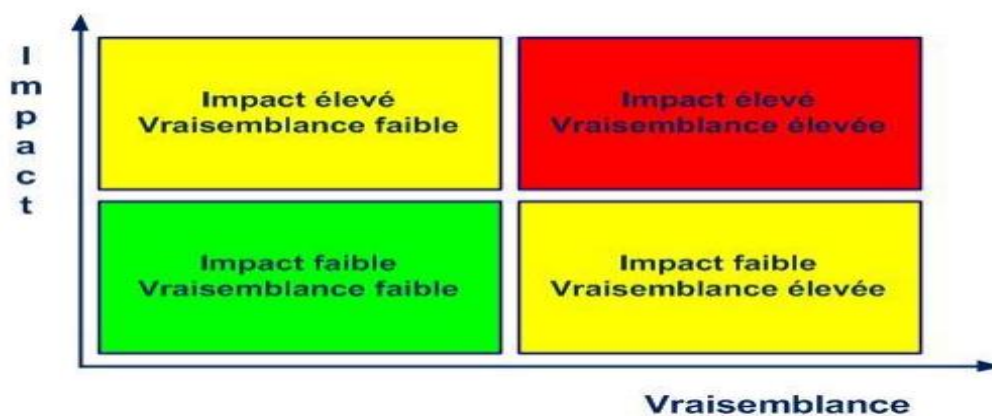
Opportunité : événement incertain pouvant avoir un impact favorable.

Impact : conséquence d'un événement affectant les objectifs. **Vraisemblance (likelihood)** : possibilité que quelque chose arrive.

La probabilité : on peut y voir une mesure de l'incertitude. La probabilité peut donc être évaluée en fonction de quelque chose qui s'est produit. La notion de vraisemblance est plus large, car elle peut englober un effet qui n'a jamais eu lieu.

Le risque reste résiduel lorsque l'effet et la probabilité d'apparition sont minimales. Dès qu'il y a une forte influence et une grande probabilité, on se rapproche de la zone critique (rouge).

Figure 6 : La criticité du risque



Source : Gestion des risques des dispositifs médicaux ISO 14971 versions 2019

2.4 Outils d'identification des risques

Une des principales difficultés du management des risques réside dans la détection objective et rationnelle des risques d'un groupe. Il est primordial de parvenir à une cartographie des risques mettant en avant les méta-risques émergents en premier lieu.

Le responsable des risques ne peut pas établir sa cartographie en se basant sur un sentiment subjectif qui repose sur sa personnalité et son expérience professionnelle. Au contraire, il est nécessaire de baser sa démarche sur divers outils d'identification des risques qu'il va utiliser

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

dans le but de favoriser la circularisation (la réponse fournie par ces outils doit en effet être cohérente). Ces outils sont :

- L'audit documentaire ;
- Les entretiens ;
- Les visites de sites ;
- Les questionnaires.

2.5 Constituer une analyse des risques

2.5.1 Identification des risques pour la santé des employés

Il s'agit de la propriété intrinsèque ou de la capacité d'un objet (machine...), d'une substance, d'un processus (mouvement, transport, processus de fabrication chimique...) ou d'une situation (climat, stockage...) d'avoir des conséquences néfastes sur la sécurité ou la santé du travailleur.

Il est nécessaire de rechercher les propriétés dangereuses dans :

- Les constructions (matériaux et construction) ;
- Les espaces (espace disponible avec son aménagement : éclairage, air, ventilation...) ;
- Le transport horizontal et vertical (généralement un processus spécifique) ;
- Les processus (agents, machines et toutes les activités de travail). Lorsque l'analyse des risques est effectuée à partir du constat de la présence de dangers (sur la base des propriétés dangereuses des agents utilisés dans le processus de travail), on parle d'une analyse des risques déductive.

Lorsque l'analyse des risques est effectuée à partir du constat de la présence de dangers (sur la base des propriétés dangereuses des agents utilisés dans le processus de travail), on parle d'une analyse des risques déductive.

2.5.2 Définition et évaluation des risques pour la santé des employés

L'objectif est de définir les conditions dans lesquelles la probabilité de survenance d'effets néfastes devient réelle. Quand on évoque les effets néfastes, on évoque avant tout les dégâts.

Le dommage est défini comme toute perturbation dans le bon fonctionnement physique et mental d'un individu. On peut le décrire par sa gravité (physiopathologie, complications, incapacité de travail, décès) et par sa fréquence (à quel moment, dans quels secteurs, dans quels groupes).

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Les épidémiologistes sont, entre autres, responsables de l'évaluation du dégât. En utilisant des données statistiques sur les accidents et les maladies, ils tentent d'analyser de manière scientifique les causes et les associations de causes qui sont à l'origine des dommages.

Il convient de souligner que la notion de dommage est largement interprétée dans le domaine de la prévention. Elle englobe tous les types de préjudice, qu'ils soient ou non réparés. Cela signifie qu'en plus des accidents du travail et des maladies professionnelles traditionnelles, les dérangements professionnels et les maladies liées à la profession sont également considérés comme des risques et doivent donc être prévenus.

On arrive donc à la notion de risque. Effectivement, le risque n'est autre chose que la possibilité d'une atteinte à la santé.

Quand une évaluation des risques est réalisée en se basant sur la détection de risques (à partir de données épidémiologiques dans l'entreprise ou dans le secteur), on parle d'évaluation des risques.

2.5.3 Évaluation des risques pour la santé des employés

L'objectif est d'évaluer la probabilité d'apparition des effets néfastes et leur importance potentielle, c'est-à-dire de mettre en évidence les facteurs de danger. La définition de cette notion est la suivante : tout élément susceptible d'influencer le danger et qui, par conséquent, détermine le risque.

On peut classer les facteurs de risque de la manière suivante :

- Les éléments liés au risque collectif sont ceux qui sont influencés par les processus et l'organisation globale du travail, ainsi que par la conception des groupes de postes de travail. Ceux-ci comprennent, d'une part, les éléments qui influencent l'exposition à un risque (chimique-physique-biologique). Les notions d'intensité, de fréquence et de durée sont utilisées pour définir cette exposition. Par ailleurs, il existe également des éléments qui engendrent des conditions d'environnement, tels que l'organisation du travail (contenu du travail, souplesse), le milieu de travail (conditions de travail) et les facteurs psychosociaux (relations de travail).
- Les facteurs de risque spécifiques : sont les éléments qui sont spécifiques à chaque personne. Parmi ces derniers, on retrouve entre autres : les facteurs génético-héréditaires, ceux déterminés par le comportement, l'état physiologique (effort, grossesse, maladie...), la formation, l'expérience.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Il est possible de modifier ces facteurs de risque grâce à une intervention externe.

En réalité, les conditions de travail évoluent constamment et le travailleur lui-même peut réaliser plusieurs opérations qui favorisent l'exposition. En effet, le comportement individuel des employés n'est pas prévisible. Par exemple, le risque de préjudice à la santé peut considérablement augmenter lors d'une activité qui n'est pas prévue dans le cadre du travail habituel. Il est donc essentiel que l'analyse des risques anticipe cette possibilité et mette en place les mesures d'information et de formation requises.

2.6 Deux types d'analyse des risques

L'analyse des risques ne se résume donc pas à la recherche d'un chiffre qui reproduit la probabilité d'un dommage (= classification des risques), mais implique principalement l'identification de tous les facteurs et l'analyse de leur variabilité et de leurs impacts sur le risque. Il est donc nécessaire de recueillir et de filtrer de manière systématique les informations potentielles concernant les risques afin de ne recueillir que les données pertinentes à ce sujet. Afin d'accomplir cela de manière optimale, il est essentiel que l'analyse des risques soit la combinaison de :

- L'analyse du processus par les experts
- L'analyse participative

2.6.1 Analyse du processus par les experts

L'accent est mis principalement sur l'expertise des conseillers en prévention dans cette analyse. En tant qu'experts conseils, les conseillers en prévention des services internes et externes jouent un rôle crucial. Elle se divise en deux phases : l'examen des processus de travail et l'examen des situations de travail.

2.6.2 Analyse participative

Afin d'effectuer une analyse exhaustive des risques, il est également nécessaire de réaliser une analyse participative en se basant sur l'expertise et l'expérience des employés. Dans cette situation, l'importance est accordée à la participation de tous les employés.

La connaissance du processus de travail par les travailleurs de la base est tout à fait différente de celle des experts en prévention : ils produisent des biens ou des services en réalisant un ensemble d'activités et ils ont une connaissance particulière d'une partie du processus de travail qui n'est pas accessible par des observations, des mesurages et d'autres systèmes

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

d'experts. De plus, il est crucial de connaître la façon dont les employés perçoivent les risques présents. Cela influence effectivement leur manière de faire face aux risques.

2.7 Méthodes d'analyse

La majorité des techniques d'analyse des risques perçoivent le risque comme une situation imprévue ou une panne survenant dans le fonctionnement des installations et de leurs équipements techniques. Elles prennent en considération les facteurs (de risque) qui peuvent affecter en termes de dysfonctionnement ou de problème ou encore d'erreur humaine les aspects suivants des systèmes de travail :

1° La fiabilité du système, c'est-à-dire la non-défaillance (F) ;

2° La capacité à réparer, c'est-à-dire la capacité à maintenir le bon fonctionnement du système lors des opérations de maintenance (M) ;

3° La disponibilité, c'est-à-dire la capacité à travailler et à produire. C'est le résultat de $F \times M$;

4° La sécurité, c'est-à-dire la non-crédation de dommage à l'homme, à l'environnement, à l'installation, au produit ;

5° La capabilité, c'est-à-dire la performance du système en termes de production, de consommation d'énergie et d'inputs.

Dans plusieurs situations, ces approches semblent être axées sur la protection des travailleurs, alors qu'en réalité, ce sont les aspects de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité et de capacité du système qui sont visés et qui sont l'objectif principal de la démarche. Il faut simplement observer les mesures de prévention suggérées, elles ont pour objectif principal de satisfaire aux exigences de sécurité et de sûreté des systèmes de travail. Ces méthodes, lorsqu'elles sont utilisées, doivent être complétées par l'étude des conséquences et des effets en termes de dommage que les événements non souhaités peuvent produire sur les travailleurs. Cela nécessite principalement l'identification de tous les éléments de risque, l'analyse de leur fluctuation et l'influence de cette fluctuation sur le risque.

Il y a un problème : il n'y a pas de méthode universelle et il n'y a pas non plus de solution infaillible pour résoudre des problèmes en analyse des risques. Les méthodes existantes ont chacune leur spécificité. En outre, elles ne sont pas clairement délimitées : il existe des variantes et des combinaisons de méthodes. Il est souvent indiqué d'entamer l'analyse au moyen d'une méthode grossière et, lorsqu'on s'est fait une idée des risques les plus importants, d'appliquer une méthode plus affinée, plus approfondie.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Les paragraphes suivants donnent un aperçu de quelques méthodes fréquemment utilisées et indiquent dans quelles circonstances il est préférable de les utiliser.

2.7.1 Méthodes utilisées après un accident ou pour un scénario d'accident

Examiner les causes d'un accident peut être effectué en utilisant les méthodes suivantes.

A/ Arbre des fautes

L'analyse de l'arbre des fautes est une méthode déductive utilisée pour comprendre les raisons d'un accident ou d'un événement important en étudiant l'échec d'éléments et les erreurs humaines. En partant d'un événement majeur, on identifie et examine les causes potentielles jusqu'à arriver aux modes d'échec de base. Cette approche graphique permet également de repérer les associations d'événements susceptibles de provoquer un accident. Pour appliquer cette méthode, une connaissance détaillée de l'installation est nécessaire. Elle est souvent utilisée pour identifier et évaluer les risques importants déjà détectés par d'autres méthodes.

B/ Analyse « MORT »

La méthode d'analyse "MORT" (Management Oversight and Risk Tree), développée aux États-Unis, est une liste préétablie de 1 500 fautes techniques et de management cruciales pour la sécurité d'une entreprise. Elle utilise un diagramme logique arborescent et un livret d'instructions avec des questions pour chaque élément. "MORT" sert à analyser les failles après un accident ou à évaluer l'organisation de la santé et de la sécurité. Elle ne peut pas être utilisée si aucune mesure de sécurité n'a été mise en place. Cette méthode est applicable à toutes sortes d'entreprises et d'accidents.

2.7.2 Méthodes axées sur le rôle des travailleurs

Dans des situations de travail où il pourrait y avoir des erreurs lors d'interventions humaines, on applique une deuxième série de méthodes.

A/ Méthode de l'analyse des tâches

L'analyse des tâches est conçue pour les opérateurs ou groupes chargés d'une tâche spécifique, décomposée en sous-tâches et en étapes élémentaires. Par exemple, pour commander une installation de fabrication, les sous-tâches incluent la mise en route, la surveillance, l'entretien, l'arrêt sécurisé, et la détection des anomalies. Chaque étape est détaillée, permettant d'identifier les risques et de déterminer les mesures préventives. La hiérarchie de la prévention est appliquée : d'abord éliminer les risques matériellement, sinon proposer d'autres mesures comme des alarmes. L'analyse est menée par une personne

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

expérimentée observant l'opérateur ou lors de discussions de groupe pour détecter les dangers potentiels.

B/ Méthode « *Human reliability analysis* »

La "HRA" (Analyse de la fiabilité humaine) consiste à évaluer de manière systématique les éléments qui impactent les performances des opérateurs, du personnel d'entretien et des cadres... La "HRA" repère des circonstances qui conduisent à des erreurs et des accidents. On peut aussi l'utiliser pour repérer les origines des erreurs humaines, ce qui va au-delà de l'analyse des tâches et la rend plus adaptée à l'évaluation de cas exceptionnels. La « HRA » est souvent employée en complément d'autres méthodes, telles que la méthode « Ishikawa ».

2.7.3 Méthodes combinant le rôle joué par les travailleurs et par les machines

Pour détecter les risques, on utilise souvent la liste de contrôle, qui est l'une des méthodes les plus utilisées. Une liste de contrôle peut se définir comme un recueil de points importants qui doivent être examinés les uns après les autres et pour lesquels on se demande à chaque fois quels sont les dangers. La liste de contrôle n'est pas une méthode en soi, mais un outil, un moyen d'enrichissement. Pour obtenir un résultat, il est nécessaire que les commentaires émis en parcourant la liste soient pertinents. Il est évident qu'une liste de vérification ne sera valable que si elle est rédigée par une personne qui connaît bien l'appareil, l'installation ou la situation de travail à laquelle elle s'applique et qui en a l'expérience. Malgré l'absence d'une expérience ou d'une connaissance préalable en matière d'établissement de listes de contrôle, il est possible d'établir une liste de contrôle, ce qui est par exemple le cas pour appliquer une "HAZOP". On peut recourir à la méthode "What-if" lors de la rédaction d'une liste de contrôle. En associant ces deux approches, on obtient une fiabilité accrue : comme nous l'avons déjà dit, la valeur d'une liste de contrôle est déterminée par l'expérience et la connaissance des auteurs de la liste, la méthode « What-if » y ajoute l'expérience particulière de l'analyste des risques. Lors de l'établissement des listes de contrôle, il faut examiner en premier lieu si des dispositions réglementaires concernent l'appareil, l'installation ou la situation en question. Il est obligatoire de respecter légalement les dispositions réglementaires. Par la suite, il est nécessaire d'évaluer l'existence de normes ou de codes de bonne pratique ou d'exercice de l'art. Ce sont des accords entre constructeurs, professionnels, usagers... qui ne sont pas obligatoires, mais dont on reconnaît que celui qui les respecte travaille de manière sécurisée. Les dispositions réglementaires ainsi que les normes et les codes ont une portée particulière. Au moment de rédiger la liste de contrôle, il est important de vérifier

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

attentivement si l'appareil ou l'installation en question est englobé dans ce domaine d'application.

