

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للتكنولوجيا

Ecole nationale supérieure de technologie

Département : Génie Industriel Et Maintenance

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'état

Option : Génie industriel

Contribution à l'évaluation du projet d'investissement : implémentation des racks confinés informatiques dans le cadre de la mise en place des solutions environnementales aux seins des datas center de Djazzy.

Réalisé par :

M. KADI Abdelhak

Les membres de Jury :

Mr. RAHMOUNE Mahdi	Président
Dr. GHOMARI Leila	Promoteur
Mme. BELAIDI Djahida	Examinateur

Alger, le 25/06/2023

Dédicace

À ma chère famille,

Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour votre soutien indéfectible tout au long de mon parcours académique et la réalisation de mon PFE. Votre amour, votre encouragement et votre patience ont été des sources d'inspiration inestimables. Vous avez été mes piliers dans les moments de doute et mes plus fervents supporters dans les moments de réussite. Cette réalisation est également vôtre, car c'est grâce à votre amour et votre soutien que j'ai pu me consacrer pleinement à mes études.

Je vous dédie ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance éternelle.

KADI Abdelhak

Remerciements

Tout d'abord, "El Hamdoulilah", je tiens à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance envers Allah pour m'avoir donné la force, la persévérance et la clairvoyance tout au long de l'élaboration de ce travail.

Je souhaite également exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Vos conseils, vos encouragements et votre soutien ont été inestimables et ont grandement contribué à mon accomplissement.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers Madame GHOMARI Leila, mon encadrante, pour ses précieux conseils, son expertise et sa disponibilité tout au long de ce travail. Sa patience et son dévouement ont été d'une aide précieuse et ont grandement enrichi mon parcours académique.

Un remerciement spécial à Monsieur Mustafa Meziani, Top Manager de Djezzy, qui m'a offert l'opportunité de réaliser ce mémoire au sein de son entreprise. Sa confiance en moi et son soutien ont été des facteurs déterminants dans la réussite de ce travail.

Enfin, je tiens également à remercier mes amis et ma famille pour leur soutien indéfectible, leur compréhension et leurs encouragements tout au long de ce parcours.

Table des matières

Dédicace	1
Remerciements	2
Introduction générale	1
Première partie Etude bibliographique	3
1 Généralités sur l'investissement	4
1.1 Introduction	5
1.2 Définition de l'investissement	5
1.2.1 Selon la perspective économique	5
1.2.2 Selon les perspectives comptables	5
1.2.3 Selon les perspectives financières	6
1.2.4 Selon la perspective stratégique	6
1.3 Investissement par typologie	6
1.3.1 Investissement par nature	6
1.3.2 Investissement selon les objectifs	6
1.3.3 Investissement selon le niveau de dépendance	7
1.4 Caractéristiques d'un projet d'investissement	8
1.4.1 Les dépenses initiales d'investissement	8
1.4.2 Les cash-flows	8
1.4.3 Durée de vie	8
1.4.4 Valeur résiduelle	9
1.5 Méthodes financière d'analyse des projets	9
1.5.1 Valeur Actuelle Nette (VAN)	9
1.5.2 Taux de Rendement Interne	9
1.5.3 Délai de récupération (Payback)	10
1.5.4 Indice de profitabilité	10
1.6 Conclusion	10
2 Notions de base en management de projet	11
2.1 Introduction	12
2.2 Définition du projet	12
2.3 Management projet	13
2.4 Relation entre portefeuille et programme	14
2.5 Cycle de vie d'un projet	14
2.6 Parties prenantes du projet	15
2.7 Groupe processus de management de projet	15

2.7.1	Groupe de processus d'initialisation	16
2.7.2	Groupe de processus de planification	16
2.7.3	Groupe de processus d'exécution	17
2.7.4	Groupe de processus de maîtrise	17
2.7.5	Groupe de processus de clôture	17
2.8	Conclusion	17
3	Risque projet et analyse des risques	18
3.1	Introduction	19
3.2	Définition du mot risque	19
3.3	Typologies générale des risques	19
3.4	Risque versus Menace versus Danger	20
3.5	Risque de projet	20
3.6	Caractéristiques d'un risque	21
3.7	Analyse des risques et objectifs	22
3.8	Etapes d'une analyse de risques (Méthodologie générale)	22
3.9	Classification des méthodes d'analyse des risques	23
3.10	Principe de quelques méthodes d'analyse des risques	25
3.11	Conclusion	27
Deuxième partie Evaluation du nouveau projet d'investissement : cas : « implémentation des racks confinés dans des data center » au sein de djezzy		28
4	Présentation de l'organisme d'accueil et l'environnement du travail	29
4.1	Introduction	30
4.2	Présentation de l'entreprise Djezzy	30
4.3	Organigramme de l'entreprise	31
4.4	Département du Technique/Technologie (Core Environment & Network)	32
4.5	Conclusion	34
5	Etude technico-économique du projet racks confinés	35
5.1	Introduction	36
5.2	Définir la démarche du travail	36
5.2.1	Objectif du notre travail	37
5.3	Phase 1 : Définition de la problématique	37
5.3.1	QQOQCCP	37
5.4	Phase 2 : Mesure et Diagnostic de la situation actuelle	38
5.4.1	Refroidissement au sein des centres de calcul actuels de Djezzy	38
5.5	Phase 3 : Analyse et Interprétation générale des résultats de la Situation actuelle	40
5.5.1	Diagramme d'Ishikawa	40
5.5.2	Matrice SWOT	40
5.6	Phase 4 : Améliorer et évaluer la solution des racks confinés	42
5.6.1	Description de la solution et son fonctionnement	42
5.6.2	Analyse fonctionnelle de la technologie	43
5.6.3	Matrice de faisabilité	46
5.6.4	Identification des parties prenantes (Matrice RACI)	47

5.6.5	Analyse des risques	50
5.6.6	Analyse de rentabilité financière	54
5.7	Interprétation des résultats de l'étude et synthèse	55
5.7.1	Synthèse de la problématique	55
5.7.2	Synthèse sur la Solution	55
5.7.3	Résultats de l'étude de faisabilité	55
5.7.4	Résultats de l'analyse des risques	56
5.7.5	Résultats de l'analyse de rentabilité financière	56
5.8	Conclusion	57
Conclusion et perspectives		58
Annexes		60
A		61
B		64
Résumé		72
Abstract		73
74	ملخص	

Table des figures

2.1	Groupe processus de management de projet	16
3.1	matrice de criticité des risques	21
3.2	Méthodologie générale d'analyse des risques (DIMAS)	23
3.3	classification des méthodes analyse des risques	24
3.4	Démarches inductives et déductives	25
4.1	Fiche technique de l'entreprise DJEZZY	31
4.2	organigramme de l'entreprise Djezzy	31
4.3	les services du département technique & technologie	32
4.4	Armoire informatique simple (racks)	33
4.5	Infrastructure du data centers	33
5.1	Démarche du travail	36
5.2	la distribution de la chaleurs aux seins des data center[3]	39
5.3	Diagramme d'Ishikawa	40
5.4	Matrice SWOT des centres de données actuelles de Djezzy	41
5.5	les racks confinés	43
5.6	principe du free cooling	43
5.7	Diagramme de bête a corne et le diagramme de pieuvre pour la technologie	44
5.8	Cahier de charge	45
5.9	Matrice de faisabilité	47
5.10	matrice RACI phase initiale	49
5.11	Matrice de criticité des risques	50
5.12	Classification des risques selon la matrice de criticité	51
5.13	cartographie des risques	52
5.14	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité	53
5.15	Analyse de rentabilité financière	54
A.1	racks confinés	62
A.2	la solution dans un data center	62
A.3	racks confinés nomenclature	63
B.1	Evaluation de M2I	64
B.2	Evaluation de NEFTER	65
B.3	les taches et leurs durées	65
B.4	Diagramme de Gantt	65
B.5	Project business case racks confinés	68

Liste des tableaux

- 2.2 Types de cycles de vie de projet 15
- 5.1 QQQQCCP 38
- 5.3 Situation actuelle des data centers de Djezzy 41
- A.1 caractéristiques et avantages de la solution racks confinés 61

Liste des sigles et acronymes

DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
VAN	<i>Valeur Actuelle Nette</i>
TRI	<i>Taux de Rendement Interne</i>
IP	<i>Indice de profitabilité</i>
PB	<i>Délai de récupération</i>
CF	<i>cash-flow</i>
DIMAS	<i>Définition, Identification, Mesurer , Analyser, Synthèse</i>
APR	<i>Analyse Préliminaire des Risques</i>
FTA	<i>Fault Tree Analysis (arbre de défaillance)</i>
AMDEC	<i>Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité</i>
SPA	<i>société par action</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>

Introduction générale

Face à un environnement caractérisé par la mondialisation, l'augmentation des opportunités et la concurrence croissante, les entreprises algériennes du secteur des télécommunications et des réseaux, telles que Djezzy, sont confrontées à des défis et des opportunités uniques. Dans un pays où le secteur des télécommunications a connu une croissance significative ces dernières années, ces entreprises sont appelées à moderniser, innover et accroître leur capacité de production de richesses nationales. Ainsi, l'investissement devient une nécessité pour se positionner stratégiquement sur le marché, répondre aux besoins croissants des consommateurs et rester compétitives, que ce soit sur le plan financier, commercial, ou en termes d'innovation et de technologies.

Au cours des dernières années, nous avons été témoins d'une évolution remarquable des technologies ayant un impact positif sur l'environnement. Les entreprises, conscientes de l'importance de la durabilité, ont intensifié leurs investissements dans ces technologies éco-responsables. Que ce soit dans le domaine des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique, de la gestion des déchets ou de la mobilité durable, de nouvelles solutions technologiques voient le jour et offrent des opportunités significatives pour réduire l'empreinte carbone des entreprises et promouvoir un développement durable, à la fois respectueux de l'environnement et économiquement rentable.

Cependant, pour garantir le succès et la rentabilité de ces projets d'investissement, une gestion efficace est essentielle. Le management de projet joue un rôle crucial dans la réussite des initiatives entrepreneuriales, surtout dans un environnement économique en constante évolution où les entreprises cherchent à développer de nouvelles opportunités et à optimiser leurs investissements.

Parmi les différentes phases du management de projet, la phase d'initiation revêt une importance particulière. C'est au cours de cette phase que les bases du projet sont posées, les objectifs sont définis et les décisions clés sont prises. Elle permet d'évaluer la faisabilité technique, commerciale et financière du projet, ainsi que d'identifier les risques auxquels il pourrait être confronté. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail qui vise à réaliser un business case pour le projet d'investissement des racks confinés que Djezzy envisage de mettre en place au sein de ses data centers. L'objectif est d'offrir les meilleures conditions possibles de fonctionnement des serveurs en termes de sécurité, de redondance et de climatisation, tout en réduisant les coûts liés à la consommation d'énergie.

Dans le cadre de mon projet de fin d'études, nous allons adopter une démarche similaire à celle du DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). L'enchaînement de notre

travail comprendra les étapes suivantes : Définir la problématique, Mesurer et analyser, introduction de la solution, Évaluation de la solution. En adoptant cette démarche, nous pourrons aborder notre projet de fin d'études de manière structurée et méthodique. Nous pourrons ainsi résoudre efficacement la problématique identifiée, développer des solutions pertinentes et évaluer leur impact. Cette approche nous permettra d'atteindre les objectifs fixés et d'apporter une contribution significative dans notre domaine d'étude.