2.7.4 Méthodes axées sur le rôle des machines

Il est possible d'appliquer une première série de méthodes à des installations ou, dans un sens plus large, à des situations de travail où les machines et les outils jouent un rôle important.

A/ Méthode « What if »

La méthode "What-if" est en fait un brainstorming effectué par un groupe d'experts. On s'interroge sur un certain nombre de situations ou d'événements probables et on étudie ce qui pourrait se passer si cette situation ou cet événement venait à se produire. Par exemple : que se passe-t-il si l'indication de niveau dans le récipient de production X est fautive ? Quelles sont les répercussions si l'alarme Y ne fonctionne pas à temps ? Que se passe-t-il si quelqu'un a oublié d'ouvrir le robinet Z ? ... La méthode "What-if" présente l'avantage d'être une méthode rapide, qui ne demande pas beaucoup de préparation. Afin d'obtenir un résultat satisfaisant, il est essentiel que l'équipe qui réalise le brainstorming soit composée de manière multidisciplinaire, sinon les questions "What-if" se tournent trop dans le même sens. La méthode présente un inconvénient : elle ne convient pas aux installations complexes et elle est peu organisée. Une autre variante de la méthode est de diviser l'installation en sections et de poser, pour chacune d'elles, une série de questions qui sont toujours des questions sur les mêmes issues. Ainsi, la méthode prend une plus grande forme.

B/ Méthode « HAZOP »

La méthode "HAZOP" (Hazard and Operability Study), également connue sous le nom d'analyse des perturbations, est fréquemment utilisée dans l'industrie de transformation. Ce secteur englobe les activités économiques où des matières premières sont transformées en produits finis à grande échelle à travers des processus chimiques, biochimiques ou physiques. Cette méthode consiste à poser des questions sur les paramètres de transformation tels que la pression, la température, la concentration, le débit, en utilisant des adverbes comme "non", "trop", "trop bas", "trop tard", pour identifier les anomalies potentielles par rapport au fonctionnement normal. Par exemple, que se passe-t-il si la température du récipient X1 devient trop élevée ? Quelles conséquences si le récipient X2 reçoit trop peu de produit ? Si le débit dans la conduite X3 est trop faible, quel impact sur le mélangeur Y2 ? Cette méthode permet de détecter non seulement des situations dangereuses, mais aussi des situations ayant un impact économique significatif. Par exemple, une élévation de température dans le récipient X peut ne pas être immédiatement dangereuse, mais peut altérer la qualité du produit

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

final. L'analyse "HAZOP" est hautement structurée et nécessite une connaissance approfondie de l'installation. Une équipe d'experts est essentielle pour mener à bien cette analyse. Les résultats de l'étude "HAZOP" sont consignés de manière systématique pour un suivi précis.

C/ Méthode « Ishikawa »

La méthode "Ishikawa" ou "diagramme en arête de poisson" est un outil visant à organiser les idées issues d'une séance de remue-méninges. Elle commence par la formulation du risque, suivie de l'identification des facteurs associés. Pour chaque facteur, on examine comment il peut influencer directement ou indirectement le risque. Ces facteurs peuvent être matériels, tels que les matériaux, les équipements de sécurité ou de contrôle, ou organisationnels, comme les instructions, les formations et les procédures. Cette méthode peut être utilisée comme point de départ où les facteurs identifiés comme importants peuvent être approfondis par des spécialistes pour une analyse plus détaillée.

D/ Safety audit

Un "audit de sécurité" est une vérification de la gestion en matière de sécurité. Un audit est réalisé par un ou plusieurs spécialistes (auditeurs) qui, le plus souvent, procèdent à la réalisation d'une liste de questions prioritaires. L'audit peut prendre en compte certains aspects partiels et peut être réalisé à chaque étape de la vie d'une infrastructure. Différents systèmes ont été développés, tels que le système de notation de sécurité internationale (ISRS).

E/ Norme EN 1050

Les principes d'une évaluation des risques systématique et cohérente lors de la conception et de l'utilisation de machines sont établis par la norme européenne EN 1050. La norme fournit des illustrations des risques associés aux machines. Pour une analyse approfondie des risques, la norme fait référence aux méthodes mentionnées précédemment telles que "HAZOP", "FMEA", "What-if"...

F/ Norme EN 954-1

Les risques sont classés de manière qualitative selon la norme européenne EN 954-1. L'évaluation des risques repose sur les critères suivants : la gravité des dommages, l'exposition au danger, la possibilité de prévenir le danger et la probabilité. Ces critères sont utilisés pour évaluer une situation spécifique et la classer dans un niveau de risque spécifique. Plus ce niveau augmente, plus le risque augmente ; il est donc nécessaire de prendre plus de mesures. On peut illustrer cette méthode de manière graphique. On l'utilise fréquemment pour évaluer la protection contre les dangers mécaniques.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

G/ Méthode « FMEA »

La méthode "FMEA" (Failure Mode and Effect Analysis) est particulièrement adaptée aux installations de transformation ou aux systèmes contrôlés automatiquement. Les installations sont divisées en sections distinctes, chacune étant répertoriée dans une colonne. Pour chaque section, on identifie comment certains éléments clés pourraient potentiellement tomber en panne, c'est-à-dire ne pas remplir leur fonction. Cette méthode est moins adaptée pour les situations où les erreurs humaines sont prépondérantes ou pour détecter des combinaisons de pannes. Lorsqu'un mode de défaillance est identifié, on évalue ses conséquences, puis on tente d'identifier la cause de la défaillance et d'estimer la probabilité de survenue de ce mode de défaillance. Enfin, des recommandations pour améliorer la sécurité peuvent être formulées dans une colonne supplémentaire. Bien que moins structurée que l'approche "HAZOP", la méthode "FMEA" peut être appliquée dans un plus large éventail de situations.

3. La méthode AMDEC

La méthode AMDEC, signifiant Analyse des Modes de Défaillance, de leurs effets et de leurs criticités, est largement utilisée comme un outil efficace dans divers domaines tels que l'industrie, l'aérospatiale, l'automobile et la santé. Son objectif principal est d'anticiper et de prévenir les défaillances potentielles des systèmes, des processus ou des produits. Dans cette section, nous explorerons en détail le fonctionnement de la méthode AMDEC, en examinant sa définition et sa démarche spécifique.

3.1 Historique

La méthode AMDEC, initialement développée pour gérer les risques dans l'industrie aérospatiale et militaire américaine dans les années 1950, visait à identifier les aspects liés à la sécurité. Au fil du temps, elle a été adaptée à divers secteurs à risques tels que le nucléaire civil, l'aéronautique, le spatial, les grands travaux et a été intégrée aux projets industriels. Aujourd'hui, elle est largement utilisée dans l'industrie pour améliorer les processus existants ou anticiper les causes potentielles de sous-performance des nouveaux produits, procédés ou moyens de production.

Bien que l'application de l'AMDEC puisse sembler laborieuse, les bénéfices qu'elle apporte dépassent souvent largement les efforts nécessaires pour la mettre en œuvre. Cette méthode d'analyse rigoureuse, menée en groupe, capitalise sur l'expérience et les compétences de chaque participant pour évaluer de manière systématique les modes et les causes possibles de

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

défaillance d'un produit, d'un processus ou d'un système. Elle met en lumière la nécessité d'instaurer des actions correctives et préventives.

Pour tirer pleinement parti de l'AMDEC, il est essentiel de définir rigoureusement le système étudié, d'examiner de manière exhaustive toutes les défaillances et les risques associés, et de quantifier ces défaillances en évaluant leur criticité.

3.2 But AMDEC

- Diminuer le nombre de défaillances.
- Prévention des pannes.
- Optimiser la maintenance préventive pour réduire les temps d'indisponibilité en cas de défaillance.
- Prendre en compte la maintenabilité dès la conception.
- Améliorer la sécurité.

3.3 Types d'AMDEC

En 2010, cinq types principaux d'AMDEC ont été identifiés.

- l'AMDEC fonctionnelle permet à partir de l'analyse fonctionnelle (conception), de déterminer les modes de défaillances ou les causes amenant à un événement redouté.
- l'AMDEC produit offre la possibilité de vérifier si un produit créé répond aux besoins du client ou de l'application.
- l'AMDEC processus permet de détecter les risques potentiels associés à un processus de production aboutissant à des produits non conformes ou à des pertes de cadence.
- l'AMDEC moyen de production permet de prévoir les dangers liés au dysfonctionnement ou au fonctionnement inhabituel d'un équipement ou d'une machine.
- l'AMDEC flux permet de prévoir les risques de perte de flux de matière ou d'informations, les délais nécessaires pour réagir ou corriger, ainsi que les coûts associés au retour à la normale.

3.4 Terminologie

a) La défaillance D'après la norme AFNOR X 60-500, une défaillance est la cessation de l'aptitude d'un élément à accomplir une fonction requise.

b) Mode de défaillance Un mode de défaillance correspond à la façon dont le système peut s'arrêter ou faire face à des problèmes de fonctionnement. Chaque fonction de chaque élément est affectée par le mode de défaillance. Il communique de manière physique. Exemples : interruption, interruption d'électricité, blocage, fuite...

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

c) Cause de défaillance Une défaillance peut être causée par une anomalie initiale qui peut entraîner la défaillance, en utilisant le mode de défaillance. La défaillance d'un élément peut être causée par des facteurs internes ou externes. Plusieurs causes peuvent être associées à un mode de défaillance, et inversement.

d) Effet de défaillance Par définition, l'utilisateur subit l'effet d'une défaillance. Chaque mode de défaillance peut engendrer plusieurs effets simultanés qui peuvent se cumuler et s'enchaîner. De même, plusieurs modes peuvent avoir le même effet. Par exemple, l'arrêt de la production, le manque d'eau potable...

e) Détection La détection Il s'agit d'un phénomène physique ou d'une anomalie ou d'un symptôme, qui peut être observé, détecté ou mesuré de manière précoce et qui reflète l'émergence, la propagation ou l'évolution d'un mécanisme de dysfonctionnement.

f) Indice de fréquence « F » Il symbolise le risque de survenue de la cause potentielle de défaillance et de l'entraînement du mode potentiel de défaillance en question. Par conséquent, la notion de fréquence concerne une combinaison de cause et de mode. Enfin, la fréquence est définie comme le nombre de pannes de l'élément sur une période spécifique.

g) Indice de gravité « G » Il fait référence à la gravité (ou sévérité) de l'impact de chaque défaillance, selon ce que l'utilisateur ressent. Ainsi, la notion de gravité est directement associée à l'impact de la défaillance.

h) Indice de non détection « D » Il indique la probabilité que l'utilisateur soit touché par la cause (et/ou le mode) de la défaillance supposée apparue. L'existence d'une anomalie observable de manière suffisamment précoce et les moyens de détection utilisés (ou envisagés) au moment de l'étude influencent la probabilité de non détection.

i) Criticité « C » On effectue le calcul des trois indices de fréquence, de gravité et de non détection pour chaque cause de défaillance. L'indice de criticité est donné par le résultat : $C = F * G * D$

3.5 La démarche de la méthode AMDEC

La méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une approche systématique utilisée dans le domaine de la gestion de la qualité et de la gestion des risques pour identifier, évaluer et prioriser les risques potentiels associés à un produit, un processus ou un système. Voici les étapes générales de la démarche de la méthode AMDEC :

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

3.5.1 Construire le groupe de travail

Pour commencer, il est nécessaire de former votre équipe de travail. Il est essentiel que chaque membre du groupe soit au préalable sensibilisé à la méthode AMDEC et qu'il vienne d'horizons différents afin de mettre en commun les compétences de chacun et d'adopter une approche constructive.

3.5.2 Définir le périmètre de l'étude/ l'analyse fonctionnelle

Avant tout, il est essentiel de connaître et de saisir le produit, le procédé ou le processus traité afin de déterminer le champ d'étude et de pouvoir l'analyser. Ces informations peuvent être obtenues grâce à une analyse fonctionnelle, dont les questions principales sont les suivantes :

- Quel est le but de l'utilisation ?
- Quelles sont les caractéristiques escomptées ?
- Quelles sont les limites imposées ?
- Quelles fonctions techniques sont-elles ?

Il est possible d'utiliser divers outils de l'analyse fonctionnelle tels que la présentation du besoin (pieuvre), la hiérarchisation des fonctions, le cahier des charges fonctionnel et bien d'autres encore.

Au cours de cette étape, on établit les objectifs et les limites de l'étude. Cette étape est indispensable pour démarrer une AMDEC. En ayant peu de connaissances de son sujet, vous risquez de vous éloigner de la cible et les résultats peuvent être erronés.

3.5.3 Identifier les modes de défaillances

Après avoir défini ce périmètre, il est possible de repérer les différentes façons de faire face aux défaillances en vous demandant : « Qu'est-ce qui pourrait être problématique ? ». Dès lors, vous pouvez entamer la complétion de votre grille d'analyse.

L'objectif de cette étape est de chercher les principales défaillances plutôt que les causes profondes.

3.5.4 Identifier les effets et les causes

Pour chaque type de défaillance, repérez les conséquences liées en posant la question « quels sont les conséquences et les causes de ce type de défaillance ? » N'hésitez pas, il est possible d'avoir une ou plusieurs causes et conséquences en fonction du mode de défaillance.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

3.5.5 Évaluer les défaillances

Cette étape quantitative consiste à attribuer à chaque défaillance potentielle un indice de criticité, résultant de la combinaison de trois facteurs clés :

Gravité (G) : l'impact de la défaillance sur l'utilisateur, allant de conséquences mineures à majeures.

Occurrence (O) : la fréquence à laquelle la défaillance se produit.

Probabilité de non-détection (D) : le risque de ne pas détecter la défaillance.

Il est essentiel de définir une échelle pour chaque facteur, généralement de 1 à 4 ou de 1 à 10, où 1 représente une faible gravité/occurrence/probabilité et 10 une forte gravité/occurrence/probabilité. Pour faciliter l'évaluation, il est recommandé d'établir des critères clairs pour chaque point de l'échelle.

Par exemple, pour l'occurrence sur une échelle de 1 à 4, vous pourriez définir les critères suivants :

1 : Annuelle ou plus

2 : Trimestrielle

3 : Mensuelle

4 : Hebdomadaire à quotidienne

Une définition précise des critères facilite l'attribution des notations et permet une évaluation plus réaliste des défaillances.

3.5.6 Hiérarchiser les défaillances

Une fois ce calcul effectué, il est possible de trier les défaillances en fonction de leur importance en établissant des seuils d'alerte pour organiser le traitement des données par ordre d'importance.

Voici une illustration de divers seuils d'alerte basés sur une échelle de 1 à 4 :

37 - 64 : Élément de grande importance

28 – 36 : une importance cruciale

10 – 27 : petite importance

1 à 9 : une faible criticité

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

Cela vous donne ainsi la possibilité de traiter en priorité les défaillances qui présentent une grande importance, puis importantes, et ainsi de suite.

3.5.7 Rechercher des solutions

Une fois que vous avez classé les diverses formes de défaillance, vous avez deux options :

- Elimination de la défaillance.
- Mettre fin à la défaillance.

Dans le second cas, il est possible de chercher des solutions en prenant des mesures correctives et/ou préventives afin de réduire la gravité de l'occurrence/la probabilité de non-détection. Il est nécessaire de nommer un responsable pour chaque action.

3.5.8 Suivre les actions

Il s'agit de vérifier l'efficacité des solutions mises en place et de réévaluer la criticité, pour garantir qu'elle a été réduite de manière efficace. Ce suivi revêt une importance capitale, car il permet d'évaluer l'efficacité et l'effet des mesures prises.

4. La gestion de projet topographique

La gestion de projet topographique revêt une importance primordiale dans de nombreux travaux de recherche et de développement dans le domaine de la construction. Cette partie se concentre sur les aspects techniques, organisationnels et humains de la gestion de projet topographique.

4.1 Le projet

4.1.1 Définition de projet

Un projet est une entreprise temporaire et planifiée, conçue pour atteindre un objectif spécifique, comprenant une certaine incertitude quant à sa réalisation (d'après le Petit Larousse). Un projet se compose d'un ensemble d'actions visant à satisfaire un besoin précis dans un délai imparti (avec un début et une fin). Il implique l'utilisation de ressources identifiées (humaines et matérielles) et a un coût associé, ce qui nécessite une budgétisation.

On peut distinguer deux catégories de projets :

Projet « ouvrage » : sa finalité est d'aboutir à un résultat considéré pour lui-même, comme un ouvrage d'art, un bâtiment, une usine ou un navire.

Projet « produit » : sa finalité est la conception d'un produit destiné à une production répétitive pour un marché, comme une automobile, des appareils électroménagers ou des

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

produits chimiques. Ce type de projet est également appelé « projet de développement » ou « projet marché ».

4.1.2 Caractéristiques de projet

Un projet se caractérise principalement par :

- Un but spécifique, exprimé sous la forme de caractéristiques qui formalisent le besoin d'un "client" identifié,
- Une limite temporelle : il a un commencement et une fin, caractérisée par la réalisation de l'objectif ;
- Une particularité : le projet ne se ressemble jamais à ce qui existe déjà ;
- Une micro-organisation est un groupe de personnes réunies temporairement afin de réaliser toutes les actions nécessaires à l'accomplissement des objectifs, en respectant un budget préétabli.

4.1.3 Définition du contenu technique du projet (gestion du contenu)

L'étude technique de projet offre une formation sur les différentes facettes du projet, telles que l'implantation, les outils de production et les ressources humaines nécessaires. Plus le projet est complexe, plus la décomposition est nécessaire. Il sera d'abord divisé en sous-projets et, si nécessaire, en éléments de plus en plus simples.

4.1.4 Définition de la stratégie d'implantation du changement dans l'organisation

Le processus de planification d'un projet permet de : déterminer les tâches à effectuer, établir des objectifs, coordonner les actions, contrôler les ressources, réduire les risques, suivre les actions en cours et rendre compte de l'avancement effectif du projet.

4.2 La gestion et le management de projet

4.2.1 La gestion de projet

La gestion de projet est une initiative temporaire qui implique la mobilisation de ressources spécifiques (humaines, matérielles, équipements, matières premières, informationnelles et financières) pendant sa réalisation. Pour la PMI, la gestion de projet consiste à mettre en œuvre des connaissances, des compétences, des outils et des techniques dans des activités de projet afin d'atteindre ou de dépasser les attentes des parties impliquées dans le projet.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

4.2.2 Management de projet et le PMI

Le management de projet implique la planification, l'organisation, le suivi et la maîtrise de tous les aspects d'un projet.

Le PMI (Project Management Institute) est une organisation internationale renommée à l'échelle mondiale qui vise à encourager les méthodes et techniques de management de projet. L'un des objectifs du PMI consiste à créer et à promouvoir des normes internationales en matière de management de projet.

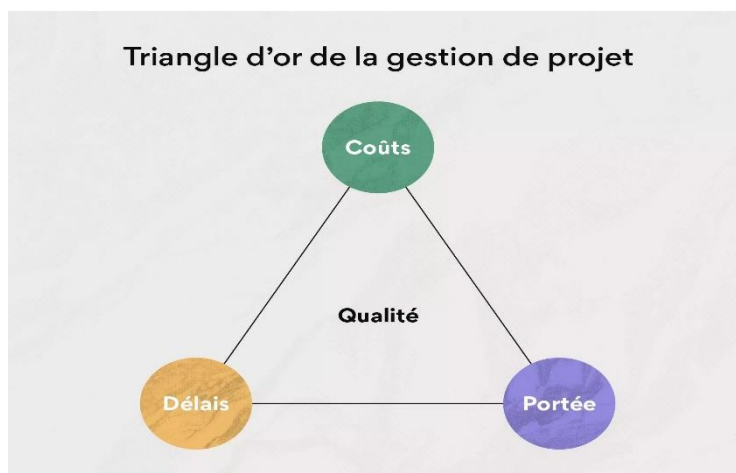
4.2.3 Étapes principales d'une bonne gestion de projets

- Étape 1. Définir les objectifs du projet.
- Étape 2. Découper le projet et définir la liste des tâches.
- Étape 3. Définir l'enchaînement logique des tâches.
- Étape 4. Ajouter des durées et des contraintes sur certaines tâches et intégrer des tâches externes.
- Étape 5. Définir et attribuer les ressources.
- Étape 6. Planifier et assurer le suivi du projet.

4.2.4 Le triangle d'or d'un projet

Le triangle est l'image couramment retenue pour caractériser les trois paramètres fondamentaux d'un projet ; il est alors couramment appelé Triangle d'or. La réussite d'un projet passe par la satisfaction des critères suivants : Qualité (performances techniques) ; coûts (qualité économique) ; délai (qualité temporelle). Ce triptyque incontournable qui caractérise le projet est aussi appelé qualité globale.

Figure 7: Le triangle de la gestion de projet



Source : Institut GOETHE, par monsieur BABACAR SALL, en novembre 2019.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

4.2.5 Suivi et Évaluation

Le suivi est un processus structuré qui consiste à collecter, analyser et utiliser des informations pour évaluer en permanence l'avancement d'un projet et prendre des décisions éclairées sur sa gestion. Il s'étend du début à la fin du projet et peut être appelé « évaluation du processus », « évaluation des performances » ou « évaluation formative ».

L'évaluation, quant à elle, est une appréciation systématique du projet qui examine les résultats attendus et réalisés, ainsi que les processus, les facteurs contextuels et les rapports de cause à effet. Elle doit fournir des informations crédibles, fiables et utiles pour les décisions du projet. Les conclusions, recommandations et enseignements de l'évaluation doivent être utilisés pour informer les processus décisionnels du projet.

Dans les projets culturels, le suivi et l'évaluation sont souvent étroitement liés, car un suivi efficace facilite une évaluation de qualité.

4.3 La gestion de chantier

4.3.1 Définition de chantier

C'est un lieu où se rassemblent les acteurs d'un projet disposant des matériels et matériaux nécessaires à la bonne exécution des tâches pour la concrétisation du même projet.

4.3.2 Principales étapes d'installation de chantier

A/ Occuper le terrain (Base vie)

- Choix de l'assise (location / vente), exposition, distance du chantier, carrières ...etc.
- Rendre le terrain utilisable (débroussaillage, démolition d'ouvrages existants, abattage d'arbres, assainissement...)
- Tracer les voiries et les divers réseaux (eau, électricité, assainissement, etc.)

B/ Installer le chantier

- Montage des locaux (dortoir, bureaux, sanitaires, salle(s) de réunion, cuisine)
- Mise en place des clôtures
- Aménagement des aires destinées au matériel et aux matériaux
- Montage et mise en place des engins (grue, finisher)
- Aménagement des différents ateliers (ferraillage, entretien engin, etc)
- Centrale à béton ou Centrale d'enrobés ...

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

4.3.3 Différents intervenants dans un chantier

A/ Le maître d'ouvrage

- Il donne l'ordre d'exécuter les travaux,
- Il assure le règlement.

Il désigne les compétences :

- Pour établir et mettre au point le projet (architectes, ingénieurs),
- Pour exécuter les travaux (entrepreneurs).

B/ Maître de l'œuvre (ou architecte)

C'est le représentant du Maître d'Ouvrage,

Ses fonctions :

- Il dresse les plans des travaux à exécuter, établit les projets ;
- Il assure l'appel d'offres ;
- Il dirige et surveille l'exécution des travaux qu'il coordonne et contrôle ;
- Il donne les ordres par écrit (O.S.) ;
- Il s'occupe du règlement des travaux après vérification des mémoires et réception.

Il est aidé d'ingénieurs, de dessinateurs et de divers techniciens.

Ses responsabilités :

- La responsabilité relative à tout vice de construction mettant l'ouvrage en péril ;
- La responsabilité de 2 ans pour vices cachés dans les menus ouvrages.

C/ Les techniciens spécialisés

- Les géomètres : pour les travaux topographiques (tout au long de la durée de vie du projet)
- Les ingénieurs spécialistes de bureaux d'études : ils étudient et établissent au détail les points très particuliers du projet : (calculs et plans B.A, les problèmes d'acoustique, l'étude des sols, la rentabilité financière, le planning d'exécution et le pilotage du chantier).

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

D/ L'entrepreneur

- Il est chargé, après la signature du contrat, d'exécuter les travaux, en fournissant les matériaux, le matériel et la main-d'œuvre

Ses responsabilités :

- Il est soumis, au même titre que l'architecte, aux responsabilités prévues par le code civil ;
- Il est soumis au respect de la réglementation du code du travail ;
- Il est responsable de tout retard à la livraison des travaux.

Les employés de l'entrepreneur :

Trois (03) catégories :

- Ingénieurs/cadres : chefs de Sce, chefs de travaux, TS, chef métreurs, chefs comptables.
- Techniciens : chef de chantier, métreur, agent de maîtrise
- Main d'œuvre :
- Main d'œuvre : personnel de simple exécution, sans responsabilité
- Ouvrier spécialisé : personnel effectuant des travaux simples nécessitant une spécialisation ou une adaptation préalable, sans initiative particulière ni formation professionnelle.
Fabrication de béton, de mortier
- Ouvrier qualifié : personnel effectuant des travaux pouvant appeler des initiatives et nécessitant des connaissances acquises par formation professionnelle ou pratique équivalente. Coffreur, ferrailleur, carreleur, etc.
- Chef d'équipe : ouvrier qualifié possédant la maîtrise de son métier, et chargé de conduire une équipe suivant les directives données par les agents de maîtrise.

E/ Responsable HSE

- Chaque grand chantier (ou industrie) doit avoir un responsable HSE au sein de ses équipes, ou le cas échéant, faire appel à un cabinet de conseil.
- Ce responsable a un rôle de prévention.
- Vérifier le bon fonctionnement des alarmes, des cartes d'accès, des portes coupe-feu, organiser des exercices incendie pour le personnel est de son ressort, tout comme former les agents aux techniques d'évacuation et d'intervention.
- Le chargé de sécurité a aussi un rôle de contrôle. Au quotidien, il veille au respect des normes et des consignes qu'il a définies. De l'interdiction de fumer dans les bureaux au port du casque obligatoire sur le chantier, il passe tout au crible.

CHAPITRE I : La revue de la littérature et le cadre théorique

En conclusion, cette section a exploré en profondeur les fondements théoriques essentiels pour comprendre efficacement le management des risques dans les projets topographiques, en mettant en évidence quatre notions clés : le contenu d'un projet topographique, le management des risques, l'AMDEC et la gestion de projet topographique. En intégrant une compréhension approfondie du terrain, une gestion proactive des risques et l'application de la méthode AMDEC, les équipes de projet peuvent surmonter les défis et atteindre leurs objectifs avec succès.

Dans ce chapitre, et au cours de la première section de notre travail, nous avons synthétisé les travaux de recherche qui ont déjà été effectués auparavant sur les trois domaines clefs de notre recherche que nous avons déjà mentionnées : le management des risques, les risques liés aux travaux topographiques et l'AMDEC dans la gestion de projet. Nous en avons conclu ce qui suit :

- Le principe fondamental selon lequel le risque de n'importe quel domaine est associé à une prise de décision et qu'il peut avoir un impact sur la réalisation des objectifs.
- Bien que les études antérieures sur les risques topographiques soient pratiquement inexistantes, nous avons examiné des domaines similaires où ils présentent les mêmes risques que les travaux topographiques, et nous avons conclu que dans ces domaines, il est inévitable qu'il existe des risques pour la santé et la sécurité.
- Étant donné que les études sur les risques topographiques sont rares, les études sur la méthode AMDEC appliquée à ces derniers le sont également. C'est pourquoi nous avons pris en compte des études antérieures sur cette méthode dans différents domaines et nous nous sommes concentrés sur son efficacité dans la gestion de projet en général. Nous avons finalement conclu que les fondements de cette méthode ne changent pas avec les types de risques.

La deuxième section a établi un cadre théorique en explorant les concepts fondamentaux liés aux trois domaines de notre recherche, où nous avons bien expliqué les notions topographiques, le management des risques avec la méthode AMDEC et les notions fondamentales sur la gestion de projet, en particulier le projet topographique.

Dans le deuxième chapitre, nous allons nous concentrer sur la méthodologie de recherche utilisée dans notre projet. Nous allons également présenter le contexte organisationnel de notre étude, en mettant en lumière l'entreprise SETO.

**CHAPITRE II : CADRE
METHODOLOGIQUE ET CONTEXTE
ORGANISATIONNEL**

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

Le deuxième chapitre a pour objectif principal de présenter tout d'abord le cadre méthodologique adopté pour cette recherche. Ensuite, nous aborderons la présentation de l'organisme d'accueil « SETO ».

Section 01 : Cadre méthodologique

Dans cette partie, nous allons aborder l'approche méthodologique adoptée pour réaliser ce travail. Le positionnement épistémologique de la recherche, la problématique, les méthodes que nous avons choisies pour la collecte des informations, et les méthodes d'analyse des résultats obtenus.

1. La question de recherche

Quelles pratiques et expériences les acteurs impliqués dans le projet d'études APS-APD pour la réalisation de la route TINDOUF - ZOUERATE utilisent-ils en matière de management des risques ? Et comment l'application de l'outil AMDEC dans ce projet permet d'évaluer les modes de défaillances potentiels liés aux travaux topographiques pour garantir l'atteinte des résultats programmés ?

2. Positionnement épistémologique de la recherche

Selon HAZEM Ben Aissa (2001, p.6), « l'objectif des recherches en sciences de gestion c'est de décrire, de comprendre, d'expliquer ou de prédire des phénomènes liés aux organisations ». Autrement dit, le recours aux approches de recherche est souvent le résultat de choix méthodologiques et épistémologiques. Ce choix est défini en première approximation comme une enquête sur des constructions de connaissances valides. Compte tenu de la déclaration de cet auteur, deux paradigmes importants émergent devant nous : le positivisme et le constructivisme, comme l'illustre le tableau suivant :

Tableau 1: Les deux positions épistémologiques et l'étude des stéréotypes

	Positivisme	Constructivisme
Hypothèse ontologique	Réalisme	Relativiste
<i>Statut du stéréotype</i>	Universalité du stéréotype (entité lexicale, trait = catégorie) Objectivation possible	Contingence du stéréotype Objectivation impossible

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

Hypothèse épistémique <i>Statut de la subjectivité du chercheur</i>	Indépendance du chercheur et de l'objet de recherche Le stéréotype comme entité objective extérieure au chercheur	Interdépendance du chercheur et de l'objet de recherche Existence de réalités intersubjectives dans l'expérience sociale
Approche de la connaissance scientifique	<i>Découverte, explication</i> Recensement des stéréotypes Recherche de facteurs Dédution	Compréhension et construction Formation contextualisée des stéréotypes Abduction - Induction
Méthodologies privilégiées	Paradigme de Churchill (1979) Création d'échelles de stéréotypes, analyses factorielles	Entretiens – observation Construction de modèles génériques intelligibles pour ordonner l'expérience
Etudes illustratives	Katz et Braly, 1933 McCauley et Stitt, 1978 Moliner et Vidal, 2003	Brasseur, 2012 Lippmann, 1922

Source : D'après Avenier, 2015, Girod-Séville et Perret, 1999, Thiétart, 2014

En se basant sur notre étude « La contribution au management des risques de l'étude topographique à l'aide de l'outil AMDEC : Cas du projet de la route Tindouf-Zouerate » et compte tenu du fait que nous avons utilisé l'analyse qualitative inductive, le positionnement épistémologique de notre étude semble plus approprié dans la lignée du constructivisme.