La première partie de ce mémoire est consacrée à l'étude bibliographique qui sera divisée en trois chapitres suivants : généralité sur l'investissement, notions et référentiels de base en management de projet, risque projet et analyse des risques.

La deuxième partie est consacrée à l'évaluation de ce projet et elle sera divisée aussi sur deux chapitres : présentation de l'organisme d'accueil (Djezzy) , étude techno-économique du nouveau projet et interprétation des résultats obtenus.

Première partie
Etude bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur l'investissement

1.1 Introduction

L'investissement est une activité cruciale pour assurer la prospérité et la croissance à long terme d'une entreprise. Cependant, prendre des décisions d'investissement n'est pas une tâche facile, car cela implique de choisir les projets les plus rentables tout en minimisant les risques. Pour ce faire, les entreprises doivent disposer d'une connaissance approfondie de leur marché, de leur environnement concurrentiel, de leurs propres ressources, ainsi que d'une solide compréhension des différentes méthodes d'analyse des projets d'investissement.

Ce chapitre consacré aux généralités sur l'investissement aborde plusieurs aspects importants. Tout d'abord, il explore les différentes perspectives de la définition de l'investissement, en examinant ses dimensions économiques, comptables, financières et stratégiques. Ensuite, il présente une typologie des investissements, en analysant leurs différentes natures, objectifs et niveaux de dépendance. Ensuite, les caractéristiques clés des investissements sont étudiées, telles que les dépenses initiales, les flux de trésorerie nets, la durée de vie et la valeur résiduelle. Enfin, les méthodes financières d'analyse des projets d'investissement sont présentées, notamment le VAN, le TRI, l'indice de rentabilité et le délai de récupération.

Ce chapitre fournit les bases nécessaires pour comprendre et évaluer de manière approfondie les projets d'investissement. Il offre une vision d'ensemble qui permet aux décideurs de prendre des décisions informées et d'améliorer leurs chances de réussite dans le domaine de l'investissement.

1.2 Définition de l'investissement

L'investissement est généralement défini comme une conversion de ressources financières en biens et services[13].

Cependant, il existe plusieurs définitions pour le mot investissement et cela selon divers points de vue, ou bien perspectives qu'on citera au dessous :

1.2.1 Selon la perspective économique

L'investissement désigne l'achat de biens de production tels que des machines ou des équipements, dans le but de générer des revenus futurs. L'investissement est donc considéré comme un facteur clé de la croissance économique[16].

1.2.2 Selon les perspectives comptables

L'investissement désigne l'ensemble des biens matériels et immatériels acquis ou produits par une entreprise, qui sont destinés à demeurer dans la société à long terme, sans subir de modification substantielle[19].

1.2.3 Selon les perspectives financières

La définition la moins contraignante de l'investissement est celle qui considère qu'il s'agit de prendre la décision de dépenser de l'argent dès maintenant, dans le but de générer un bénéfice sur plusieurs périodes consécutives[6].

1.2.4 Selon la perspective stratégique

D'après les experts en stratégie, un investissement doit permettre à l'entreprise d'améliorer sa position face à la concurrence, afin d'augmenter durablement la valeur de la société[19]

1.3 Investissement par typologie

Il existe plusieurs typologies d'investissement que soit selon la nature, les objectifs ou la dépendance des projets :

1.3.1 Investissement par nature

Un investissement par nature se réfère au type d'actif dans lequel l'investisseur place son argent[13]. Il peut s'agir :

- **Les investissements incorporels** : L'investissement immatériel désigne les dépenses à long terme effectuées par les entreprises dans le but d'améliorer leurs performances, à l'exclusion des achats d'actifs fixes. Ces dépenses concernent des éléments non matériels tels que la recherche et développement, la formation, les logiciels, la publicité, etc.
- **Les investissements corporels** : Ces investissements à long terme portent sur l'acquisition de biens matériels tels que des équipements, des installations techniques, des machines et des outils.
- **Les investissements financiers** : Il s'agit ici de l'investissement financier qui implique l'achat de valeurs mobilières telles que des actions, des obligations et des titres, ainsi que la fourniture de prêts à long terme. Cela permet à une entreprise de prendre part à la gestion et au contrôle d'autres sociétés.

1.3.2 Investissement selon les objectifs

L'investissement par objectifs consiste à investir dans des actifs financiers en fonction d'objectifs spécifiques à atteindre. Ce type implique de définir des objectifs financiers clairs et réalistes, ainsi que des échéances pour les atteindre [4]. Ensuite, vous pouvez choisir les

types d'investissements qui correspondent le mieux à chaque objectif en fonction de votre profil d'investisseur, parmi ses investissements par objectifs on cite 3 catégories principale :

- a) **Investissement productifs** : Ils comprennent notamment :
- **Investissements de renouvellement ou de remplacement** : Les investissements visent à maintenir la capacité de l'entreprise et sont effectués pendant la période d'exploitation de l'investissement initial.
 - **Investissements de capacité (ou d'expansion)** : Ces investissements favorisent la croissance interne et externe de l'entreprise en élargissant son marché ou en en conquérant un nouveau. Ils visent à augmenter le potentiel productif de l'entreprise en se dotant de moyens supplémentaires.
 - **Investissements de productivité (ou de modernisation)** : Ces investissements visent à diminuer le coût de production à production constante. Ils peuvent prendre différentes formes, telles que l'acquisition de nouveaux équipements, l'adoption de nouveaux procédés de fabrication ou encore l'organisation de la production de manière différente en améliorant les techniques.
- b) **Investissements stratégiques** : Ces investissements font partie de la stratégie à long terme de l'entreprise et peuvent avoir un impact important sur son développement. Ils sont définis directement dans le cadre du plan stratégique de l'entreprise. Par exemple, cela peut inclure la décision de créer une filiale à l'étranger, de diversifier les activités en lançant de nouveaux produits, de mettre en place un programme de recherche et développement ou encore d'acquérir une entreprise pour gagner des parts de marché. Toutefois, ces investissements comportent des risques importants car ils engagent fortement l'avenir de l'entreprise et peuvent mettre en danger sa survie en cas d'évolution défavorable.
- c) **Investissement obligatoire** : Certains investissements sont obligatoires car ils sont imposés par des réglementations d'ordre public ou par des engagements négociés avec les salariés. Ils concernent la protection de l'environnement, l'amélioration des conditions de travail, la sécurité des employés, les programmes de formation ou de reconversion, et d'autres aspects similaires.

1.3.3 Investissement selon le niveau de dépendance

On distingue les projets indépendants, les projets mutuellement exclusifs et les projets complémentaires [13] :

- **Investissements complémentaires** : Si les différents investissements peuvent être combinés pour créer un nouveau projet qui bénéficie de leur complémentarité, alors ils sont considérés comme complémentaires. Cela crée une interdépendance entre ces investissements, qui nécessite une analyse globale dans le cadre d'un programme.
- **Investissements indépendants** : L'indépendance financière de deux investissements se produit lorsque la réalisation ou non de l'un n'affecte pas le calendrier des flux de trésorerie de l'autre. En d'autres termes, leur exécution ne dépend pas l'une de l'autre sur le plan financier

- **Investissement incompatible (mutuellement exclusif)** : Si un investissement est en contradiction avec l'orientation stratégique déterminée par une entreprise, il est considéré comme incompatible par rapport à l'objectif stratégique assigné. En d'autres termes, l'investissement va à l'encontre de la direction stratégique choisie par l'entreprise.

1.4 Caractéristiques d'un projet d'investissement

Quelle que soit sa nature, chaque projet peut être caractérisé par :

1.4.1 Les dépenses initiales d'investissement

Le capital investi dans un projet d'investissement correspond aux dépenses engagées pour l'acquisition et la construction de l'actif concerné, incluant les coûts liés aux études préalables, aux essais et aux frais accessoires tels que les honoraires et les redevances. Ces dépenses sont généralement investies en une ou plusieurs fois, en fonction de la nature et de la durée de vie de l'investissement[9].

1.4.2 Les cash-flows

Le cash-flow d'un investissement est le résultat de la différence entre les encaissements et les décaissements générés pendant la période d'exploitation de l'investissement. En d'autres termes, il s'agit du flux de trésorerie net généré par l'activité de l'investissement [9].

En supposant que les recettes correspondent au chiffre d'affaires et que les dépenses correspondent aux charges décaissables, on peut écrire que le cash-flow est égal à la différence entre les recettes et les dépenses de l'investissement, ajustées pour les paiements en espèces effectués pendant la période considérée, donc la formule du cash-flow est la suivante :

$$\text{Cash-flow} = \text{Recettes} - \text{Charges décaissables}$$

1.4.3 Durée de vie

La période étudiée pour la projection des flux de trésorerie nets est celle pendant laquelle on peut raisonnablement s'attendre à des résultats financiers positifs. Toutefois, pour les projets majeurs ayant une longue durée de vie (entre quinze et vingt ans), le choix de la période de projection est plus difficile car il devient plus difficile de faire des prévisions précises en raison de l'incertitude qui entoure ces projets à long terme [16].

1.4.4 Valeur résiduelle

Il s'agit du montant final net qui est réalisé lors de la vente du bien sur le marché à la fin de sa durée d'utilisation, après déduction de tous les coûts associés à la vente.

1.5 Méthodes financière d'analyse des projets

Les méthodes financières d'analyse des projets sont des outils utilisés pour évaluer la rentabilité et la viabilité financière des investissements. Elles aident à prendre des décisions éclairées en examinant les flux de trésorerie, les coûts, les revenus et d'autres facteurs financiers pertinents.

1.5.1 Valeur Actuelle Nette (VAN)

Net Present Value (NPV) La valeur actuelle nette est un flux de trésorerie actualisé représentant l'enrichissement supplémentaire d'un investissement par rapport au minimum exigé par les apporteurs de capitaux[7].

$$\text{VAN} = \sum_{i=0}^n \frac{FT_i}{(1+r)^i} \quad (1.1)$$

Équation 1: Valeur actuelle nette

- FT_i : les flux de trésorie (cash-flow).
- r : taux d'actualisation (rentabilité minimale exigé par l'entreprise).

Regle de la décision :

- Si la $\text{VAN} < 0$ le projet est rejeté.
- Si la $\text{VAN} > 0$ le projet est accepté.
- Projets mutuellement exclusifs : VAN supérieur .

1.5.2 Taux de Rendement Interne

Taux de Rendement Interne TRI (Internalrate of return IRR) calcul le taux de rentabilité du projet[7].

$$\text{TRI} = r \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+r)^i} \quad (1.2)$$

Équation 2: Taux de rendement interne

1.5.3 Délai de récupération (Payback)

Il mesure le temps nécessaire pour récupérer le montant initial de l'investissement à partir des flux de trésorerie générés par le projet[7].

1.5.4 Indice de profitabilité

Il mesure la rentabilité d'un projet en comparant la valeur actualisée des flux de trésorerie nets générés par le projet à son coût initial.

$$I_p = \frac{\text{VAN}}{\text{capitale investi } (I_0)} \quad (1.3)$$

Équation 3: Indice de profitabilité

La règle de décision :

- Investir si $I_p > 1$
- Ne pas investir si $I_p < 1$
- Projets mutuellement exclusifs : choisir le I_p supérieur

1.6 Conclusion

En conclusion, ce chapitre sur les généralités de l'investissement nous a permis d'acquérir une vision globale et approfondie de cette activité cruciale pour la croissance et la prospérité des entreprises. Nous avons exploré différentes perspectives de définition de l'investissement, en nous penchant sur les aspects économiques, comptables, financiers et stratégiques. Cela nous a permis de comprendre l'importance de l'investissement dans chaque contexte et son rôle clé dans la croissance économique. Nous avons également examiné la typologie de l'investissement, en nous intéressant à sa nature, à ses objectifs et à son niveau de dépendance. Cette classification nous a permis de mieux appréhender les différentes formes d'investissement et de comprendre leurs implications spécifiques.

Par ailleurs, nous avons étudié les caractéristiques essentielles d'un projet d'investissement, telles que les dépenses initiales, les cash-flows nets, la durée de vie et la valeur résiduelle. Comprendre ces éléments est crucial pour évaluer la viabilité et la rentabilité d'un projet d'investissement.

Enfin, nous avons exploré les différentes méthodes financières d'analyse des projets, telles que la valeur actuelle nette (VAN), le taux de rendement interne (TRI), l'indice de profitabilité et le délai de récupération. Ces outils nous permettent de prendre des décisions éclairées en évaluant la rentabilité potentielle des projets.

Chapitre 2

Notions de base en management de projet

2.1 Introduction

L'évolution récente du travail en projet a conduit à sa professionnalisation grâce à l'émergence de nouvelles responsabilités, métiers et disciplines, notamment le management de projet. Aujourd'hui, toutes les organisations travaillent en projet dans le but de se démarquer de leurs concurrents et d'améliorer leur performance globale. Le management de projet est désormais considéré comme un élément stratégique crucial pour accroître les chances de réussite d'un projet et assurer le succès et la durabilité de l'organisation.

Dans ce chapitre intitulé "Notions de base en management de projet", nous aborderons six titres principaux qui jetteront les bases essentielles pour une compréhension approfondie du domaine :

- Définition du projet : Nous explorerons la nature et les caractéristiques fondamentales d'un projet, en mettant l'accent sur sa temporalité, ses objectifs et son caractère unique.
- Le management de projet : Nous examinerons les principes, les méthodes et les compétences clés nécessaires pour diriger et coordonner efficacement un projet, en mettant l'accent sur le rôle du chef de projet.
- Relation entre portefeuille et programme : Nous étudierons la relation entre le portefeuille de projets d'une organisation et les programmes qui les regroupent, en soulignant l'importance d'une vision globale et stratégique.
- Cycle de vie d'un projet : Nous parcourrons les différentes phases d'un projet, de sa conception à sa clôture, en soulignant les activités clés et les livrables associés à chaque étape.
- Les parties prenantes du projet : Nous examinerons l'importance des parties prenantes dans un projet, en identifiant les acteurs clés et en expliquant comment gérer leurs attentes et leurs besoins.
- Les groupes de processus de management de projet : Nous présenterons les cinq groupes de processus du management de projet définis par le Project Management Institute (PMI), à savoir l'initiation, la planification, l'exécution, le suivi et le contrôle, ainsi que la clôture.

En explorant ces différents aspects, ce chapitre fournira les connaissances et les référentiels de base nécessaires pour comprendre le domaine du management de projet. Une compréhension approfondie de ces notions permettra aux managers de mettre en œuvre des pratiques de gestion de projet efficaces, d'améliorer les performances de leur organisation et d'atteindre leurs objectifs stratégiques avec succès.

2.2 Définition du projet

La norme ISO 21500:2012 définit un projet comme étant un "processus unique, consistant en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, de coûts et de ressources".

Un projet est une initiative de durée limitée qui vise à créer un produit, un service ou un résultat unique. Il a une date de début et de fin déterminée, avec la fin marquée par l'atteinte des objectifs du projet, l'abandon du projet lorsque les objectifs ne peuvent pas être atteints, ou lorsque le projet n'est plus nécessaire. Le client peut également décider d'interrompre le projet. Le caractère temporaire d'un projet ne se réfère pas nécessairement à sa durée, mais plutôt à l'engagement et à la pérennité dans le temps. Le projet vise souvent à créer un résultat durable, tel qu'un monument national qui durera des siècles. Les projets peuvent également avoir un impact social, économique et environnemental à long terme [10].

En d'autre terme le projet est une initiative temporaire entreprendre dans le but de créer un produit, un Service ou un résultat unique, il a une date de commencement et une date de fin.

2.3 Management projet

Le management de projet est une pratique qui vise à améliorer les chances de réussite d'un projet. Cette discipline est essentielle pour assurer la réussite d'une organisation et la continuité de ses activités, ce qui en fait un élément stratégique crucial[2].

selon la PMI[10] le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin d'en satisfaire les exigences.

Le management de projet groupés logiquement et classés en cinq groupes de processus. Ces cinq groupes de processus sont :

- le démarrage
- la planification
- l'exécution
- la surveillance et la maîtrise
- la clôture

Le management de projet est une pratique qui vise à répondre aux besoins, soucis et attentes des parties prenantes en identifiant les exigences, en maintenant une communication efficace et collaborative entre les parties prenantes et en gérant les parties prenantes pour satisfaire les exigences du projet. Le management de projet doit également maintenir un équilibre entre les contraintes du projet telles que le contenu, la qualité, l'échéancier, le budget, les ressources et les risques. Les facteurs du projet sont interdépendants et un changement dans l'un peut affecter les autres facteurs. Par conséquent, le plan de management du projet est une activité itérative qui évolue tout au long du cycle de vie du projet pour assurer le succès du projet. L'élaboration progressive permet à l'équipe de management de projet de mieux définir le travail et de diriger le projet à un niveau de détails de plus en plus fin, au fur et à mesure que le projet se déroule[5].

2.4 Relation entre portefeuille et programme

Le programme est une collection de projets, sous-programmes et activités coordonnés qui sont gérés ensemble pour maximiser les avantages qui ne pourraient pas être obtenus par une gestion individuelle. Il peut inclure des éléments de travail qui sont liés mais qui se trouvent en dehors du contenu de chaque projet individuel. En revanche, le management de programme consiste à appliquer des connaissances, des compétences, des outils et des techniques spécifiques à un programme spécifique pour atteindre ses objectifs et réaliser des avantages et un niveau de contrôle qui ne seraient pas atteints par une gestion individuelle des projets.

Un portefeuille, quant à lui, est un groupe de projets, de programmes, de sous-portefeuilles et d'opérations qui sont gérés ensemble dans le but d'atteindre des objectifs stratégiques. Les projets ou programmes inclus dans le portefeuille ne sont pas nécessairement interdépendants ou directement liés entre eux. Le management de portefeuille se concentre sur l'examen attentif des projets et programmes pour allouer les ressources en fonction des priorités, ainsi que sur la compatibilité et l'alignement du management de portefeuille avec les stratégies organisationnelles. Son objectif est de gérer de manière centralisée un ou plusieurs portefeuilles afin d'atteindre les objectifs stratégiques fixés[5].

2.5 Cycle de vie d'un projet

Le cycle de vie d'un projet se compose de différentes étapes, depuis sa création jusqu'à sa clôture. Chaque étape du projet, appelée phase, regroupe un ensemble cohérent d'activités qui conduisent à la réalisation d'un ou de plusieurs livrables. Les phases peuvent être séquentielles, itératives ou parallèles, et leur nom, leur nombre et leur durée sont déterminés en fonction des besoins de gestion et de maîtrise de l'organisation ou de La structure de cycle de vie du projet est suivante[5] :

- Initialisation du projet
- Organisation et préparation
- Exécution du travail
- Clôture du projet

Et il existe trois types de cycle de vie d'un projet :

Cycles de vie prédictifs	Cycles de vie itératifs et incrémentiels	Cycles de vie adaptatifs
---------------------------------	---	---------------------------------

Les cycles de vie prédictifs, également connus sous le nom de cycles de vie entièrement planifiés, consistent à déterminer le contenu du projet, sa durée et ses coûts nécessaires pour livrer le contenu dès les premières phases du cycle de vie.	Les cycles de vie itératifs et incrémentiels sont utilisés dans les projets pour développer le produit de manière progressive et évolutive. Les itérations répètent les activités du projet pour améliorer progressivement le produit, tandis que les incréments ajoutent des fonctionnalités.	Les cycles de vie adaptatifs, également appelés méthodes basées sur le changement ou méthodes agiles, qui sont conçus pour faire face à des niveaux élevés de changement et une participation continue des parties prenantes.
---	--	---

TAB. 2.2 : Types de cycles de vie de projet

2.6 Parties prenantes du projet

Les parties prenantes impliquent tous les membres de l'équipe de projet et les entités intéressées, qu'elles soient internes ou externes à l'organisation. L'équipe de projet doit identifier toutes les parties prenantes, positives et négatives, internes et externes, actives et consultatives, afin de comprendre les exigences du projet et les attentes de toutes les parties prenantes impliquées. Le chef de projet doit gérer les influences des différentes parties prenantes pour s'assurer que les exigences du projet sont satisfaites et garantir le succès du projet [5].

- Partie prenante internes : le sponsor, le gestionnaire des ressources, le bureau des projets, le chef de programme.....).
- Partie prenante externes : les clients, les utilisateurs finaux, les fournisseurs, les actionnaires, les Concurrents.

2.7 Groupe processus de management de projet

Un processus est constitué d'une série d'actions et d'activités interconnectées, effectuées dans le but de produire un ensemble prédéfini de produits, de résultats ou de services. Chaque processus est défini par les données qui y sont entrées, les outils et les techniques appliqués, ainsi que les données produites en sortie. Les processus de gestion de projet sont conçus pour garantir un déroulement efficace du projet tout au long de son cycle de vie. Ils englobent les outils et techniques employés pour appliquer les compétences et les capacités décrites dans les différents domaines de connaissances [10].