Le constructivisme met l'accent sur l'interaction entre le sujet et l'objet et reconnaît que la réalité est construite par l'intelligence humaine en interaction avec l'expérience vécue, ce qui est plus cohérent avec les approches inductives et qualitatives.

3. Démarche méthodologique et l'objectif de la recherche

Pour répondre à nos questions de recherche, nous avons choisi une approche qualitative, reposant sur des déplacements sur le terrain pour observer le sujet étudié en interaction avec son contexte et collecter des données pertinentes. Ce choix se conforte et se justifie également

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

par la volonté d'analyser toutes les données recueillies dans les rapports des anciens projets du département de topographie.

Le but de cette recherche appliquée est d'analyser comment les responsables perçoivent les risques topographiques afin d'évaluer et de gérer les risques potentiels rencontrés par le projet d'étude APS-APD pour la construction de la route TINDOUF - ZOUERATE. L'objectif est d'améliorer la sécurité des opérations sur le terrain et d'optimiser la maintenance corrective pour maximiser les opportunités et réduire les pertes.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons choisi d'utiliser l'outil AMDEC en raison de son exhaustivité et de la compréhension par un grand nombre de collaborateurs dans le cadre du management des risques de ce projet. Néanmoins, comme l'entreprise, et spécifiquement le département de topographie, ne dispose pas d'un système de management des risques établi, il était nécessaire d'effectuer cette étape. Celle-ci comprend les quatre phases de management des risques : identification, priorisation, analyse et suivi.

3.1 Les méthodes utilisées

Pour recueillir les données requises et garantir des résultats fiables, étant donné que notre méthodologie adoptée est qualitative, nous avons choisi trois méthodes principales : l'analyse documentaire, les entretiens et les groupes de discussion.

3.1.1 L'analyse documentaire

L'analyse documentaire consiste à extraire d'un texte tout son sens pour le transmettre à qui en a besoin (Boulogne, 2000). La collecte et l'analyse des documents constituent l'un des moyens les plus importants d'accéder à l'information dans le cadre de la recherche qualitative, car les documents historiques ou contemporains peuvent constituer d'importantes sources de recherche. L'importance de cette méthode de recherche s'est accrue à mesure que la documentation est devenue l'un des éléments fondamentaux de la gestion.

L'organisation d'accueil « SETO » a mis à notre disposition les documents nécessaires, nous avons bénéficié d'un accès sans aucune restriction à toutes les informations et documentations liées à ce projet. (Annexes C, D, E, F)

3.1.2 L'entretien

L'entretien est une forme de communication verbale dans laquelle l'un des participants est l'intervieweur et l'autre est l'interviewé (parfois un groupe, bien que plus rarement). Les données recueillies sont essentiellement des opinions et des éléments révélateurs de la

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

motivation, c'est-à-dire des informations qualitatives. Il fournit à la fois des données objectives et subjectives.

Nous allons précisément utiliser le type d'entretien centré (ou guidé) qui repose sur une liste de thèmes précis :

- ✓ Expériences personnelles liées aux risques topographiques.
- ✓ Stratégies actuelles de management des risques liés aux travaux topographiques.
- ✓ Défis rencontrés dans la maintenance corrective.
- ✓ Impact des risques sur les opérations et les opportunités.
- ✓ Communication et coordination en cas de risques.
- ✓ Compréhension et application de l'outil AMDEC dans la gestion des projets topographiques.
- ✓ Identification des modes de défaillance potentiels dans les projets contenant des travaux topographiques.
- ✓ Intégration de l'AMDEC dans la planification et le suivi des projets topographiques.
- ✓ Formation et sensibilisation des équipes à l'utilisation de l'AMDEC dans les projets topographiques. (Annexe A)

Les données produites par cet entretien (les réponses de l'enquêté) sont ensuite soumises à une analyse de contenu inductive.

3.1.3 Focus group

Le focus group est né dans le domaine de l'étude de la communication politique et des médias. L'autre domaine dans lequel le focus group a acquis ses lettres de noblesse est celui de la santé publique, et plus généralement de l'analyse des risques. (Haegel, 2005)

Nous avons organisé un focus group réunissant 6 personnes pour discuter du problème de recherche. Les informations collectées ont été fusionnées à l'aide de différentes méthodes, puis ont été analysées de manière interprétative, subjective et diagnostique.

L'objectif du groupe de discussion était de recueillir des informations en faisant émerger diverses opinions grâce aux débats. Nous avons spécifiquement utilisé le FG homogène car tous les individus du groupe avaient un profil similaire (profession : topographes, géomètres topographes, etc.), et la technique employée était le FG par questionnement. (Annexe B)

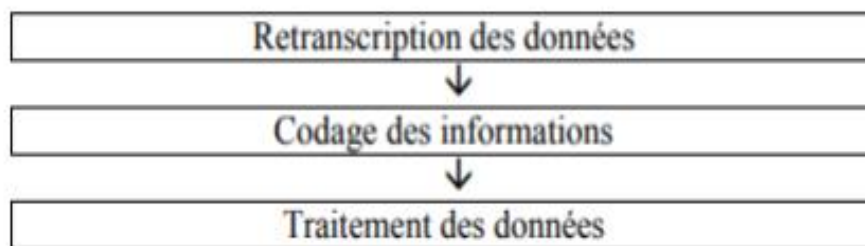
CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

3.2 Analyse du contenu

L'analyse qualitative cherche à faire sens de phénomènes sociaux complexes en examinant et en interprétant la ou les significations que les individus leur confèrent dans un contexte donné. Aussi s'agit-il d'une démarche signifiante ou, pour reprendre la définition de Paillé et Mucchielli, d'une « démarche discursive de reformulation, d'explicitation ou de théorisation d'un témoignage, d'une expérience ou d'un phénomène. » C'est dire que le résultat de l'analyse qualitative prend davantage la forme d'une qualité que d'une quantité.

Dans le cadre de notre recherche, l'explication de ce que les répondants ont dit était faite de la manière la plus objective et fiable possible. Ce processus a impliqué la transcription d'un discours oral en texte (Retranscription des données), puis nous avons analysé le sens des mots (Codage des données). Enfin, nous avons interprété ce qui a été dit (Traitement des données), manuellement.

Figure 8 : Etapes de l'analyse des données qualitatives



Source : Support pédagogique : Méthodologie de Recherche, Préparé par Ali Belaidi Novembre 2022

3.2.1 Retranscription des données

Avant de commencer l'analyse, la première étape a consisté à faire l'inventaire des informations recueillies et à les mettre en forme par écrit. Ce texte a été appelé verbatim et a représenté les données collectées brutes.

Pour faciliter la retranscription, nous avons utilisé le logiciel de reconnaissance vocale « IBM » et avons pris des notes directement lors de l'entretien et le focus group.

Nous avons noté les comportements gestuels d'approbation ou de rejet (par exemple, les mimiques), dans le cas où le discours verbal était pauvre, les notes d'observation ont été rédigées et retranscrites selon une démarche de restitution et non basées sur un récit exhaustif.

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

3.2.2 Codage des données

Le codage consiste à scruter le texte d'un entretien ou d'une observation ligne par ligne pour décrire, classer et transformer des données brutes qualitatives selon une grille d'analyse. Il s'agit d'un processus minutieux qui est effectué manuellement, sans recours à un système automatisé.

Nous avons codé les données qualitatives une fois retranscrites, en suivant une procédure ouverte. Avant de procéder au codage, nous avons construit une grille d'analyse composée de critères et d'indicateurs que nous avons appelés les catégories d'analyse. Nos choix ont été déterminés à l'avance en fonction des objectifs de l'étude. Les catégories d'analyse ont inclus l'unité syntaxique (les phrases elles-mêmes), l'unité sémantique (les idées exprimées) et l'unité psychologique (leur contexte).

3.2.3 Traitement des données

Le traitement des données qualitatives peut se faire dans une perspective sémantique ou statistique. Dans les traitements dits « sémantiques », l'analyse se fait manuellement selon une approche d'analyse de contenu. Examine le sens des idées et des mots exprimés selon une approche séquentielle. Les recherches menées par des experts suivent souvent cette approche traditionnelle. En revanche, le traitement statistique est effectué sur ordinateur à l'aide d'un logiciel de traitement de texte. L'analyse implique de compter les mots, les parties de phrases ou les catégories et d'analyser les données. Les chercheurs universitaires sont enthousiasmés par ces approches.

Figure 9 : La différence entre le traitement sémantique et le traitement statistique

Traitement sémantique	Traitement statistique
Traitement manuel Analyse empirique des idées, des mots, et de leurs signification Professionnels des études	Traitement informatique Analyse statistique des mots et des phrases Chercheurs académiques

Source : Support pédagogique : Méthodologie de Recherche, Préparé par Ali Belaidi Novembre 2022

Dans le cadre de notre recherche, nous avons opté pour une approche sémantique.

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

Le cadre méthodologique choisi pour cette étude est un élément fondamental qui garantit la conduite rigoureuse de la recherche. En définissant clairement les méthodes et les outils utilisés, ce cadre établit des normes de qualité qui garantissent la fiabilité et la validité des données collectées. En optant pour des méthodes d'analyses appropriées, nous renforçons la confiance dans les résultats obtenus et nous nous positionnons pour tirer des conclusions robustes et significatives à partir de l'analyse approfondie des données.

Section 2 : Contexte organisationnel

Dans cette section, nous présentons la société d'accueil SETO, incluant un aperçu historique, ses activités et services, son organigramme, ainsi que ses projets.

1. Historique

La Société d'Etudes Techniques d'Oran par abréviation S.E.T.O a été créée par décret N° 79 129 du 28 juillet 1979 en mono unité implantée à Oran, placée sous la tutelle du Ministère des travaux Publics, elle a été transformée en EPE, le 13 Novembre 1989, sous forme de société par actions. L'entreprise a connu une progression régulière de son chiffre d'affaires. Elle a en effet participé à toutes les étapes pour relier le port d'Oran à l'autoroute est-ouest sur 26 km, et mené des études pour des projets de grande envergure et dans différentes conditions (Voies express, Aérodrômes, routes en terrain difficile, recherche et implantation de tracé en zone désertique ...Etc).

2. La description de l'entreprise

La société d'études Techniques d'Oran par abréviation S.E.T.O est une société étatique située à côté de rond-point des Castors. La SETO a pour objet les prestations d'études et de contrôle des travaux dans le domaine des infrastructures de transport : Routes, Autoroutes, Ouvrages d'art, Aérodrômes, chemins de fer, voirie et réseaux divers.

La SETO est certifiée aux normes : ISO 9001, ISO 14001 et ISO 45001 (annexes : C, D, E).

Figure 10 : Image satellitaire de la localisation de la société SETO



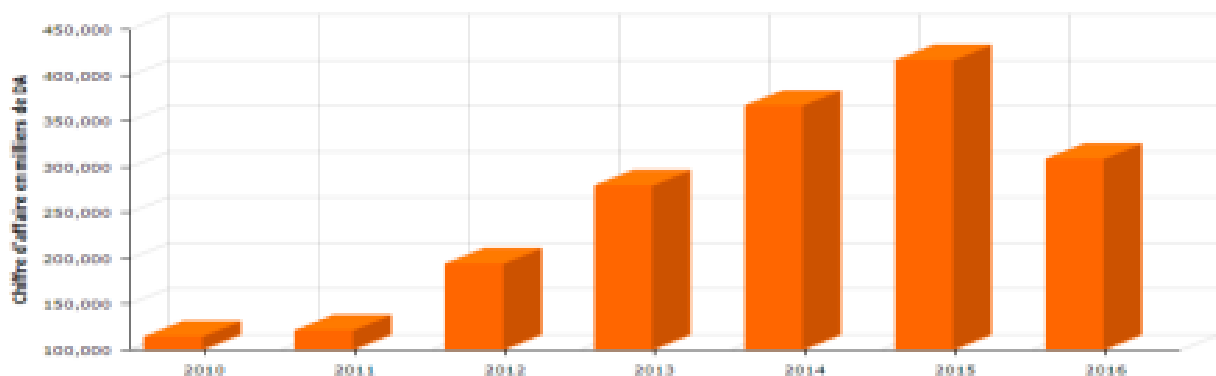
Source : Google-Earth

Tableau 2 : Fiche technique de l'entreprise

Secteur	Activités travaux publics, transport et environnement
Les concurrents	SAEITI, SET Stéf, SET Annaba, Les bureaux d'études privées...
Les partenaires	ANESRIF, Agences nationale des autoroutes, SETI RAIL ...
La forme juridique	SARL
L'évolution du chiffre d'affaires	20% ce moment et 80 % avant covid 19
L'effectif actuel	179 agents

Source : Elaborée par nous-même à partir des informations de l'entreprise

Figure 11 : Evolution du chiffre d'affaires



Source : Site internet d'accueil de l'entreprise

3. Les moyens de l'entreprise

- ✓ Matériel de transport : Véhicules tout-terrain 16 et autres véhicules 20.
- ✓ Matériel topographique : Tachéomètres électroniques (stations totales) 18, niveaux 22 et GPS 2.
- ✓ Matériel informatique : Micro-ordinateurs 50, ordinateurs portables 02, tables traçantes 02, imprimantes 36 et scanners 03.
- ✓ Logiciels : SAP 2000, AutoCAD 2004, MicroPiste/SAP, ROBOT, MS Project, Photoshop, Corel Draw, DK mètre et MicroStation.