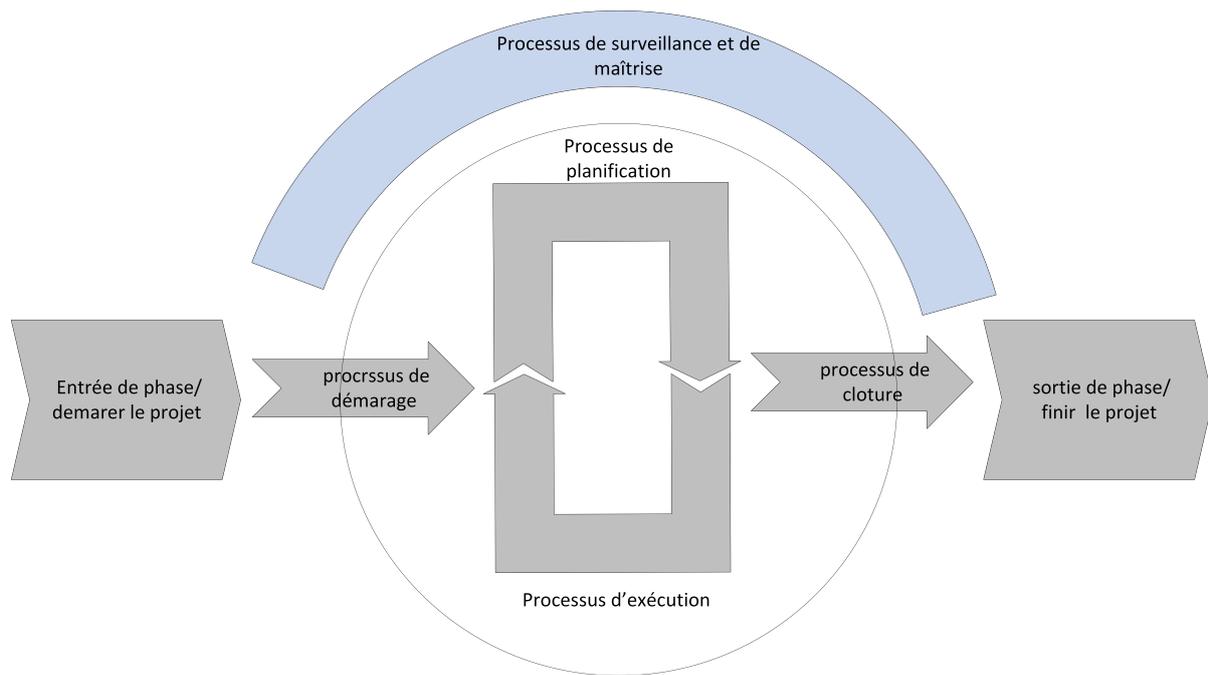


FIG. 2.1 : Groupe processus de management de projet

Les processus de management de projet sont repartis en cinq groupes de processus :

2.7.1 Groupe de processus d'initialisation

Les processus de démarrage regroupent les étapes nécessaires pour définir un nouveau projet ou une nouvelle phase d'un projet existant, avec l'obtention de l'autorisation de débiter le projet ou la phase. Durant cette phase, le contenu initial est succinctement défini et les ressources financières initiales sont allouées. Les parties prenantes internes et externes qui pourraient interagir et influencer le résultat final sont identifiées et le chef de projet est sélectionné, si ce n'est pas déjà fait. Toutes ces informations sont ensuite documentées dans la charte du projet et dans le registre des parties prenantes. Le projet est officiellement autorisé une fois que la charte du projet est approuvée. Un élément essentiel de la phase d'initialisation est la création du business case. Le business case est un document qui justifie la raison d'être du projet en mettant en évidence les avantages attendus, les coûts estimés, les risques identifiés et les résultats attendus. Il sert de base pour la prise de décision quant à la poursuite ou non du projet.

2.7.2 Groupe de processus de planification

Le groupe de processus de planification vise à définir et à affiner les actions nécessaires pour atteindre les objectifs du projet. Il comprend le développement du plan de gestion et des documents connexes. La complexité de la gestion de projet nécessite souvent des boucles de rétroaction pour des analyses supplémentaires. La planification peut évoluer en fonction des informations recueillies, illustrant ainsi l'élaboration progressive. L'objectif est de définir la stratégie, les tactiques et la démarche pour réussir le projet, impliquant les parties prenantes et tracant la voie vers l'objectif souhaité.

2.7.3 Groupe de processus d'exécution

Le groupe de processus d'exécution consiste à réaliser le travail défini dans le plan de management du projet en coordonnant les personnes et les ressources, en gérant les attentes des parties prenantes, et en conduisant les activités du projet conformément au plan de management.

2.7.4 Groupe de processus de maîtrise

Le groupe de processus de surveillance et de maîtrise évalue la performance du projet, identifie les écarts par rapport au plan, coordonne les phases et met en œuvre des actions correctives.

2.7.5 Groupe de processus de clôture

Le groupe de processus de clôture finalise toutes les activités de gestion de projet, obtient l'acceptation du client, mène une revue rétrospective, documente les leçons apprises, met à jour les actifs organisationnels, archive les documents et clôture les accords d'approvisionnement. Il évalue les membres de l'équipe et libère les ressources.

2.8 Conclusion

En conclusion, le management de projet est devenu essentiel pour les organisations afin de se démarquer de leurs concurrents et d'améliorer leur performance globale. Les méthodes de gestion de projet ont prouvé leur efficacité en réduisant les pertes financières et en évitant les dommages à l'image de marque.

Ce chapitre sur les notions et référentiels de base en management de projet jette les bases nécessaires pour une compréhension approfondie du domaine.

En explorant des sujets tels que la définition du projet, la relation entre portefeuille et programme, le cycle de vie d'un projet, les parties prenantes et les groupes de processus de management de projet, les managers acquerront les connaissances nécessaires pour mettre en place des pratiques de gestion de projet efficaces, améliorer les performances de leur organisation et atteindre leurs objectifs stratégiques avec succès.

Chapitre 3

Risque projet et analyse des risques

3.1 Introduction

L'analyse des risques est une démarche essentielle pour identifier les menaces et les opportunités qui peuvent impacter le succès d'un projet ou d'une entreprise. Elle permet de minimiser les pertes potentielles et de maximiser les opportunités en réduisant les incertitudes liées à l'environnement externe et interne de l'organisation. La gestion des risques est donc une approche proactive pour la prise de décisions éclairées et la minimisation des impacts négatifs. En utilisant des techniques d'analyse des risques, les organisations peuvent améliorer leur efficacité opérationnelle, la qualité de leurs produits et services, leur réputation et leur compétitivité. La gestion des risques est une étape fondamentale pour atteindre les objectifs stratégiques de l'entreprise ou du projet. Ce chapitre intitulé généralité sur l'investissement sera décomposé par 9 titre principale comme suite :

- définition du risque.
- typologies générale des risques
- La différence entre un risque et une menace et un danger
- risque de projet
- les caractéristiques d'un risque
- Analyse des risques et objectifs
- Méthodologie générale : étapes d'une analyse de risques
- Classification des méthodes d'analyse des risques
- Principe de quelques méthodes

En explorant ces différents aspects, nous serons en mesure de mieux appréhender les concepts fondamentaux de la gestion des risques et d'adopter une approche méthodique pour évaluer et atténuer les risques dans le cadre de projets et d'investissements.

3.2 Définition du mot risque

Le Guide 73 de l'ISO/IEC est souvent utilisé comme référence pour définir les risques. Selon cette définition, un risque est la combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences. En d'autres termes, un risque est la possibilité qu'un événement imprévu survienne et les effets négatifs qu'il pourrait avoir [11] [8].

3.3 Typologies générale des risques

Cependant selon l'organisation internationale du travaille [12] départage les risques en deux catégories :

- **Les risques d'origine humaine** : Les risques d'origine humaine sont des risques qui résultent de l'activité humaine, intentionnelle ou non, et peuvent avoir des conséquences néfastes sur l'environnement, les personnes, les biens ou la réputation par exemple : Risques technologiques, Risques liés aux conflits, Risques de transports collectifs, Risques professionnels, Risques de la vie quotidienne...etc.
- **Les risques d'origine naturelle** : Les risques d'origine naturelle sont des risques qui résultent de phénomènes naturels tels que les catastrophes naturelles, les changements climatiques, les épidémies, les pandémies, etc. Ces risques sont souvent imprévisibles et peuvent avoir des conséquences graves sur l'environnement, les personnes, les biens et les infrastructures.

3.4 Risque versus Menace versus Danger

Une menace fait référence à une source potentielle de danger ou de préjudice. Cela peut inclure des menaces physiques, telles que les tempêtes ou les tremblements de terre, ainsi que des menaces intentionnelles, telles que les cyberattaques, les vols ou les actes de terrorisme. Les menaces peuvent être internes (par exemple, un employé malveillant) ou externes (par exemple, un concurrent cherchant à obtenir des informations confidentielles).

D'autre part, le risque est un danger plus ou moins prévisible alors que la menace est un signe qu'un risque est sur le point de se matérialiser ou se matérialisera de manière quasi certain à brève échéance .

La compréhension des termes « risque » et « danger » peut parfois être source de confusion dans divers domaines tels que les technologies, l'économie et d'autres. Le Petit Robert définit un danger comme une menace pour la sûreté ou l'existence d'une personne ou d'une chose, tandis qu'un risque est généralement considéré comme l'événement ou la situation susceptible de causer le danger. Le risque peut être défini de différentes manières, notamment comme un danger éventuel plus ou moins prévisible, l'éventualité d'un événement ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage, ou encore comme le fait de s'exposer à un danger dans l'espoir d'obtenir un avantage[8]

3.5 Risque de projet

Un risque de projet est un événement ou une condition incertaine qui pourrait avoir un effet positif ou négatif sur un ou plusieurs des objectifs du projet tels que le contenu, l'échéancier ou la qualité. Un risque peut avoir une ou plusieurs causes et, s'il se réalise, il peut avoir un ou plusieurs impacts. Les causes peuvent être des exigences, des hypothèses, des contraintes ou des conditions qui peuvent conduire à des résultats négatifs ou positifs. Les risques peuvent être des opportunités ou des menaces pour le projet[**edition2018guide**]. Les conditions de risque peuvent inclure des aspects environnementaux du projet ou de l'organisation, tels que des pratiques de gestion de projet inadéquates, l'absence de systèmes de gestion intégrés, la réalisation de plusieurs projets simultanément ou la dépendance de participants externes qui ne sont pas sous le contrôle

direct du projet. Si un événement incertain se produit, cela peut avoir un impact sur le contenu, les coûts, l'échéancier, la qualité ou la performance du projet. Il est donc important d'identifier et de gérer les risques de projet pour minimiser les impacts négatifs et maximiser les opportunités positives[10].

En ce qui concerne la gestion de projet, il est possible de préciser les causes et les facteurs de risque. En effet, ces éléments sont identifiés comme étant des conditions de l'environnement interne ou externe du projet qui peuvent avoir une incidence sur la survenue d'un événement et, par conséquent, modifier la mesure des caractéristiques du risque [5].

Il convient également de faire une distinction entre les risques liés à une personne spécifique et les risques globaux associés au projet dans son ensemble. Les risques liés à une personne spécifique font référence aux risques individuels qui peuvent être attribués à une personne ou à un groupe spécifique impliqué dans le projet. En revanche, le risque global du projet englobe toutes les sources d'incertitude et expose l'ensemble des parties prenantes aux conséquences potentielles des fluctuations du résultat du projet, qu'elles soient bénéfiques ou néfastes [10]

3.6 Caractéristiques d'un risque

En termes quantitatifs, le risque est souvent caractériser par deux données « la probabilité d'occurrence » et « la gravité » ce qui signifie par la formule « criticité(risque) = probabilité x impact »[12]. Cette formule permet de présenter le risque dans une matrice à deux dimensions, qui prend en compte la probabilité et l'impact du risque. Cette matrice permet de comparer plusieurs risques et de mener une analyse comparative multi-risques dans un même plan.

Certain	4	8	12	16
Tres probable	3	6	9	12
Probable	2	4	6	8
Peu probable	1	2	3	4
	Pas grave	Grave	Tres grave	Catastrophe

FIG. 3.1 : matrice de criticité des risques

En plus de ces deux importantes caractéristiques du risque, les risques projet peuvent être caractérisés par différents paramètres tel que : la nature et l'origine [15].

3.7 Analyse des risques et objectifs

L'analyse des risques est une méthode structurée qui permet de réduire l'incertitude et d'augmenter les chances de réussite d'un projet. Elle peut être utilisée dans n'importe quel domaine où la gestion de risques est nécessaire, qu'il s'agisse de projets de construction, de projets informatiques ou de tout autre projet [12].

L'objectif de l'analyse des risques est d'identifier, évaluer, planifier et surveiller les risques pour minimiser leur impact négatif sur le projet et maximiser les opportunités qui peuvent en découler. Cela permet de s'assurer que le projet est livré dans les délais, dans le budget et avec la qualité attendue. En d'autres termes l'analyse des risques a deux objectifs principaux :

- **Objectif 1** : engage des parties prenantes a prendre conscience les risques et les menaces qui peuvent planai sur leurs activités et aussi mesurer la probabilité d'occurrences des ses risques ainsi que leurs gravité potentiel en cas de matérialisation.
- **Objectif 2** : est de pouvoir engagé des mesures correctives en fonction de la criticité des risques identifier .

3.8 Etapes d'une analyse de risques (Méthodologie générale)

Cette méthode est connue sous le nom de méthode DIMAS et elle est utilisée dans le domaine de la gestion des risques. DIMAS est l'acronyme de ses cinq étapes :

- Définition du système étudié
- Identification des risques du système
- Mesurer la criticité
- Analyser et Anticiper les risques
- Synthèse et mettre en ouvre des mesures préventives

La méthode DIMAS a été initialement développée par le Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne (CENA) en France dans les années 80. Elle est utilisée dans divers domaines tels que l'industrie, la santé et l'environnement pour identifier et évaluer les risques liés à un système donné.

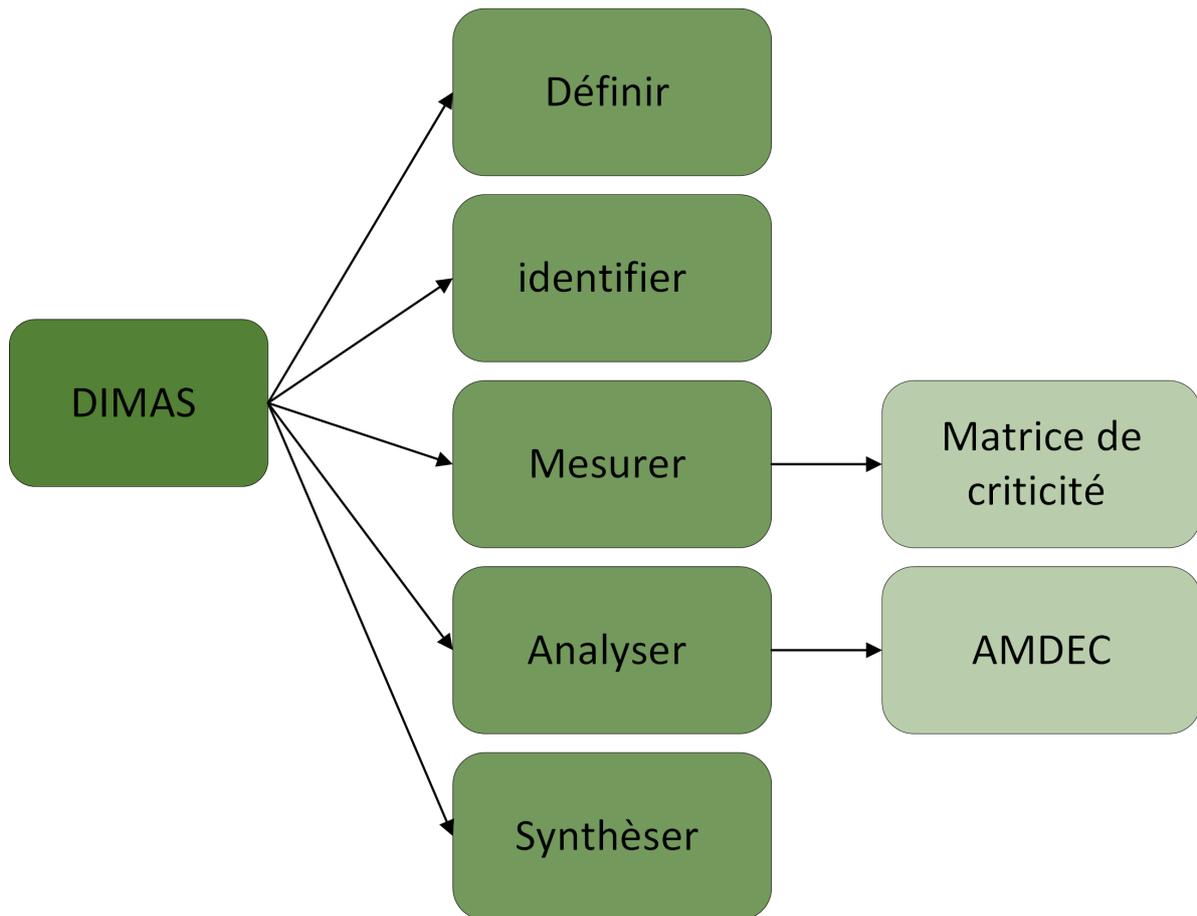


FIG. 3.2 : Méthodologie générale d'analyse des risques (DIMAS)

3.9 Classification des méthodes d'analyse des risques

Ces méthodologies peuvent être classées en deux catégories principales :

- a) **Méthodes qualitatives** : Ces méthodes se concentrent sur une évaluation subjective des risques en utilisant des échelles de notation ou des catégories pour évaluer la probabilité et l'impact des risques. Elles fournissent une compréhension globale des risques, mais ne fournissent pas de données chiffrées précises [20].
- b) **Méthodes quantitatives** : Ces méthodes utilisent des données et des analyses statistiques pour évaluer les risques de manière plus objective. Elles impliquent la collecte de données quantitatives, l'attribution de probabilités et d'impacts chiffrés aux risques, et l'utilisation de modèles mathématiques pour calculer les probabilités de survenance des risques et leurs conséquences financières [20].

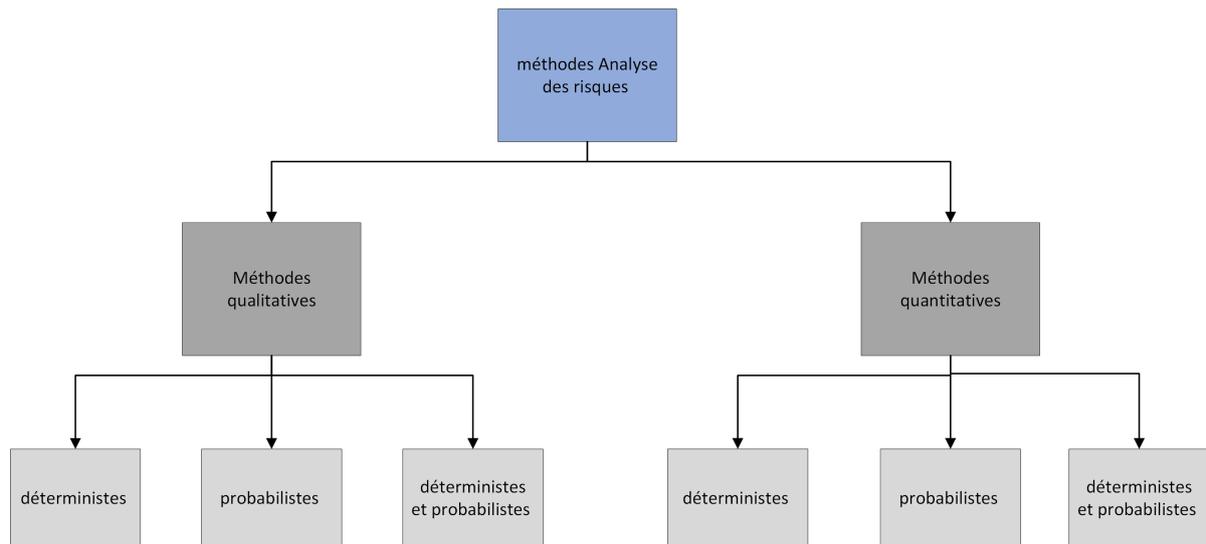


FIG. 3.3 : classification des méthodes analyse des risques

Les méthodologies d'analyse des risques peuvent également être classées en fonction de leur approche, soit inductive soit déductive [17][18] :

- **Approches inductive** :L'approche inductive implique un processus d'analyse qui va des observations spécifiques vers des généralisations et des théories plus larges. Dans cette méthode, les risques sont identifiés à partir de données spécifiques et d'observations pour induire les critères de pertinence.
- **Approches déductive** :L'approche déductive implique un processus d'analyse qui va des conséquences aux causes. Dans cette méthode, les risques sont identifiés à partir des effets indésirables lors d'une recherche par approche déductive.