Figure 12 : le matériel topographique



Source : Site internet d'accueil de l'entreprise

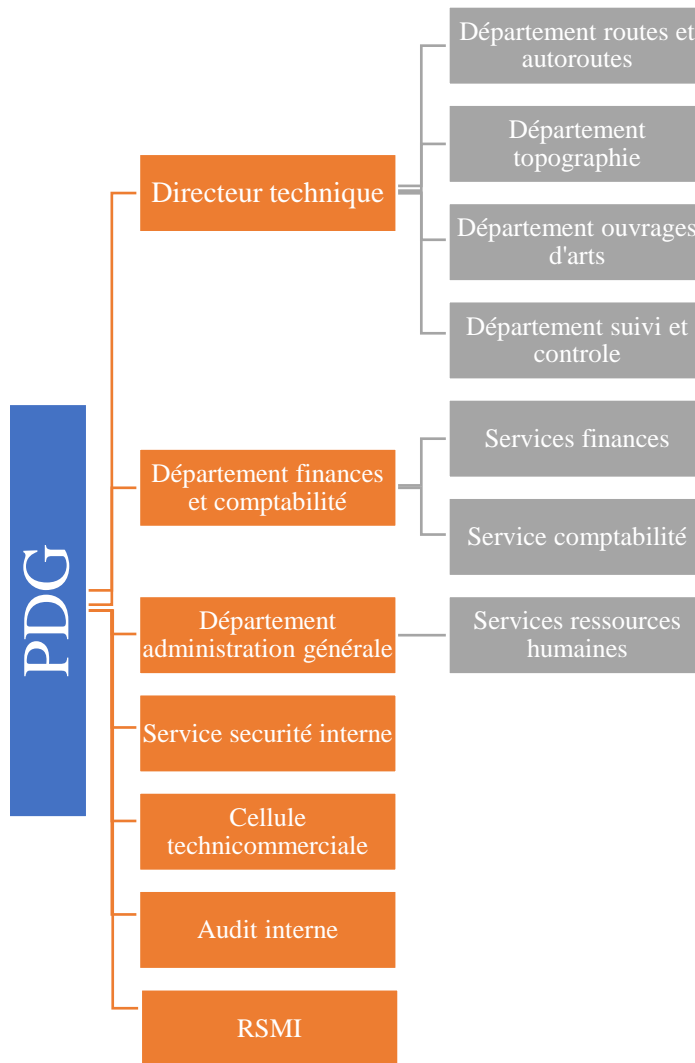
Figure 13 : GPS



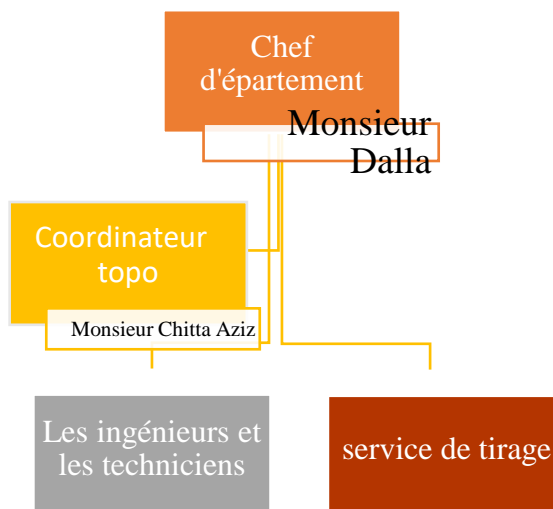
Source : Photo prise par moi-même

- Matériel informatique : Micro-ordinateurs 50, micro-ordinateur portable 02, table traçante 02, imprimantes 36 et scanner 03.
- Logiciels : SAP 2000, Autocad 2004, micro –Piste / SAP, ROBOT, MS PROJECT, Photoshop, Corel Draw, DK mètre, POLARIS (calcul topo) et Micro station.

4. L'organigramme de l'entreprise



- L'organigramme de Département topo



5. Les responsabilités du chef département topographique

- Définir les objectifs annuels et pluriannuels de leur processus.
- Définir les moyens nécessaires à l'atteinte des objectifs de leur processus.
- Assurer la stricte application des exigences légales et autres exigences relatives à leur processus.
- Mettre en place des indicateurs de suivi de la performance QHSE pour leur processus.
- Assurer la revue de leur processus.
- Participer à la revue globale du système de management QHSE.

6. Les projets de l'entreprise

- ✓ Liaison autoroutière reliant le port d'Oran a l'autoroute est-ouest sur 26 KM.
- ✓ Etude technique et géotechnique de réalisation de la piste PK 200 sur 180 KM.
- ✓ Etude d'extension des Infrastructures aéroportuaire de l'aéroport
- ✓ Approbation des études d'exécution, suivi et contrôle des travaux de réalisation de la ligne ferroviaire de 151km (Boughezoul – M'sila).
- ✓ Construction de la route Tsabit (Adrar) – Chenachen (Tindouf) sur 623 Km.
- ✓ Suivi Géométrique des travaux d'achèvement de l'évitement Nord de l'agglomération de Guerrara sur 7,2 km.
- ✓ Le Contrôle Et Suivi Technique des travaux de la « Réalisation d'un ouvrage d'art sur chemin de fer de la bretelle reliant la 2 ème rocade /CW46 ».
- ✓ Assistance technique et suivi des travaux de protection avec dédoublement du CW111 entre CHERAGA ET PLATEAU AIN BENIAN.
- ✓ Achèvement des travaux d'ouverture de la piste terrine-borne 10 sur 120 km.
- ✓ Contrôle et surveillance des travaux de réalisation de la desserte autoroutière reliant le port centre (Cherchell) à l'autoroute EST-OUST au niveau d'EL AFROUN sur 37km.
- ✓ Suivi Technique des travaux de renforcement et grosses réparations sur des sections de la RN01.
- ✓ Contrôle et suivi des travaux de réalisation de la route SILET-TINZAOUATINE sur 210 km.
- ✓ Modernisation de la RN 01 SUR 114km entre Arak et la limite avec la wilaya de Ghardaïa (1 er tranche).
- ✓ Protection et reconstruction des chemins de la wilaya et voies CW118 Z, I OUED SMAR des stations 1,2 et 3.

CHAPITRE II : Cadre méthodologique et contexte organisationnel

- ✓ Protection et aménagement de l'échangeur et giratoire entre ouest de Cheraga.

En conclusion, l'entreprise SETO est un acteur clé dans le domaine de la gestion des projets topographiques sur le marché national. Avec une longue expérience dans la mise en œuvre de projets complexes. La SETO avait accumulé des connaissances en matière de gestion de projets topographiques, lui permettant de détenir une certaine expertise. Dans le cadre de notre étude, nous étions ravis de pouvoir présenter le projet réalisé par l'entreprise SETO comme un exemple concret de l'application de la méthode AMDEC dans un contexte réel.

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre cadre méthodologique, qui est basé sur l'approche qualitative, ainsi que le positionnement épistémologique de la recherche qui est le constructivisme. En tenant compte des différents outils de collecte des données utilisés, qui sont exposés dans la première section de ce chapitre. Les méthodes de collecte des données comprenaient l'analyse documentaire, les entretiens et les focus groupes. Dans la deuxième section de ce chapitre, nous avons exposé le cadre organisationnel de notre étude de terrain au sein de l'entreprise SETO. Notre prochain chapitre se concentrera sur la présentation des résultats et la discussion associée.

CHAPITRE III : ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

Dans ce dernier chapitre, nous exposerons le déroulement du projet ainsi que toutes les données collectées au cours de la démarche décrite dans le chapitre précédent. Nous les analyserons ensuite afin de concevoir la matrice AMDEC, dans le but de résoudre notre problématique.

Section 1 : Le déroulement du projet

La première section de ce chapitre, expose de manière exhaustive les ressources matérielles et humaines engagées dans le projet, ainsi que les méthodes de travail utilisées.

En fournissant une vue d'ensemble complète de l'organisation et de l'exécution du projet, cette section permet de comprendre comment les objectifs techniques ont été atteints.

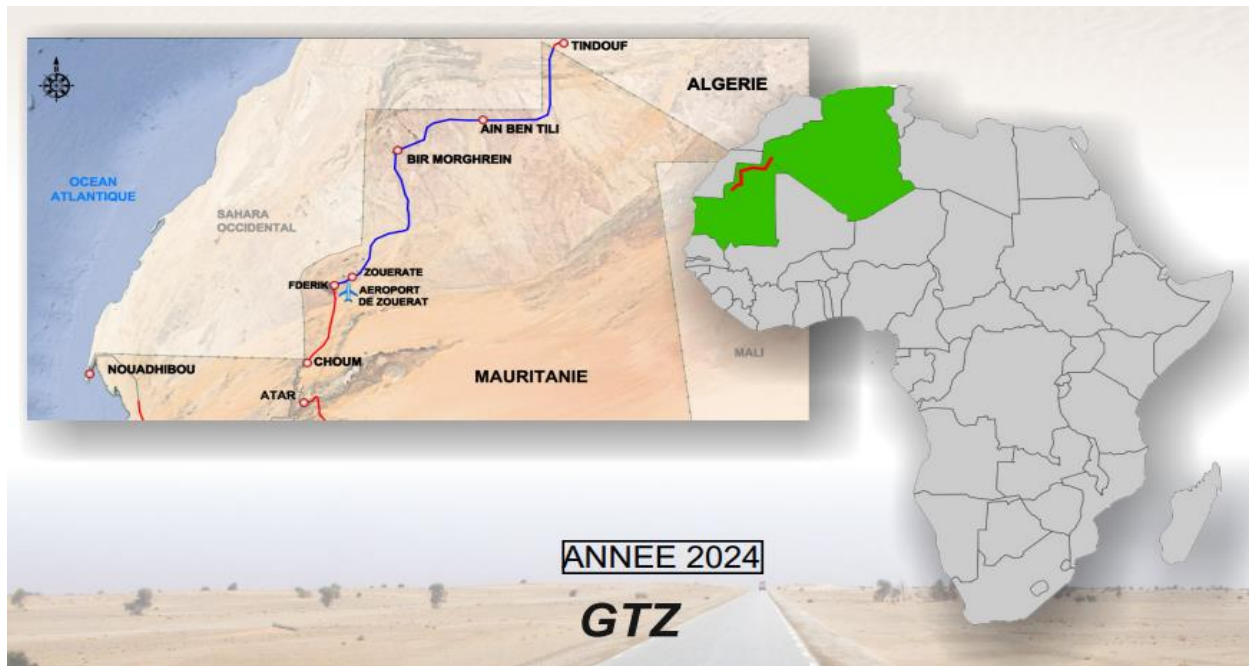
Dans le cadre du projet « Études APS-APD, recherche des gites à matériaux et points d'eau pour la réalisation de la route TINDOUF – ZOUERATE, tronçon situé entre les limites territoriales ALGERIE-MAURITANIE (PK 75) ZOUERATE sur 773 km », les équipes topographiques du bureau d'étude SETO ont procédé à la réalisation des travaux topographiques (polygonale de base, levé topographique).

Figure 14 : Station GPS dans l'exécution du projet



Source : Le rapport technique du projet

Figure 15 : Vue générale du site de projet



Source : Le rapport technique du projet

1. Moyens humaines et matériels

1.1 Moyens humains

- Trois brigades topographiques, chaque équipe est composée de :

Un ingénieur en topographie ;

Technicien supérieur en topographie.

- Une brigade topographique pour le bétonnage composées de :

Un ingénieur en topographie ;

Trois aides topographes.

1.2 Moyens matériels

- Trois (03) véhicules pickup 4x4 ;

- Un (01) camion ;

- Trois (03) stations GPS ;

- Des tablettes GPS de navigation ;

- Des PC portables ;

- Dix (10) tentes ;

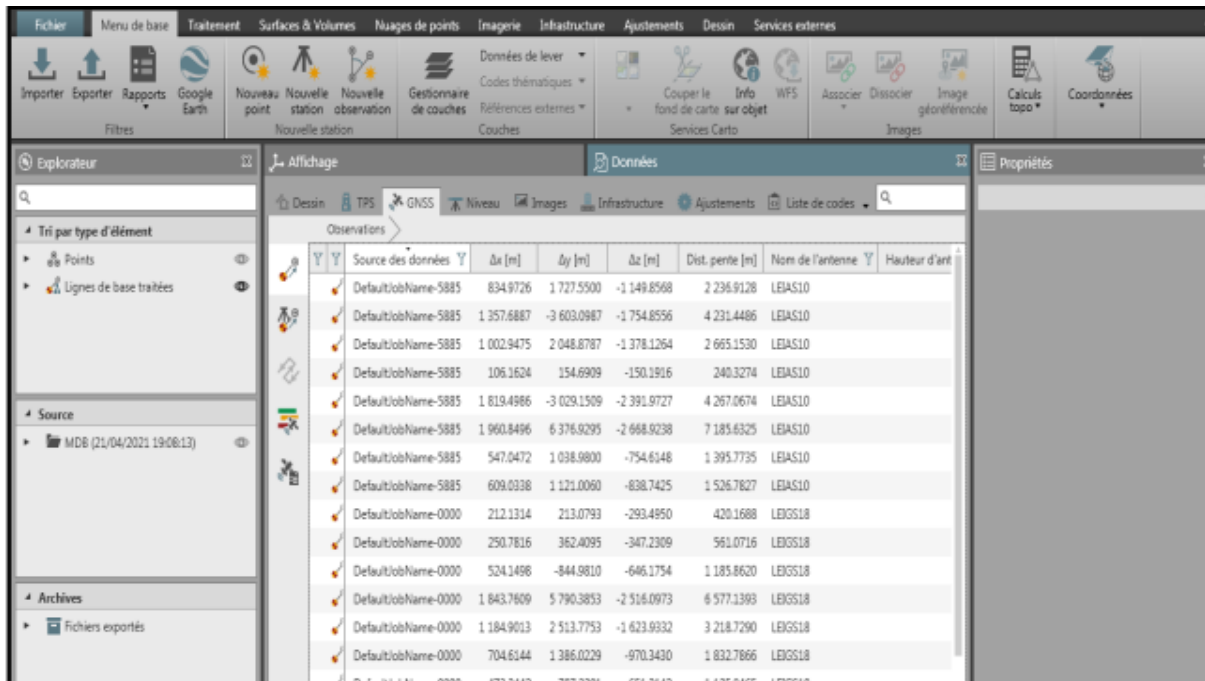
- Ciment, gravier, PVC, sable, barre de fer, peinture ;

- Deux (02) groupes électrogènes.

1.3 Logiciels

Tous les calculs et les ajustements des lignes de base de GPS ont été effectués à l'aide du logiciel « Leica Infinity ».

Figure 16 : Logiciel Leica Infinity



Source : Photo prise par nous-même

2. La réalisation de la polygonale de base

2.1 Réalisation de la polygonale principale (PP) de dimension

Hauteur à partir du sol 40 cm, largeur 40 cm, profondeur 40 cm ; chaque les 50 km.

Quatre (04) polygonaux principaux ont été réalisés.

Figure 14 : Réalisation de la polygonale principale (PP).



Source : Le rapport technique du projet

2.2 Réalisation de la polygonale secondaire (ST) de dimension

Hauteur à partir du sol 25 cm, largeur PVC de 20 cm, profondeur 35 cm ; chaque 05 km deux stations entre 400 et 450 m.

Au total, soixante-seize (76) polygonales secondaires ont été réalisées.

Figure N 15 : Réalisation de la polygonale secondaire (ST).



Source : Le rapport technique du projet

3. Observation de la polygonale de base et réalisation des travaux topographiques

Pour la réalisation des travaux topographiques, les équipes ont utilisé une méthodologie basée sur le système GPS qui présente des avantages par rapport aux méthodes topographiques traditionnelles, et qui sont :

- L'intervisibilité entre les points n'est pas requise.
- Utilisable à toute heure de jour et de nuit, par tous les temps.
- Obtention de nombreux points à grande précision.
- Volume de travail accru dans le même temps.

Le manque de nécessité de visibilité d'un point à un autre et la longue portée des appareils, permettent de diminuer les bornes de repère de la polygonale. Les travaux topographiques demandés ont pour objet la mise en place d'une polygonale de base et secondaire qui servira au levé topographique et à l'implantation de l'axe au moment de la réalisation.

Les travaux topographiques, tels qu'ils sont définis dans les termes de référence, consistent en

- Le levé topographique le long de l'axe de la bande de témoin nécessaire à l'étude avec rattachement de tous les points à la polygonale du levé.

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

- La largeur de la bande sera de 300 m selon le terrain pour le tracé en site propre.
- L'établissement de la cartographie relatant fidèlement tous les détails de terrain (ouvrages existants, regards, vannes, poteaux,).

En résumé, cette section a mis en évidence les ressources matérielles et humaines, ainsi que les techniques de travail, qui ont joué un rôle crucial dans l'achèvement du projet dans les délais prévus.

Les objectifs techniques fixés ont été réalisés grâce aux efforts des équipes topographiques du SETO, qui ont réalisé les travaux de polygonale de base et de levé topographique dans des bonnes conditions de travail.

Section 2 : La mise en place de l’outil AMDEC

Cette section présente la démarche de l'étude AMDEC, ainsi que les résultats obtenus, organisés en deux tableaux : l'identification des modes de défaillance et le calcul de la criticité ; la priorisation et le plan d'action.

Dans cette approche, nous étudierons également l'analyse des résultats de l'entretien réalisé avec le chef de projet, ainsi que du groupe de discussion avec six employés ayant déjà pris part à ce projet.

1. La démarche de l’AMDEC

1.1 Construire le groupe de travail

Cet outil a été conçu par mes soins dans le but d'analyser les risques liés à l'étude topographique effectuée par les équipes topographiques de la société SETO pour le projet de construction de la route Tindouf-Zouerate, et de développer une matrice AMDEC au niveau de l'entreprise SETO.

1.2 Analyse fonctionnelle

Le processus à examiner est l'étude topographique menée dans le cadre du projet de construction de la route Tindouf-Zouerate. Pour appréhender ce processus, délimiter son champ d'étude et l'analyser, il est essentiel de réaliser une analyse fonctionnelle. Pour ce faire, en tenant compte des travaux spécifiques effectués et des différentes étapes possibles, nous allons d'abord définir le contexte à l'aide de l'outil QOCCP. Ensuite, nous détaillerons chaque fonction et sous-fonction des travaux effectués.

Le QOCCP (Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi), appelé aussi méthode du questionnement, est un outil d'aide à la résolution de problèmes permettant de définir le contexte et les objectifs en fournissant une liste quasi exhaustive d'informations sur le projet. Le tableau suivant montre l'application de cet outil dans notre contexte.

Tableau 3 : Application de l'outil QOOQCP à l'étude.

QUI ?	Brigades topographiques de la Société SETO.
QUOI ?	Étude topographique APD (phase avant-projet détaillé), pour le projet de construction de la route Tindouf-Zouerate.
OÙ ?	Entre les frontières algériennes et les frontières mauritaniennes, tronçon de la route Tindouf-Zouerate, plus spécifiquement du PK 320+000 au PK 520+000.
QUAND ?	Du 28 mai 2023 au 15 juin 2023.
COMMENT ?	La mise en place d'une polygonale de base et secondaire (4 polygonaux principales et 76 secondaires), le levé topographique, et l'implantation de l'axe au moment de la réalisation.
POURQUOI ?	Les travaux topographiques demandés ont pour objet la recherche des gisements de matériaux et des points d'eau pour la réalisation de la route Tindouf-Zouerate.

Source : Elaborée par moi-même à partir des informations de l'entreprise.

Le projet peut être identifié en plusieurs lots de travaux ou fonctions, puisqu'il s'agit d'un projet de service, le tableau suivant montre notre analyse fonctionnelle de l'étude concernée.

Tableau 4 : L'analyse fonctionnelle de l'étude topographique.

Les fonctions principales	Les sous-fonctions
Préparation des travaux topographiques	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les moyens. - Diviser ces moyens entre les brigades topographiques. - Partager les objectifs du projet ainsi que les informations concernant la zone des travaux avec l'équipe.
Matérialisation de la polygonale de base avec le GPS, (quatre 04 polygonaux principaux et soixante-seize 76 polygonaux secondaires)	<ul style="list-style-type: none"> - Sélection des emplacements pour les polygonaux. - Calcul des points relevés pour vérifier la polygonale de base. - Installation physique des bornes (Implantation). - Marquage des bornes sur le terrain.
Levé topographique	<ul style="list-style-type: none"> - Observation et relevé des points des polygonaux

	<p>principales.</p> <ul style="list-style-type: none">- Observation et relevé des points des polygonales secondaires.- Levé topographique détaillé du terrain.
Établissement de la cartographie.	<ul style="list-style-type: none">- Regroupement des données obtenues lors des levés topographiques.- Traitement et analyse des données : l'interprétation des données sur le logiciel Leica Infinity.

Source : Elaborée par moi-même à partir des informations de l'entreprise.

1.3 Identifier les modes de défaillances

Nous avons réalisé une analyse qualitative des éventuelles défaillances qui pourraient avoir l'incidence sur la mise en œuvre du projet.

La première étape de cette étude était d'identifier les défaillances potentielles pouvant survenir à chaque fonction des travaux topographiques. Pour ce faire, nous avons examiné attentivement chaque fonction et déterminé toutes ses étapes. Cette étude a été réalisée en combinant différentes sources d'informations.

Tout d'abord, nous avons mené un entretien avec le chef de projet et organisé un groupe de discussion avec les participants impliqués dans le processus de l'étude topographique.

Enfin, nous avons procédé à une analyse documentaire approfondie, en consultant notamment les rapports techniques du projet, afin d'identifier les défaillances passées et les problèmes récurrents. Ces méthodes de collecte des données nous ont permis de recueillir des informations précieuses sur les éventuelles défaillances et les risques associés, que ce soit pour les travailleurs ou pour la réalisation des objectifs du projet.

Nous avons mené un entretien avec Monsieur Dalla Nasr Eddine, chef de projet et également responsable du département topographique de l'entreprise, le 8 mai 2024, au sein de l'entreprise. La durée de l'entretien a été de 2 heures et 35 minutes, au cours desquelles nous lui avons posé 10 questions portant sur notre problématique (voir l'annexe 1). Les résultats obtenus nous ont permis d'identifier les modes de défaillance liés aux travaux topographiques du projet.

Concernant le groupe de discussion, qui s'est déroulé le 11 mai 2024 au sein de l'entreprise, il a rassemblé 6 personnes impliquées dans le projet et a porté sur 7 questions en rapport avec notre problématique. La durée de cette séance de discussion a été de 3 heures. Le tableau ci-dessous présente les personnes ayant participé à ce groupe de discussion.

Tableau 5 : Les travailleurs participant au groupe de discussion.

Nom et prénom	Poste
CHITTA Abdelaziz.	Coordinateur.
BELALLOU Ismail.	Chef de mission.
BERRAYAH Abed El Ghandi.	Chef de brigade.
FAHEM Mohamed.	Chef de mission.
OUELDELHADJ Brahim.	Ingénieur topographique.
CHITTA Mohamed.	Ingénieur topographique.

Source : Elaborée par moi-même à partir des informations de l'entreprise.

À partir des résultats du groupe de discussion et de l'entretien, ainsi que de l'analyse fonctionnelle, nous avons identifié une liste exhaustive des risques et des problèmes rencontrés dans ce projet, parmi eux.

- Climat chaud.
- Risque de rester sans mazout.
- Lombalgies.
- Risque lié au travail isolé.
- Vent de sable.
- Déshydratation.
- Stress.
- Maladies digestives.
- Morsures de serpent ou de scorpion.
- Difficulté de la route.
- Erreurs de calcul.
- Absence de réseau.
- Manque de nourriture.
- Risque pour la santé mentale à cause du changement de conditions de vie.
- Stress physique.
- Grande distance entre les points.
- Soif.

1.4 Identifier les effets et les causes

Pour chaque type de défaillance, il est essentiel d'identifier les conséquences et les causes en posant la question : « Quelles sont les conséquences et les causes de ce type de défaillance ? »

». La liste précédente nous a permis de préciser les causes et les effets de chaque mode de défaillance lié aux différentes fonctions concernées. Il est important de noter que, selon la nature de notre travail, les fonctions de la polygonation et du levé topographique présentent des modes de défaillance très similaires. En effet, ces deux fonctions s'effectuent sur le terrain, spécifiquement dans le désert saharien. Le climat chaud, les terrains accidentés et les risques environnementaux communs à cette région influencent de manière similaire les travaux liés à ces deux activités. Par conséquent, les défis rencontrés, tels que les erreurs de calcul, les risques physiques, et les problèmes liés à l'équipement et à la santé, se retrouvent dans les deux fonctions.

1.5 Évaluer les défaillances

Une fois les modes de défaillance identifiés, nous avons procédé à leur évaluation. En collaboration avec le chef de projet, nous avons élaboré les grilles d'évaluation de la gravité, de l'occurrence et de la détectabilité. Ensuite, nous avons quantifié la criticité de chaque défaillance identifiée en utilisant ces grilles. La criticité des défaillances a été évaluée selon la formule suivante : $C = G \times O \times D$, où G représente la gravité, O l'occurrence et D la détectabilité. Les grilles utilisées au cours de notre étude sont :

Tableau 6 : Grille d'évaluation de la gravité

Echelle	G
1	Négligeable : Ne retarde pas le projet / Aucun problème sur la santé des travailleurs.
2	Mineure : Peut retarde le projet / Problèmes de santé mineurs des travailleurs.
3	Modérée : Retarde le projet / Problèmes de santé modérés des travailleurs.
4	Sévère : Retarde le projet / Problèmes de santé graves des travailleurs.

Source : Élaborée par moi-même avec le chef de projet.

Tableau 7 : Grille d'évaluation de l'occurrence

Echelle	O
1	Rare : Cela arrive une fois pendant la durée du projet.
2	Occasionnel : Cela arrive deux ou trois fois pendant la durée du projet.
3	Fréquent : Cela arrive plusieurs fois par semaine pendant la durée du projet.
4	Très fréquent : Cela arrive presque toujours pendant la durée du projet.

Source : Élaborée par moi-même avec le chef de projet.

Tableau 8 : Grille d'évaluation de la détectabilité

Echelle	D
1	Facilement détectable : Facile à détecter par n'importe qui.
2	Moyennement détectable : Peut être détecté par un travailleur inexpérimenté.
3	Difficilement détectable : Peut être détecté uniquement par un travailleur expérimenté.
4	Impossible à détecter : Impossible à détecter pour tout le monde.

Source : Élaborée par moi-même avec le chef de projet.

1.6 Hiérarchiser les défaillances

L'indice de criticité (IC) a été calculé pour chaque mode de défaillance en prenant en compte la gravité, l'occurrence et la détectabilité, selon la formule $C = G \times O \times D$. Ce calcul a permis de hiérarchiser et de prioriser les différents modes de défaillance identifiés, afin de mieux orienter les actions prioritaires à entreprendre et d'optimiser le plan d'action envisagé.

Avec le chef de projet, nous avons adopté l'échelle de priorité présentée dans le tableau suivant, basée sur les grilles d'évaluation précédentes.

Tableau 9 : Valeurs d'évaluation de l'indice de priorité des modes de défaillances

Échelle	IC
Plus de 18	Hautement prioritaire : Le risque est critique et il faut mettre en œuvre des actions correctives immédiatement.
9 - 18	Priorité moyenne : Le risque est intermédiaire et des actions correctives sont nécessaires.
1 - 8	Faible priorité : Le risque n'est pas critique et il n'y a pas d'actions correctives à prendre.

Source : Élaborée par moi-même avec le chef de projet.

Cette échelle de priorité nous permettra de concentrer nos efforts sur les risques les plus critiques et de gérer efficacement les ressources disponibles.

1.7 Rechercher des solutions

Comme mentionné dans la partie théorique, après la classification des diverses formes de défaillance, nous avons deux options :

- Éliminer la défaillance.
- Mettre fin à la défaillance.

Dans la matrice AMDEC, nous allons examiner les modes de défaillance pour lesquels nous

avons pris des mesures correctives et ceux pour lesquels nous avons pris des mesures préventives.

Parmi les actions correctives et préventives identifiées dans la matrice AMDEC, certaines ont déjà été mises en place immédiatement et de manière aléatoire, car ce projet a déjà été réalisé. Puisque cet outil n'avait jamais été utilisé auparavant par le département topographique de l'entreprise, nous avons décidé de mettre en place l'outil AMDEC afin d'améliorer l'efficacité de la gestion des risques topographiques et de le fournir à l'entreprise pour une utilisation future dans les prochains projets.

Avec cet outil, nous avons pu identifier, évaluer et prioriser les risques associés à ce projet. En analysant la gravité, la fréquence et la détectabilité de chaque mode de défaillance, nous pourrions hiérarchiser les risques et définir des actions correctives et préventives appropriées. Cet outil nous aidera à transformer notre management des risques en un processus proactif, plutôt que réactif.

L'intégration des actions correctives et préventives déjà appliquées dans le cadre du projet, ainsi que celles qui n'ont pas encore été mises en œuvre, nous permettra de capitaliser sur les mesures existantes tout en identifiant les lacunes et les opportunités d'amélioration. En documentant et en analysant systématiquement ces actions, nous pourrions assurer une meilleure cohérence et efficacité dans l'analyse des risques. L'utilisation de l'AMDEC nous permettra de :

- Améliorer la sécurité des travailleurs en identifiant et en traitant les risques potentiels avant qu'ils ne deviennent des problèmes majeurs.
- Optimiser les ressources en priorisant les actions correctives et préventives en fonction de leur criticité.
- Réduire les délais et les coûts associés aux interruptions et aux retards imprévus en minimisant les incidents et en améliorant la planification.
- Renforcer la fiabilité et la qualité des opérations topographiques, assurant ainsi une réalisation plus fluide et efficace du projet.

Ce changement fondamental permet à atteindre les objectifs liés au études topographiques de manière plus efficace et sécurisée.

2. Résultats

2.1 Tableaux AMDEC

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Tableau 10 : Tableau AMDEC de processus de l'étude topographique de la route Tindouf-Zouerate : L'identification des modes de défaillances + le calcul de la criticité

Fonctions	N°	Défaillances	Causes	Effets	G	O	D	C
Préparation des travaux topographiques	1	Équipements mal étalonnés.	Absence de vérification.	Erreurs dans la cartographie.	3	1	3	9
	2	Mauvaise planification du trajet.	Difficulté de la route.	Retards dans la réalisation de la polygonation.	4	1	2	8
	3	Estimation inadéquate du temps nécessaire.	Conditions météorologiques imprévues.	Impact sur le calendrier global de projet.	4	1	3	12
	4	Sous-estimation des ressources nécessaires (nourriture, matériel, mazout).	Évaluation incorrecte des besoins.	Manque de nourriture et de mazout.	4	2	2	16
	5	Mauvaise coordination des brigades topographiques.	Communication inefficace.	La confusion.	4	2	2	16

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Matérialisation de la polygonale	6	Le stress.	Le changement de conditions de vie.	La diminution de la productivité.	2	3	2	12
	7	L'exposition fréquente aux UV	Climat chaud.	- Cancer de la peau.	3	4	1	12
	8	Morsures de serpent ou de scorpion.	Terrain saharien.	- Risque pour la santé, interruptions de travail.	4	2	4	32
	9	Mauvaise installation des bornes principales.	La précipitation.	Erreurs dans la cartographie.	3	3	3	27
	10	Exposition aux produits chimiques comme le marquage des repères ou la pulvérisation de peinture.	Utilisation de marquages.	- Irritations cutanées, intoxication.	3	3	2	18
Levé topographi	11	Blessures musculosquelettiques.	Transporter des appareils lourds.	Douleurs, incapacités temporaires, diminution de la productivité.	2	3	2	12

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

	12	Les agressions	Zone vides	Perte d'équipements -	3	1	4	12
	13	Mauvaise utilisation ou dysfonctionnement de l'équipement.	Entretien insuffisant.	Données erronées	4	3	3	36
	14	La fièvre jaune	Une maladie infectieuse répandue en Mauritanie	- Risque sur la santé.	4	2	3	24
	15	Chutes dans des tranchées ou des excavations.	Manque de vigilance.	Blessures, retards dans les travaux.	4	2	4	32
	16	. Panne de GPS.	Vent de sable.	Coûts supplémentaires. -	4	2	3	24
	17	Erreurs de calcul	Manque de concentration.	Données incorrectes.	4	2	3	24
Établissement de la cartographie.	18	Absence de réseau.	Zone isolée.	Difficulté à communiquer.	2	4	2	16
	19	Grande distance entre les points.	Configuration géographique.	Difficultés logistiques.	3	1	2	6

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

	21	Les terrains accidentés.	Configuration naturelle du Sahara.	Coûts supplémentaires	1	4	1	4
--	----	--------------------------	------------------------------------	-----------------------	---	---	---	---

Source : Elaboré par nous-même.