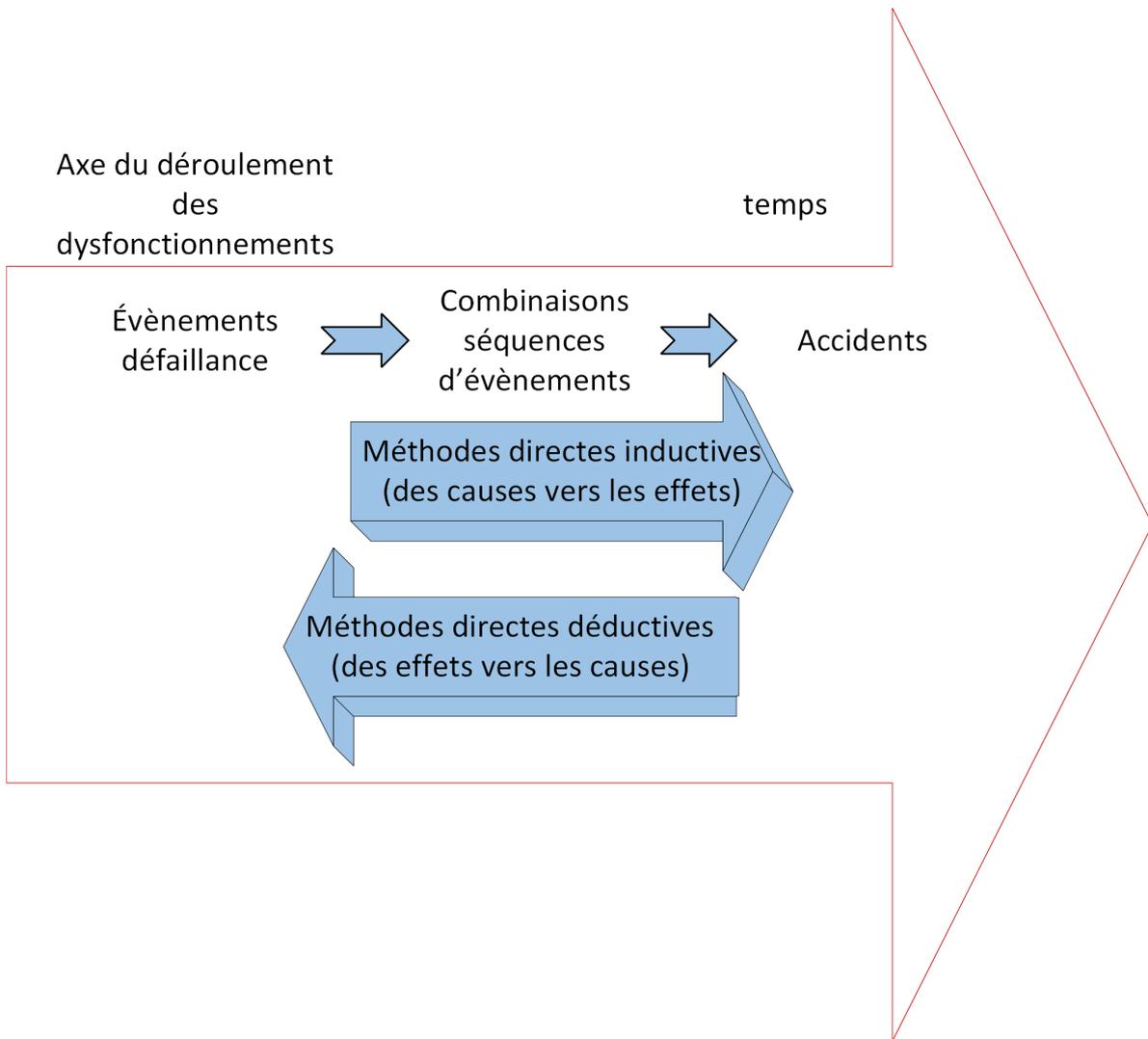


FIG. 3.4 : Démarches inductives et déductives

3.10 Principe de quelques méthodes d'analyse des risques

a) Arbre des défaillances

- **Définition** :L'arbre de défaillance (en anglais Fault Tree Analysis ou FTA) est une méthode d'analyse des risques déductive et probabilistes qui permet de visualiser les différentes causes potentielles d'un événement indésirable. Permet de déterminer les diverses combinaisons d'évènements qui génèrent une situation indésirable unique, dont le diagramme logique est réalisé au moyen d'une structure arborescente [12].
- **limites** :Bien que la méthode de l'arbre de défaillance soit la plus couramment utilisée pour l'analyse de la fiabilité des systèmes, elle présente néanmoins certaines limites. Il est plus difficile de recenser les causes d'un mode de défaillance en utilisant une approche déductive que d'en connaître les effets

grâce à une approche inductive. Ainsi, l'utilisation d'une analyse préliminaire telle que l'APR ou l'AMDE peut faciliter la méthode de l'arbre de défaillance. De plus, elle repose sur l'hypothèse d'indépendance des événements de base, ce qui la rend moins adaptée à l'analyse de systèmes complexes avec de nombreux éléments en interaction. Enfin, elle ne permet pas de prendre en compte l'aspect temporel des scénarios d'événements

b) APR (Analyse Préliminaire des Risques)

- **Définition** :L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) (en anglais Preliminary Hazard Analysis ou PHA) est une méthode qualitative, inductive et déterministe qui vise à identifier les dangers et leurs causes, évaluer la gravité des conséquences des situations dangereuses et des accidents potentiels. L'identification des dangers repose sur l'expérience et le jugement d'experts, avec l'aide de listes préétablies. La gravité des effets est évaluée en utilisant une échelle de mesure qualitative généralement composée de quatre niveaux [12].
- **limites** :L'analyse préliminaire des risques (APR) peut servir à la création de nouveaux systèmes ou à l'évaluation de systèmes existants. Elle est simple à utiliser et permet une analyse globale des risques. L'APR est une étape préliminaire importante avant de procéder à une étude de sûreté de fonctionnement plus approfondie.

c) Arbre des conséquences

- **Définition** :La méthode est utilisée pour identifier et évaluer des séquences d'événements (ou scénarios). Cette méthode est inductive par nature, bien que l'élaboration de l'arbre des conséquences puisse être réalisée de manière déductive. Elle est également probabiliste, avec une évaluation qualitative ou quantitative des scénarios d'accident [12].
- **limites** :L'arbre des conséquences peut être complexe à mettre en place pour des systèmes complexes, car cela peut nécessiter une quantité importante de données d'entrée et de ressources pour l'analyse, elle est souvent considéré comme une méthode statique, qui ne prend pas en compte les interactions dynamiques entre les éléments du système étudié. Cela peut limiter sa capacité à prévoir des scénarios d'incident complexes ou évolutifs.

d) Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets (AMDE)

- **Définition** :L'Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets, ou AMDE (en anglais Failure Modes and Effects Analysis ou FMEA), est une méthode qualitative d'analyse des causes et des effets, qui peut être inductive, déterministe ou probabiliste. Elle permet d'identifier et d'évaluer les effets des modes de défaillance de chaque composant d'un système sur la disponibilité, la fiabilité, la maintenabilité, l'intégrité ou la sécurité, pour chaque fonction du système

e) Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité(AMDEC)

- **Définition** :L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) est une extension de l'AMDE qui comprend une évaluation quantitative de l'importance des conséquences d'un mode de défaillance[14].

- **limites** :l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) peut être difficile à appliquer dans le contexte de systèmes complexes, en raison du volume important d'informations à traiter, comme l'a souligné[15] . De plus, cette méthode présente des limites liées aux prérequis nécessaires à son utilisation. Comme pour l'APR, l'AMDE repose sur l'expertise et la capitalisation des connaissances requises pour l'analyse des défaillances, l' AMDEC repose l'expertise et la capitalisation des connaissances requises pour l'analyse des défaillance ainsi que sur la disponibilité de données statistiques.

3.11 Conclusion

En conclusion, l'analyse des risques joue un rôle crucial dans la gestion des projets et des investissements. Elle permet d'identifier les menaces et les opportunités qui peuvent impacter leur succès, et ainsi de prendre des mesures préventives pour minimiser les pertes potentielles et maximiser les opportunités. Grâce à une approche proactive de gestion des risques, les organisations peuvent prendre des décisions éclairées et réduire les incertitudes liées à leur environnement externe et interne.

Dans ce chapitre, nous avons abordé différents aspects liés à l'investissement et à l'analyse des risques. Nous avons défini le risque, exploré les typologies générales des risques, différencié le risque de la menace et du danger, et examiné les caractéristiques des risques. Nous avons également présenté une méthodologie générale pour mener une analyse des risques, ainsi qu'une classification des méthodes couramment utilisées.

En explorant ces différents aspects, nous avons acquis une compréhension approfondie de la gestion des risques et nous sommes désormais en mesure d'adopter une approche méthodique pour évaluer et atténuer les risques dans le cadre de projets et d'investissements. Cette démarche permet d'améliorer l'efficacité opérationnelle, la qualité des produits et services, la réputation et la compétitivité des organisations.

En conclusion, la gestion des risques est un pilier essentiel pour atteindre les objectifs stratégiques d'une entreprise ou d'un projet. En anticipant les problèmes potentiels et en prenant des mesures appropriées, les organisations peuvent réduire les impacts négatifs et exploiter au mieux les opportunités. Il est donc essentiel d'intégrer une analyse des risques rigoureuse dans nos processus de décision et de planification, afin d'assurer la réussite et la durabilité de nos projets et investissements.

Deuxième partie

Evaluation du nouveau projet
d'investissement : cas :
« implémentation des racks confinés
dans des data center » au sein de
djezzy

Chapitre 4

Présentation de l'organisme d'accueil et l'environnement du travail

4.1 Introduction

Dans le but de concrétiser notre travail théorique présenté dans les chapitres précédents, nous avons l'intention de développer et de démontrer l'importance du projet à étudier en relation avec l'entreprise qui le met en œuvre, à savoir l'extension de djezzy aux seins de ses data center .

Dans ce chapitre, nous mettrons l'accent sur la présentation de l'entreprise d'accueil « Djezzy » et de ses différents départements.

Nous commencerons par donner un aperçu général de Djezzy, en mettant en évidence son positionnement sur le marché, son historique et sa réputation. Ensuite nous détaillerons les différents départements qui composent l'organisation de Djezzy, en mettant particulièrement l'accent sur le département core Environment & Network où nous avons effectué notre stage. Ce département spécifique est d'une importance particulière car il est directement lié à notre projet d'extension des data centers de Djezzy.

Enfin , concentrerons sur l'un des aspects clés de l'entreprise, à savoir ses data centers. Ces centres de données qui jouent un rôle crucial dans l'infrastructure technologique de Djezzy, en hébergeant et en gérant les serveurs, les systèmes et les données nécessaires pour assurer son activité.

4.2 Présentation de l'entreprise Djezzy

Djezzy est une entreprise de télécommunications basée en Algérie. Fondée en 2001, elle est l'un des principaux fournisseurs de services de téléphonie mobile et d'Internet dans le pays. Djezzy est une filiale du groupe VEON Ltd, une société internationale de télécommunications. Djezzy propose une gamme de services de communication, notamment la téléphonie mobile, l'accès à Internet et les services de données. Elle offre des services prépayés et postpayés, ainsi que des offres spéciales et des forfaits adaptés aux besoins de ses clients.

L'entreprise se concentre sur l'innovation technologique pour offrir des services de qualité et répondre aux besoins de la population algérienne en matière de connectivité. Elle investit dans le développement des infrastructures de télécommunications et cherche constamment à améliorer la couverture réseau et la qualité de ses services. Djezzy joue également un rôle actif dans la promotion de l'inclusion numérique en Algérie. Elle s'engage à fournir des services abordables et accessibles, en particulier dans les zones rurales et éloignées du pays.

En tant qu'entreprise, Djezzy vise à être un partenaire de confiance pour ses clients, en offrant des solutions de communication fiables et efficaces. Elle met l'accent sur la satisfaction client et cherche à fournir une expérience utilisateur optimale. Djezzy est également engagée dans la responsabilité sociale des entreprises et participe à diverses initiatives dans les domaines de l'éducation, de la santé et du développement communautaire en Algérie.