Tableau 11 : Tableau AMDEC de processus de l'étude topographique de la route Tindouf-Zouerate : la priorisation + le plan d'action

Fonctions	N	Défaillances	G	O	D	IC	Actions préventives et/ou correctives	nG	nO	nD	nC
Levé topographique	13	Mauvaise utilisation ou dysfonctionnement de l'équipement.	4	3	3	36	<ul style="list-style-type: none"> - Audits réguliers de l'équipement pour assurer leur conformité aux normes de fonctionnement. - Réparation rapide des équipements défectueux pour éviter des interruptions prolongées. - Mise en place de rappels réguliers des procédures correctes d'utilisation de l'équipement. 	1	1	3	3
	15	Chutes dans des tranchées ou des excavations.	4	2	4	32	<ul style="list-style-type: none"> - La distribution et l'utilisation obligatoire d'EPI appropriés, tels que des casques, des harnais de sécurité, et des bottes renforcées. - Premiers secours par l'infirmier. - Intervention rapide pour sécuriser la zone et éviter des chutes 	3	1	1	3

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

							supplémentaires après un incident par la mise en place de barrières temporaires et de signalisation.				
Matérialisation de la polygonale	8	Morsures de serpent ou de scorpion.	4	2	4	32	<ul style="list-style-type: none"> - Formation des travailleurs sur la reconnaissance des serpents et scorpions locaux, leurs habitats, et les précautions à prendre. - Port d'une tenue de sécurité obligatoire contre les morsures de serpent ou de scorpion. - Premiers secours par l'infirmier. 	4	1	1	4
Établissement de la cartographie.	20	Données incomplètes.	4	2	4	32	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation minutieuse avant la sortie sur le terrain, incluant la vérification des équipements et des outils nécessaires à la collecte des données. - Collecte des données manquantes en retournant sur le terrain si nécessaire. - Archivage systématique de toutes les données collectées avec une documentation claire et accessible. 	1	2	2	4

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Matérialisation de la polygonale	9	Mauvaise installation des bornes principales.	3	3	3	27	<ul style="list-style-type: none"> - Validation des coordonnées de chaque borne avec des relevés supplémentaires pour confirmer leur exactitude. - Relocalisation et réinstallation des bornes mal positionnées en utilisant des nouvelles données précises par le GPS. - La correction des erreurs dans les levés topographiques en mettant à jour les bases de données avec les nouvelles positions des bornes correctement installées. 	1	1	3	9
Levé topographique	16	Panne de GPS.	4	2	3	24	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter de travailler en vent de sable. - Utilisation de housses de protection spéciales pour les équipements GPS afin de les protéger du sable et de la poussière. - Suivi des prévisions météorologiques pour anticiper les vents de sable et planifier les activités en conséquence. 	3	1	2	6
	14	La fièvre jaune	4	2	3	24	<ul style="list-style-type: none"> - La vaccination contre la fièvre jaune avant de démarrer. - Premiers secours par l'infirmier en cas d'infection. 	2	1	2	4

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

							- Évitez de mélanger aux résidents de la zone.				
Établissement de la cartographie.	17	Erreurs de calcul	4	2	3	24	<ul style="list-style-type: none"> - Révision immédiate des calculs effectués pour identifier et corriger les erreurs. - Recours à une deuxième vérification des calculs par superviseur pour garantir l'exactitude. - Communication des corrections aux autres brigades pour assurer la cohérence des informations. 	1	2	2	4
Matérialisation de la polygonale	10	Exposition aux produits chimiques comme le marquage des repères ou la pulvérisation de peinture.	3	3	2	18	<ul style="list-style-type: none"> - Premiers secours par l'infirmier. - Sensibilisation continue sur l'importance de suivre les protocoles de sécurité et les procédures d'urgence. - Sélection de produits chimiques moins toxiques ou de peintures à base d'eau lorsque cela est possible. 	2	3	1	

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Préparation des travaux topographiques	4	Sous-estimation des ressources nécessaires (nourriture, matériel, mazout).	4	2	2	16	<ul style="list-style-type: none"> - Consulter des experts et des professionnels ayant une expérience dans des projets similaires pour obtenir des estimations précises des ressources nécessaires. - L'assurance des conditions de vie: des tentes pour camper, un camion d'eau, un camion de mazout, de la nourriture pour protéger l'équipe, un cuisiner et tout ce qui est important pour cuisiner. - Évitez de gaspiller la quantité existante des ressources. 	1	1	2	2
	5	Mauvaise coordination des brigades topographiques.	4	2	2	16	<ul style="list-style-type: none"> - Revue des tâches et des responsabilités de chaque brigade pour s'assurer qu'elles sont clairement définies et comprises. - Travailler en groupe: pour assurer la cohérence, il faut assurer aussi que toujours les 10 véhicules marchent ensemble et ne dépassent pas 5 km de distance entre eux. - Bien gérer les conflits et le stress entre la brigade topographique par le leadership. 	1	1	3	3

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

<p>Établissement de la cartographie.</p>	<p>18</p>	<p>Absence de réseau.</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	<p>2</p>	<p>16</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de canaux de communication clairs et efficaces tels que Thuraya : un téléphone satellite, indispensable dans les déserts. - Assurer que toujours les 10 véhicules marchent ensemble et ne dépassent pas 5 km de distance entre eux. - Établissement de points de contact fixes où les équipes peuvent se rencontrer régulièrement pour échanger des informations et coordonner les tâches. 	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>2</p>	<p>6</p>
<p>Préparation des travaux topographiques</p>	<p>3</p>	<p>Estimation inadéquate du temps nécessaire.</p>	<p>4</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>12</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer un plan de projet détaillé incluant des échéanciers réalistes basés sur des estimations précises. - Affecter des ressources supplémentaires (personnel, équipement) pour accélérer les tâches et rattraper le retard. - Impliquer des experts ayant une expérience dans des projets similaires pour obtenir des estimations précises et réalistes. 	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>3</p>

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Matérialisation de la polygonale	6	Le stress.	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> - Réviser les horaires de travail pour réduire les heures supplémentaires excessives. - La garantir d'une bonne rémunération pour maintenir la motivation et la satisfaction au travail. - L'assurance des bonnes conditions de vie : des tentes pour camper, un camion d'eau, un camion de mazout, de la nourriture pour protéger l'équipe, un cuisiner et tout ce qui est important pour cuisiner et un infirmier. 	1	1	1	1
Matérialisation de la polygonale	7	L'exposition fréquente aux UV	3	4	1	12	<ul style="list-style-type: none"> - Adapter les horaires de travail pour éviter les périodes de forte intensité UV, en planifiant les tâches tôt le matin ou en fin d'après-midi lorsque le soleil est moins direct. - Encourager les pauses régulières à la tente pour permettre aux travailleurs de se reposer et de se protéger du soleil. - Mettre en place un système de surveillance de la santé pour détecter les signes précoces d'effets néfastes de l'exposition 	2	3	1	6

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

							aux UV.				
Levé topographique	11	Blessures musculosquelettiques.	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> - Premiers secours par l'infirmier. - Mettre en place une rotation des tâches pour diversifier les mouvements et réduire la fatigue musculaire due à la répétition. - Promouvoir une culture de sécurité au sein de l'entreprise où les travailleurs se sentent à l'aise de signaler les problèmes de sécurité et de santé. 	1	1	1	1
	12	Les agressions	3	1	4	12	<ul style="list-style-type: none"> - L'escorte militaire : pour assurer la sécurité, surtout dans les endroits sensibles et les territoires étrangers. - Il faut avoir un guide : qui est indispensable pour connaître la vraie zone. - Travaillé en groupe : pour assurer la cohérence, il faut assurer aussi que toujours les 10 véhicules marchent ensemble et ne dépassent pas 5 km de distance entre eux. 	1	1	4	4

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Préparation des travaux topographiques	1	Équipements mal étalonnés.	3	1	3	9	<ul style="list-style-type: none"> - Audits réguliers de l'équipement pour assurer leur conformité aux normes de fonctionnement. - Mise en place de rappels réguliers des procédures correctes d'utilisation de l'équipement. - Gestion efficace des stocks d'équipements. 	1	1	2	2
---	----------	----------------------------	----------	----------	----------	----------	---	----------	----------	----------	----------

En résumé, cette partie expose les tableaux qui ont facilité la compréhension des divers types de défaillances, de leur gravité, et des mesures prioritaires à adopter. Les analyses des entretiens avec Monsieur Dalla et du groupe de discussion ont enrichi la compréhension des risques et des actions correctives requises.

Section 03 : Discussion des résultats

Cette section offre une analyse générale des résultats obtenus à partir des entretiens effectués, lesquels sont représentés dans la matrice AMDEC du processus d'études topographiques APD pour la réalisation de la route Tindouf-Zouerate.

L'objectif de cet outil, comme les auteurs Lefayet Sultan Lipol et Jahirul Haq le mentionnent dans leur article "Méthode d'analyse des risques : AMDEC/FMECA dans les organisations", est d'identifier tout ce qui pourrait constituer un risque pour la santé des travailleurs ou pour la réalisation des objectifs de ce projet, et ainsi d'éliminer toutes les causes probables de défaillances pouvant survenir dans de futurs projets similaires.

De plus, la discussion des résultats est une étape essentielle dans tout travail de recherche scientifique ou de projet de fin d'études. Dans notre étude, cette discussion facilite la compréhension de l'application des connaissances en management des risques dans un contexte technique professionnel, notamment dans le domaine de la topographie.

A partir de l'analyse qualitative des entretiens menés, nous avons conclu que les risques associés à ce projet sont principalement liés à l'environnement désertique plutôt qu'aux travaux topographiques eux-mêmes.

Des facteurs tels que l'exposition aux rayons ultraviolets, la présence d'animaux sauvages et les maladies liées au climat ont été identifiés comme ayant un impact significatif sur la santé et la sécurité des travailleurs.

Cependant, ces risques ont été efficacement gérés grâce à des stratégies bénéficiant de l'expérience acquise lors de précédents projets similaires.

Parmi les stratégies les plus importantes dans notre contexte :

- Travailler en équipe : la nature des travaux topographiques nécessite de l'équipe toujours d'être groupée. Travailler ensemble permet d'optimiser les coûts, d'améliorer la précision des mesures, de gérer efficacement les données, de coordonner les activités sur le terrain et surtout, de garantir la sécurité et l'accès aux zones de travail.

- Sélection soigneuse des membres de l'équipe : Le leadership joue un rôle essentiel dans la sélection des membres de l'équipe. Les compétences et l'expérience des travailleurs doivent être en adéquation avec les défis spécifiques de l'environnement de la région de mission. Une

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

équipe bien choisie contribue à la réussite du projet en adaptant ses actions aux particularités de la région.

- Présence d'un infirmier et de matériel médical, recours à un guide local : Dans les missions éloignées, la présence d'un infirmier et la disponibilité de matériel médical sont essentielles pour répondre aux besoins de santé des travailleurs. De plus, le recours à un guide local peut faciliter la navigation dans des zones inconnues et contribuer à la sécurité de l'équipe.

- Assurance des bonnes conditions de vie : Garantir des conditions de vie optimales pour les travailleurs est crucial pour maintenir leur santé et leur bien-être tout au long du projet. Cela inclut l'accès à une alimentation saine, à un hébergement confortable et à des installations sanitaires adéquates.

Notre analyse confirme les synthèses de tous les auteurs : J-F. Boulat, Nicolas Dodier, M. Peter Uchenna Okoye, M. Kearns et M. Oisín Patrick, à savoir que dans le domaine des travaux topographiques et des activités connexes, il est inévitable qu'il existe des risques pour la santé, la sécurité et la réalisation des objectifs du projet, à cause de la nature inhospitalière des terrains de travail et des exigences spécifiques des équipements utilisés, tels que les théodolites et les GPS, comme on l'a déjà mentionné dans notre revue de la littérature. Mais on découvre par cette étude que ces risques sont amplifiés et changent par le changement de la région de la mission.

En conclusion, notre étude met en évidence l'importance de prendre en compte les risques environnementaux et organisationnels dans le management des projets topographiques, en particulier dans des environnements difficiles comme celui du désert.

Les stratégies identifiées offrent des pistes concrètes pour atténuer ces risques et garantir le succès du projet tout en préservant la sécurité et le bien-être des travailleurs. Finalement, Nous soulignons l'importance de documenter ces stratégies et d'appliquer des études d'analyse des risques comme l'étude AMDEC, avant de lancer dans la mission, afin de faciliter leur gestion par des travailleurs peu expérimentés. Ce chapitre examine en détail la réalisation d'une étude topographique pour la réalisation de la route Tindouf-Zouerate, en mettant l'accent sur les étapes et les processus impliqués. La matrice AMDEC a été élaborée pour identifier et évaluer les risques potentiels tout au long du projet. Les résultats ont révélé les principaux modes de défaillance, leurs effets et leur criticité, offrant ainsi une vision claire des risques associés. Les principaux facteurs de risque ont été identifiés, notamment

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

l'environnement désertique et la nature des travaux topographiques.

CONCLUSION GENERALE

Le management des risques associés aux travaux topographiques et similaires revêt une importance cruciale pour toute entreprise. Elle permet non seulement de prévenir les pertes financières et matérielles, mais aussi de garantir la santé et la sécurité de ses employés.

En reconnaissant les risques éventuels, les entreprises peuvent instaurer des mesures préventives afin de minimiser les incidents et les accidents sur le terrain.

De plus, une gestion efficace des risques contribue à garantir que les projets sont réalisés dans les délais et budgets impartis, tout en maintenant une qualité élevée.

Ainsi, le management des risques est un élément clé pour atteindre les objectifs de l'entreprise de manière efficiente et durable, tout en assurant le bien-être des employés et la pérennité des opérations.

Notre étude visait à examiner ces disparités en utilisant l'entreprise SETO comme terrain de recherche, afin d'analyser et découvrir les stratégies adoptées pour faire face aux risques dans l'étude topographique de la réalisation de la route Tindouf-Zouerate.

Notre mémoire s'est constitué en trois chapitres.

Le premier chapitre a couvert les concepts théoriques des projets topographiques et du management des risques à l'aide de l'outil d'analyse des risques AMDEC.

Ensuite, nous avons expliqué la méthode utilisée dans la partie pratique et les méthodes de collecte des données, et la présentation de l'entreprise SETO.