Entreprise	DJEZZY
Création	11 juillet 2001
Forme juridique	SPA
Siège sociale	Lot n°37/4, Route de la wilaya Dar EL beida , Alger
Actionnaires	FNI-Etat algérien (100%)
Activités produits	opérateur de télécommunications
Effectifs	+ 4000
Chiffre d'affaires	683,7 M\$ (2022)

FIG. 4.1 : Fiche technique de l'entreprise DJEZZY

4.3 Organigramme de l'entreprise

Ci-dessous dans la figure 4.2 l'organisation de l'entreprise DJEZZY :

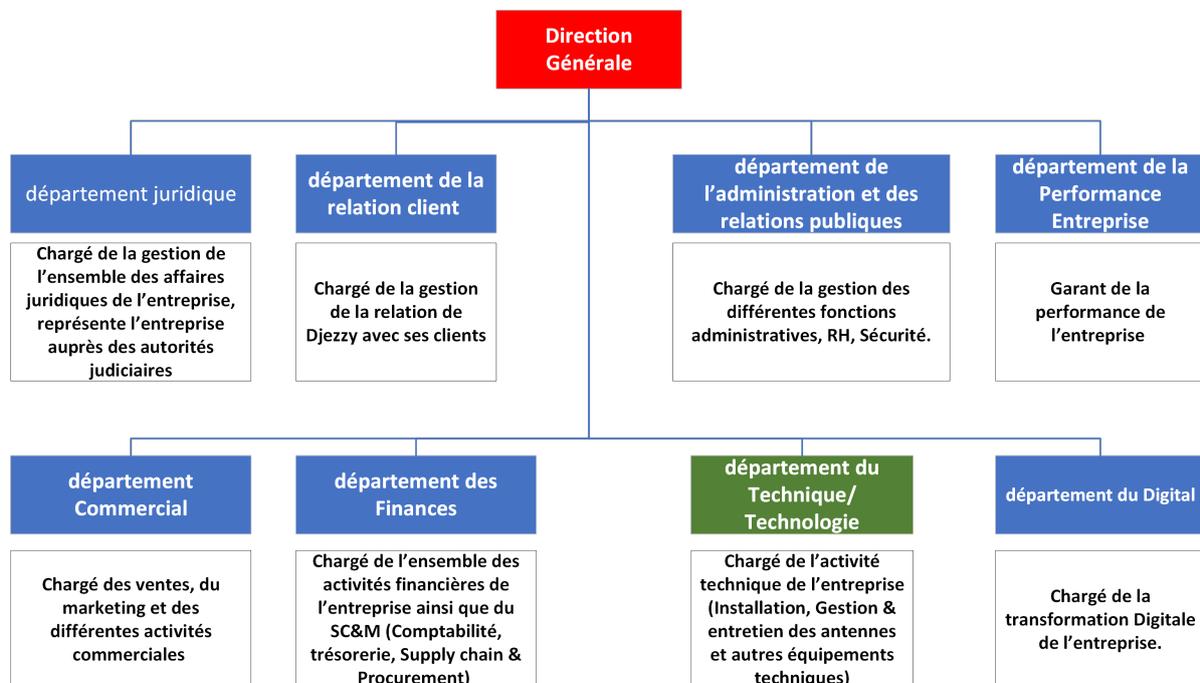


FIG. 4.2 : organigramme de l'entreprise Djeczy

4.4 Département du Technique/Technologie (Core Environment & Network)

Core Environment & Network en tant que département regroupe les équipes et les services chargés de gérer les aspects environnementaux et l'alimentation électrique des centres de données.

Ce département comprend des ingénieurs spécialisés dans les systèmes de refroidissement, des experts en gestion de l'énergie, des spécialistes de la qualité de l'air, des responsables de la conformité environnementale, ainsi que des gestionnaires et des techniciens chargés de superviser les opérations liées à l'environnement et à l'alimentation électrique de leurs 14 sites de production (data centers)

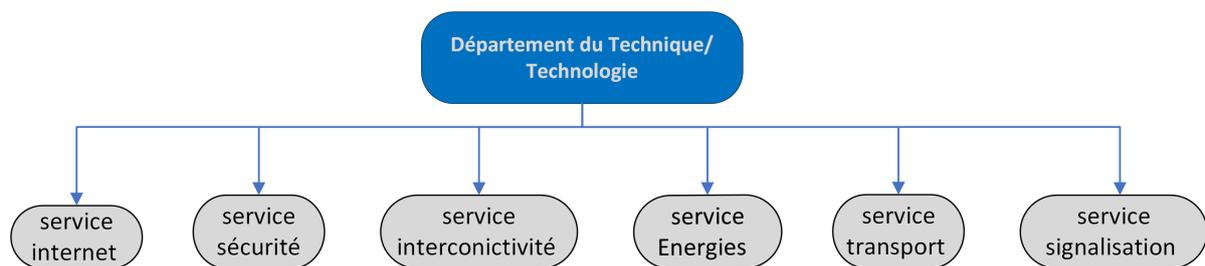


FIG. 4.3 : les services du département technique & technologie

Cependant Le département Core Environment & Network fournit une prestation de services axée sur la gestion des aspects environnementaux et de l'alimentation électrique des data centers.

Un data center est une infrastructure qui abrite des équipements informatiques tels que des serveurs, des systèmes de stockage de données et des équipements de réseau (voir-ci la figure 4.5). Il est conçu pour fournir un environnement contrôlé et sécurisé afin d'assurer le bon fonctionnement et la disponibilité des services informatiques.

Il dispose de l'infra structures suivante :

- **Serveur** : Les serveurs sont des composants informatiques essentiels dans un data center. Ils fournissent des ressources de calcul, de stockage et de réseau pour exécuter des applications, héberger des sites web, gérer des bases de données et fournir des services aux utilisateurs finaux.
- **commutateurs de réseau** : Les commutateurs de réseau sont des équipements utilisés dans les infrastructures de réseau pour relier différents appareils informatique.
- **Routeurs** : sont des dispositifs essentiels dans les réseaux informatiques. Ils jouent un rôle clé dans le routage des données entre les différents réseaux et permettent aux appareils de communiquer entre eux.
- **racks informatiques** : racks informatique c'est des armoires informatiques où on trouve généralement les serveurs, les routeurs, les commutateurs dans un data center (voir-ci la figure) 4.4.



FIG. 4.4 : Armoire informatique simple (racks)

- **groupes électrogènes** : est un équipement utilisé pour générer de l'électricité de manière autonome en cas de panne de courant ou lorsque l'alimentation électrique principale n'est pas disponible. Il est principalement utilisé comme source de secours dans les centres de données et d'autres installations critiques pour assurer une alimentation continue.
- **transformateurs** : Les transformateurs électriques sont des dispositifs essentiels dans le domaine de la distribution et du transport de l'électricité. Ils permettent de modifier la tension électrique pour faciliter la transmission de l'énergie électrique sur de longues distances et pour adapter la tension aux besoins spécifiques des différents équipements.
- **Les onduleurs** : également appelés UPS (Uninterruptible Power Supply), sont des dispositifs utilisés pour fournir une alimentation électrique continue et sans interruption à des équipements sensibles en cas de panne de courant ou de fluctuations de tension.

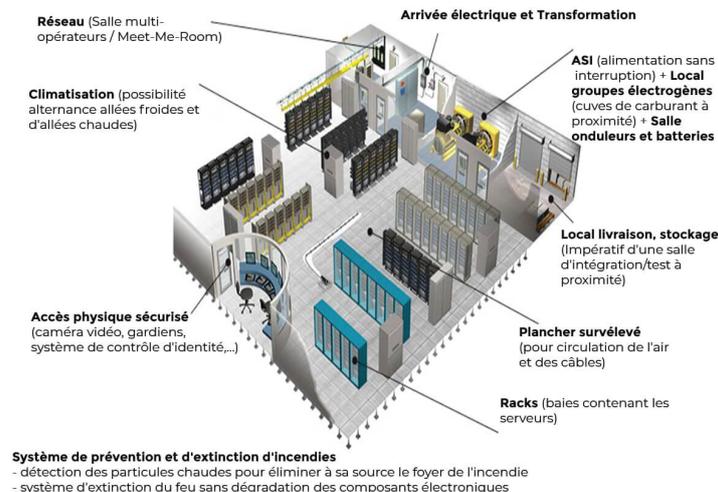


FIG. 4.5 : Infrastructure du data centers

4.5 Conclusion

En conclusion, ce chapitre de présentation de l'entreprise d'accueil « Djezzy » et de ses différents départements nous a permis d'acquérir une connaissance approfondie de l'organisation dans laquelle nous avons effectué notre stage.

Nous avons exploré les divers départements de Djezzy, en mettant l'accent sur le département « Core Environnement & Network » où nous avons été directement impliqués.

Grâce à cette présentation détaillée, nous avons pu comprendre la structure interne de Djezzy, ses fonctions principales et les rôles spécifiques des départements dans le fonctionnement global de l'entreprise. Cela nous a donné une perspective plus claire sur le contexte dans lequel notre travail se déroulera .

Chapitre 5

Etude technico-économique du projet racks confinés

5.1 Introduction

L'évaluation technico-économique est un processus crucial pour évaluer la faisabilité et la rentabilité d'un projet, d'une technologie ou d'une solution. Elle permet d'analyser en détail les aspects techniques et économiques afin de prendre des décisions éclairées quant à la viabilité et à la création de valeur potentielle.

Ce chapitre se concentre sur l'évaluation technico-économique dans le cadre de l'adoption des racks confinés et de la technique du free cooling pour un data center. L'objectif principal est de déterminer si cette solution technique est à la fois techniquement réalisable et économiquement rentable.

Dans ce chapitre nous allons suivre une démarche similaires a la démarche DMAIC afin de structurer notre travail d'évaluation , comme nous allons aussi utiliser la méthode générique DIMAS dans l'analyse des risques .

5.2 Définir la démarche du travail

Pour présenter notre projet, nous allons suivre une démarche qui est similaire à la démarche DMAIC qui se déroule en 4 phases explicitées ci-dessous afin d'organiser notre travail :

- **Phase 1: Define - Définir** : Clarifier le problème ainsi que le périmètre de l'étude.
- **Phase 2: Measure - Mesurer** : Obtenir des données sur le ou les problèmes rencontrés.
- **Phase 3: Analyze- Analyser** : Interprétation générale des résultats de la Situation actuelle obtenues dans la phase 2.
- **Phase 4: améliorer et contrôler** : Décrire la nouvelle solution et son fonctionnement et évaluer de cette dernière en faisant une étude de faisabilité, une analyse des risques et une analyse de rentabilité financière

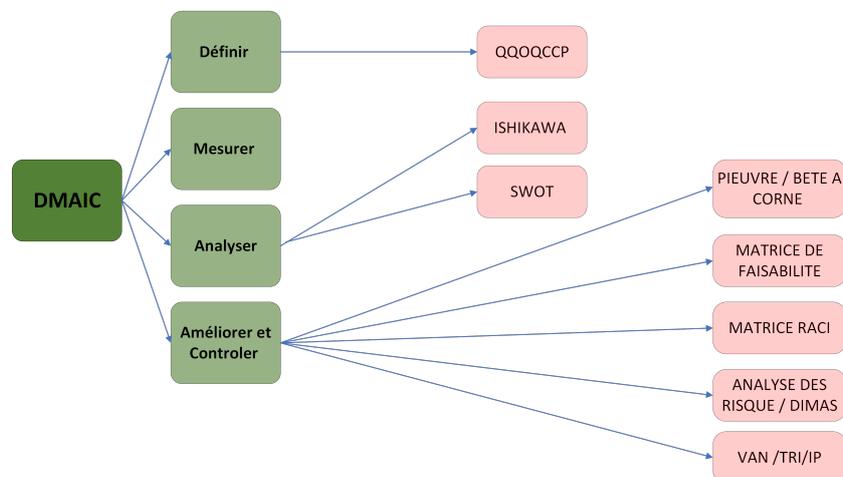


FIG. 5.1 : Démarche du travail

5.2.1 Objectif du notre travail

A présent l'entreprise Telecom DJEZZY décide de faire des investissements dans le secteur technique /technologies afin de réduire ses consommations d'énergies dans ces centres de données, en adoptant une nouvelle technologie appelée les racks confinés qui utilise la technique de free cooling [25] qui vise à refroidir les centres de données de manière gratuite et économique et qui permet d'avoir une certification data center tier3 et tier4 qui sont des normes de l'industrie utilisées pour évaluer la fiabilité et la disponibilité des installations de data center. Voici une brève explication de ces deux niveaux de certification :

- **Certification Tier 3** :La certification Tier 3 est décernée aux data centers qui garantissent une disponibilité de 99,982%. Ces installations offrent une haute résilience grâce à des chemins redondants pour l'alimentation et le refroidissement. Elles permettent d'assurer des opérations continues, minimisant les interruptions planifiées tout en réduisant les risques de perturbations majeures [1].
- **Certification Tier 4** :La certification Tier 4 est le niveau de certification le plus élevé pour les data centers, assurant une disponibilité de 99,995%. Ces installations hautement redondantes sont conçues pour résister aux défaillances majeures. Tous les systèmes, y compris l'alimentation, le refroidissement et les réseaux, sont en double, garantissant une continuité opérationnelle exceptionnelle[1].