Enfin, on a fait la partie pratique pour répondre à notre question de recherche.

Nous avons trouvé que les stratégies les plus importantes pour gérer les risques dans ce domaine incluent le travail en équipe, le bon choix du personnel impliqué dans le projet, et l'assurance de bonnes conditions de vie. Dans le projet étudié, bien que les équipes topographiques aient géré les risques de manière efficace et rapide, atteignant ainsi leurs objectifs dans les délais sans utiliser d'outils de management des risques, nous soulignons la nécessité et l'importance de ces outils dans ce contexte.

En particulier, l'outil AMDEC s'est révélé précieux pour identifier, évaluer et prioriser les risques potentiels. Il est également utile pour documenter indirectement les expériences, les opportunités saisies, et les enseignements, afin de former les travailleurs inexpérimentés.

Pour les futures études et projets, nous recommandons plusieurs actions :

Premièrement, il est crucial de sensibiliser les travailleurs, notamment les topographes, à l'importance des outils de management des risques, avec une attention particulière portée à l'outil AMDEC. Cette sensibilisation peut être réalisée à travers des sessions de formation, des

ateliers pratiques et des séminaires qui démontrent les avantages concrets de l'AMDEC dans la réduction des risques et l'amélioration de la qualité des travaux.

Deuxièmement, il est important de continuer à développer et à intégrer des outils comme l'AMDEC dans la planification et la gestion des projets topographiques. Cela inclut non seulement l'utilisation de ces outils, mais aussi leur amélioration continue en fonction des retours d'expérience et des avancées technologiques. L'intégration de l'AMDEC dès les phases initiales des projets permet d'identifier et de mitiger les risques de manière proactive, contribuant ainsi à une exécution plus fluide et sécurisée des travaux.

Troisièmement, l'intégration des concepts théoriques et des leçons apprises sur le terrain est indispensable. Les théories de gestion des risques et les meilleures pratiques doivent être constamment mises à jour et adaptées en fonction des expériences réelles rencontrées sur les chantiers.

Les limites de la recherche

- La rareté des études antérieures sur le management des risques topographiques.
- La rareté des études théoriques antérieures sur les travaux topographiques.
- La difficulté d'observer les situations sur le terrain.
- La difficulté de mettre en cohérence les notions théoriques topographiques avec les notions théoriques de management.
- L'éloignement du lieu du projet d'étude de cas : les territoires algériens et mauritaniens.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Articles

- ALAOUI, M., & DHIBA, Y. (1er janvier 2022). Le management des risques : cadre théorique. Mohammedia, Maroc, International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics, 3(1-1), 118-142 p.
- ALEXENDRE, M. (1er avril 2020). Le management des risques dans un projet. Paris, France, INSTITUT G4, 20 p.
- BENACHENHOU, A., ALLAL, M., LAKERMI, A., & VERDEL, T. (1er avril 2016). Vers un management des risques dans un projet routier par la méthode MADS-MOSAR. Tlemcen, Algérie, Université Aboubakar Belkaid, 7 p.
- BIRONNEAU, D., & PARISSÉ, G. (2003). Fiabiliser les données d'un système d'information de gestion par la méthode AMDEC : principes et études de cas. Revue Française de Gestion Industrielle, vol 29 N1, 22 p.
- BOULAT, A. (26 juin 2008). Risques professionnels dans le bâtiment et les travaux publics. Paris, France, Association paritaire de santé au travail du bâtiment et des travaux publics, 10 p.
- DODIER, N. (1986). La fugacité des chantiers : inspection du travail et prévention des risques professionnels dans le secteur du Bâtiment et travaux publics. Université de Montréal, Canada, Sociologie et sociétés, 12 p.
- GILLES, G. (décembre 2003). Pour une histoire de gestion de projet. Champs-sur-Marne, France, Université de Marne-la-Vallée, 14 p.
- KEREBEL, P. (2009). Management des risques Inclus secteurs Banque et Assurance. Paris, France, Eyrolles, 194 p.
- L'analyse des risques. (2006). Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale, 60 p.
- MASSANT, J. (2018). La gestion de projet et des risques, un défi majeur pour toute entreprise : Analyse du cas de la STIB. Mémoire de master, Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 120 p.
- OKOYE, P. (juin 2018). Occupational Health and Safety Risk Levels of Building Construction Trades in Nigeria. Construction Economics and Building, 92-109 p.

Ouvrages

- KEARNS, O. (2018). Developing health and safety guidance for geodetic engineering surveyors. Thèse de doctorat, National University of Ireland, Galway, 292 p.

- MAZOUNI, M. (2008). Pour une Meilleure Approche du Management des Risques : De la Modélisation Ontologique du Processus Accidentel au Système Interactif d'Aide à la Décision. Thèse de doctorat, l'Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, France, 211 p.

Livres

- ISO 14971 :2019. Dispositifs médicaux — Application de la gestion des risques aux dispositifs médicaux. Organisation internationale de normalisation (ISO), 2019.
- KELADA, J. (1994). L'AMDEC. [En ligne]. Centre d'étude en qualité totale, Ecole des hautes études commerciales, 17 p.
- BABACAR, S. (novembre 2019). Gestion de projets. [En ligne]. GOETHE Institut, Munich, Allemagne, 20 p.
- LEFAYET, S., & Jahirul, H. (octobre 2011). Méthode d'analyse des risques : AMDEC/FMECA dans les organisations. Borås, Suède, Université de Borås, 9 p.
- Etude AMDEC des équipements critiques. [En ligne]. Faculté des sciences techniques, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, 28 p.

Polycopiés de cours

- BEN HADJ SALEM, A. (September 2017). Cours de Géodésie pour les Élèves Ingénieurs - de l'Option Géomatique. Tunis, Tunisie, Université El Manar Ecole Supérieure Privée de l'Aéronautique et des Technologies de Tunis, 306 p.
- KAID, N. (2015/2016). TOPOGRAPHIE Partie I Notions de bases. Oran, Algérie, Faculté d'Architecture et de Génie Civil Département de Génie Civil, 98 p.
- TABANI. [En ligne]. Gestion de projets, Faculté de sciences de la nature et de la vie, Université de Hassiba Ben Bouaali - Chlef, 32 p.
- TALEB, H. (2022-2023). Polycopie Cours : Topographie 2. Mila, Algérie, Centre Universitaire de Abdelhafid Boussouf - Mila Faculté de Science de Technologie Département Génie Civil et d'Hydraulique, 74 p.
- NGOUAJIO, M. (2015). Notions de topographie et topométrie. Vaulx-en-Velin, France, Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP) Département de Topographie, 31 p.

Webographie

- Appvizer. (S.d.). AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité.

<https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/amdec>

Consulté le 25 février 2024.

- Blog Gestion de Projet. (S.d.). Matrice des risques : Modèle Excel et tutoriel vidéo. Blog Gestion de Projet.

<https://blog-gestion-de-projet.com/matrice-des-risques-modele-excel-et-tutoriel-video>

Consulté le 7 mars 2024.

- Institut G4. (2020, 1 avril). Le management des risques dans un projet. <https://www.institut-g4.fr/2020/04/01/le-management-des-risques-dans-un-projet/>

Consulté le 7 mars 2024.

- Batiadvisor. (S.d.). Gestion de chantier.

<https://www.institut-g4.fr/2020/04/01/le-management-des-risques-dans-un-projet/>

Consulté le 5 avril 2024.

ANNEXES

ANNEXE A – GUIDE D'ENTRETIEN



Guide d'entretien



Thème : La contribution au management des risques de l'étude topographique à l'aide de l'outil AMDEC : Cas du projet de la route Tindouf-Zouerate

Date : 08/05/2024

Lieu : Oran, Castor

Objectif : Je suis BENTATACH Sabah Aicha étudiante en Master Entrepreneuriat et Management de projet à l'École nationale Supérieure de Management. Dans le but d'enrichir mon travail de recherche qui porte essentiellement sur le management des risques et mise en place de la matrice AMDEC en projet de la route Tindouf-Zouerate, je vous propose monsieur ce guide d'entretien, avec mon maitre de stage Monsieur DALLA, en espérant d'avoir des réponses à mes questions présentes ci-dessous :

1. Y a-t-il des risques pour la santé des travailleurs ou pour la réalisation des objectifs spécifiques liés aux travaux topographiques dans ce domaine ou dans le cadre du projet étudié (ou projets de l'entreprise) ?
2. Pourriez-vous partager vos expériences personnelles concernant les risques topographiques rencontrés dans ce projet ?
3. Pourriez-vous discuter des stratégies actuelles de gestion des risques associés aux travaux topographiques ? Quels outils ou méthodes sont actuellement utilisés pour identifier et évaluer ces risques ?
4. Quels sont les principaux défis rencontrés dans la gestion de la maintenance corrective dans ce contexte ?
5. Comment les risques topographiques affectent-ils les opérations quotidiennes du projet étudié ?
6. Y a-t-il eu des opportunités saisies ou des enseignements tirés de la mise en œuvre du management des risques au sein de l'entreprise ?
7. Quels moyens de communication sont employés pour tenir informées les parties prenantes concernant un risque spécifique et quel est l'état actuel de ce risque ?
8. Est-ce que vous utilisés la méthode AMDEC ?
Si oui, pouvez-vous expliquer votre compréhension de l'AMDEC ?
9. Avez-vous des exemples concrets où l'AMDEC a été utilisée avec succès pour gérer les risques topographiques ?
10. Quelles mesures sont prises pour former et sensibiliser les équipes à l'utilisation de l'AMDEC dans la gestion des risques topographiques ?

ANNEXE B – GUIDE DE FOCUS GROUP



Guide de Focus Group



Thème : La contribution au management des risques de l'étude topographique à l'aide de l'outil AMDEC : Cas du projet de la route Tindouf-Zouerate.

Date : 11/05/2024

Lieu : Oran, Castor

Objectif : Je suis BENTATACH Sabah Aicha étudiante en Master Entrepreneuriat et Management de projet à l'École nationale Supérieure de Management. Dans le but d'enrichir mon travail de recherche qui porte essentiellement sur le management des risques et mise en place de la matrice AMDEC en projet de la route Tindouf-Zouerate, je vous propose monsieur ce guide de FG, je vais utiliser la technique : Le focus group par le questionnement, car je vais travailler avec un groupe homogène, je vous présente l'équipe et les questions ci-dessous :

L'équipe

Nom et Prénom	Poste
CHITTA Abdelaziz.	Coordinateur.
BELALLOU Ismail.	Chef de mission.
BERRAYAH Abed El Ghandi.	Chef de brigade.
FAHEM Mohamed.	Chef de mission.
OUELDELHADJ Brahim.	Ingénieur topographique.
CHITTA Mohamed.	Ingénieur topographique.

Les questions

1. Pouvez-vous partager une expérience personnelle où vous avez été confronté à des risques topographiques dans votre travail ?
2. Pouvez-vous identifier les risques liés aux travaux topographiques de ce projet ?
3. Quelles stratégies utilisez-vous actuellement pour gérer les risques associés aux travaux topographiques dans ce projet ?
4. Quels sont les principaux défis que vous avez rencontrés lors de ce projet ?
5. Comment les risques topographiques affectent-ils les opérations quotidiennes de projet ?
6. Comment la communication et la coordination sont-elles gérées en cas de survenue de risques topographiques ?
7. Pouvez-vous expliquer votre compréhension de l'AMDEC et comment cet outil est appliqué dans la gestion des projets topographiques dans notre contexte ?

ANNEXE C – CERTIFICAT ISO 14001

Certificat

Référentiel **ISO 14001:2015**

Enregistré sous le n° **01 104 1918329**

Titulaire du certificat:

Société d'Etudes Technique d'Oran



Rond-point les castors BP9977
EL-MAKKARI 31007
-ORAN- Algérie

Domaine de validité:

Prestations d'études et de contrôle des travaux dans le domaine des infrastructures de base (Routes, Autoroutes, Ouvrages d'art, Aérodrômes, chemins de fer, voie et réseaux divers Etude environnementale et hydraulique).

Par l'audit, la conformité aux exigences de la norme ISO 14001:2015 a été démontrée.

Validité:

Ce certificat est valable du 03 09 2019 jusqu'au 02 09 2022.
Certification initiale 2019.

04.09.2019

TÜV Rheinland Cert GmbH
Am Grauen Stein 51105 Köln

www.tuv.com



DAKKS

Deutscher
Akkreditierungsrat
D-10117 Berlin



TÜVRheinland
Precisely Right.

ANNEXE D – CERTIFICAT ISO 9001

Certificat



Référentiel

Enregistré sous le n°

01100

Titulaire du certificat:

Société d'Etudes Techniques d'ORAN



Rond-point les castors BP9977
EL-MAKKARI 31007
-ORAN- Algérie

Domaine de validité:

Prestations d'études et de contrôle des travaux dans le domaine des infrastructures de base (Routes, Autoroutes, Ouvrages d'art, Aéroports, chemins de fer, voirie et réseaux divers Etude environnementale et hydraulique).

Par l'audit, la conformité aux exigences de la norme ISO 9001:2015 a été démontrée

Validité:

Ce certificat est valable du 03.09.2019 jusqu'au 13.06.2022.
Certification initiale 2007

04.09.2019

TÜV Rheinland Cert. 01001
Ave. Général de Gaulle - 51105 ROY

www.tuv.com



DAKKS

Accréditation
conformité
à la norme ISO 9001



TÜVRheinland
Precision Right.

ANNEXE E – CERTIFICAT ISO 45001

Certificat

Référentiel **ISO 45001:2018**

Enregistré sous le n° **01 113 1918329**

Titulaire du certificat:

Société d'Etudes Technique d'Oran



Rond-point les castors BP9977
EL-MAKKARI 31007
-ORAN- Algérie

Domaine de validité:

Prestations d'études et de contrôle des travaux dans le domaine des infrastructures de base (Routes, Autoroutes, Ouvrages d'art, Aérodrômes, chemins de fer, voirie et réseaux divers Etude environnementale et hydraulique).

Par l'audit, la conformité aux exigences de la norme ISO 45001:2018 a été démontrée.

Validité:

Ce certificat est valable du 03.09.2019 jusqu'au 02.09.2022.
Certification initiale 2019

04.09.2019

TÜV Rheinland Cert GmbH
Am Grauen Stein · 51105 Köln

ANNEXE F – LA CARTOGRAPHIE DES PROCESSUS

Amélioration continue du Système de Management QHSE

Contexte de l'entreprise ; Besoins et attentes des parties intéressées ; Exigences clients

Ecoute
Partie
Intéressée
(PR02)

Planification
Système de
Management QHSE
- Contexte de l'entreprise
- Politique QHSE
- Objectifs QHSE
- Risques et opportunités

Revue de
Direction
Analyse des
Risques
(PR01)

- Revue du système
- Modérateurs aux 100%
- Suivi des objectifs QHSE
- Enquête de satisfaction client
- Surveillance et mesure des processus et du produit
- Produit non conforme
- Non conformités et Actions Correctives
- Les résultats d'audit
- Les performances des Prestataires externes
- L'efficacité des actions face au Risques et Opportunités
- Les opportunités d'amélioration performance HSE
- résultats des consultations et participations
- Obligation de conformité
- Situations d'urgences

Communication interne

Commercial (PR02) Gestion des Prestataires Externes (PR 11) Etudes (PR 03) Contrôle Et Suivi (PR04) Topographie (PR05)

GRH (PR06) Logistique (PR07) Conformité Réglementaire (PR12)

→ Activités ajoutant de la valeur - - - → Flux d'informations