L'objectif de notre travail est de faire une évaluation technico-économique pour ce projet, dans le cadre de la phase d'initialisation de management de projet, en fournissant un document livrable de notre évaluation (business case) qui passera dans le comité d'investissement des projets

5.3 Phase 1 : Définition de la problématique

La gestion de l'énergie au sein des centres de calcul est un aspect essentiel pour assurer leur efficacité et leur durabilité. Les centres de données consomment une quantité significative d'énergie pour alimenter les serveurs, les équipements de refroidissement, l'éclairage et autres infrastructures.

5.3.1 QQQQCCP

Pour comprendre et définir la problématique générale du département Core Network & Engineering, nous appliquons la méthode QQQQCCP (voir-ci la table 5.1) afin d'obtenir une compréhension approfondie d'une situation en posant les bonnes questions. Elle permet de recueillir des informations clés, d'identifier les acteurs et les enjeux, et de guider l'analyse et la réflexion. Cette méthode est souvent utilisée dans le cadre de l'analyse des problèmes, la collecte de données, les enquêtes ou les études de cas.

Quoi ?	Consommation élevée d'énergie environ 50% juste pour le refroidissement, les craches des serveurs, extension impossible vue la gestion des espaces dans les data center .
Qui ?	les data centers de djezzy, Core Network & Enivrement , power manager (responsable d'énergies)
Où ?	Dans le secteur technologies , centre de calculs de DJEZZY .
Quand ?	Décembre 2022. Selon les derniers diagnostics du département core enivrement & network
Comment ?	Dégradation rapide des serveurs avant son expiration .
Combien ?	Tous les sites (14 sites)
Pourquoi ?	mauvaise gestion de l'infrastructure des data center, refroidissement traditionnelle (le compresseur des climatiseurs travaille non stop) .

TAB. 5.1 : QQQQCCP

5.4 Phase 2 : Mesure et Diagnostic de la situation actuelle

5.4.1 Refroidissement au sein des centres de calcul actuels de Djezzy

Les anciens systèmes de refroidissement des data centers, tels que les climatiseurs à compresseurs, fonctionnent selon le principe de la compression et de la détente d'un gaz réfrigérant pour réguler la température de l'air à l'intérieur du data center. Voici comment ces systèmes fonctionnent généralement :

- **Compresseur** : Le compresseur est l'élément clé du système. Il comprime le gaz réfrigérant, augmentant ainsi sa pression et sa température.
- **Condenseur** : Le gaz réfrigérant à haute pression et haute température circule vers le condenseur. Dans cette partie du système, la chaleur est dissipée à l'extérieur du data center, généralement avec l'aide de ventilateurs ou d'un système de refroidissement à eau. Le gaz se condense en liquide pendant ce processus.
- **Détendeur** : Le liquide réfrigérant à basse pression passe ensuite par le détendeur, qui réduit sa pression. Cette réduction de pression entraîne une baisse de la température.

- Évaporateur : Le liquide réfrigérant à basse pression et basse température entre dans l'évaporateur, où il se vaporise en gaz. Pendant ce processus, l'évaporation absorbe la chaleur de l'air ambiant à l'intérieur du data center, abaissant ainsi la température.
- Ventilateurs : Des ventilateurs sont utilisés pour faire circuler l'air à travers les serpentins de l'évaporateur et du condenseur, favorisant ainsi l'échange de chaleur.

Ce processus se répète en continu pour maintenir une température désirée à l'intérieur du data center. Les compresseurs des climatiseurs doivent fonctionner en permanence pour maintenir la régulation thermique. ce qui peut entraîner une consommation élevée d'énergie.

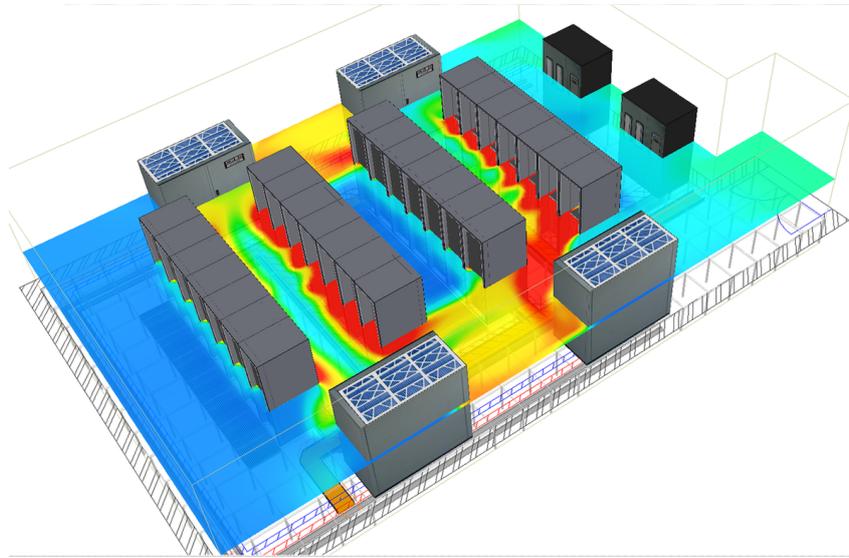


FIG. 5.2 : la distribution de la chaleurs aux seins des data center[3]

Un data center consomme environ 30% à 50% d'énergies juste pour le refroidissement qui est une opération incontournable dans les data centers , afin d'éviter les surchauffes et les craches des serveurs et l'ensembles des matériaux informatiques [3] . Cela signifie que si votre data center consomme 1 000 kWh par mois, les coûts énergétiques liés au refroidissement peuvent représenter entre 300 et 500 kWh. ce qui équivaut à un coût mensuel supplémentaire de 30 à 50% .

D'après les differents entretients effectuer avec les expert du département Core Network & Engineering les coûts de maintenance aussi des systèmes de refroidissement traditionnels peuvent représenter environ 10 à 15 % du coût total de possession du système de refroidissement par an. Par exemple, notre système de refroidissement à Djazzy a un coût total de possession annuel de 60 000\$, les coûts de maintenance peuvent représenter environ 6 000 à 12000 \$ par an.

Il faut savoir que les systèmes de refroidissement actuelle de Djazzy nécessitent souvent un espace supplémentaire dans le data center pour accueillir de nouveaux équipements de refroidissement. Selon la taille du data center, cela peut représenter une occupation d'espace supplémentaire de 15 % à 40 % . ce qui se traduit par des coûts d'espace supplémentaires en termes de location ou de construction.

5.5 Phase 3 : Analyse et Interprétation générale des résultats de la Situation actuelle

5.5.1 Diagramme d'Ishikawa

Après avoir utilisé la méthode QQQQCCP (Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi) montré dans la figure 5.1, et les différentes mesures relevées dans la phase précédente selon les entretiens effectués avec l'expert du département Core Network & Engineering on opte vers la réalisation d'un diagramme d'Ishikawa (voir-ci la figure 5.3) également connu sous le nom de diagramme de causes et effets ou diagramme en arêtes de poisson, qui est un outil visuel utilisé pour analyser les causes possibles d'un problème ou d'une situation indésirable. Il permet d'identifier et de représenter ces facteurs de manière organisée et systématique.

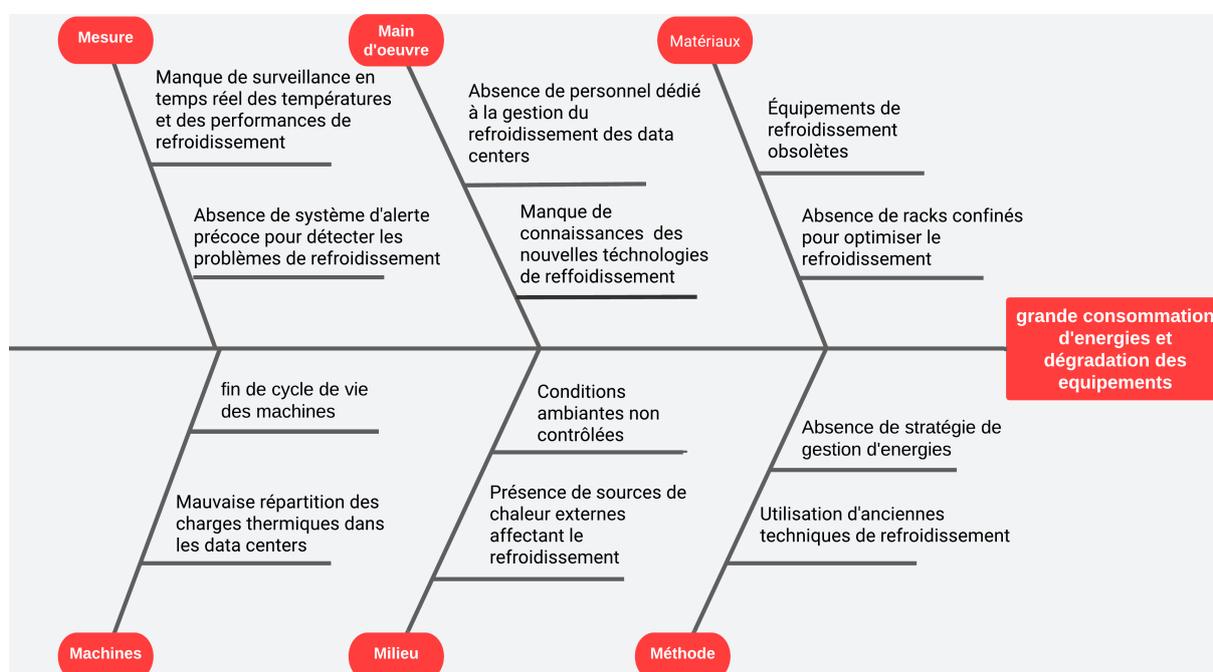


FIG. 5.3 : Diagramme d'Ishikawa

5.5.2 Matrice SWOT

La matrice SWOT est un outil d'analyse stratégique utilisé pour évaluer les forces (Strengths), les faiblesses (Weaknesses), les opportunités (Opportunities) et les menaces (Threats) d'une entreprise, d'un projet ou d'une situation. Elle permet d'identifier les facteurs internes et externes qui peuvent avoir un impact sur la performance et la réussite d'une organisation (voir-ci figure 5.4).

Les forces et les faiblesses représentent les aspects internes de l'entreprise, tels que ses ressources, ses compétences, ses processus internes, sa réputation, etc. Les opportunités et les menaces, quant à elles, sont des facteurs externes qui peuvent influencer l'environnement dans lequel l'entreprise opère, tels que les tendances du marché, la concurrence, les changements réglementaires, etc.

L'analyse SWOT permet de mettre en évidence les avantages concurrentiels, les lacunes à combler, les opportunités à saisir et les défis à relever. Elle aide à prendre des décisions stratégiques éclairées en se basant sur une compréhension approfondie de la situation actuelle de l'entreprise et de son environnement.

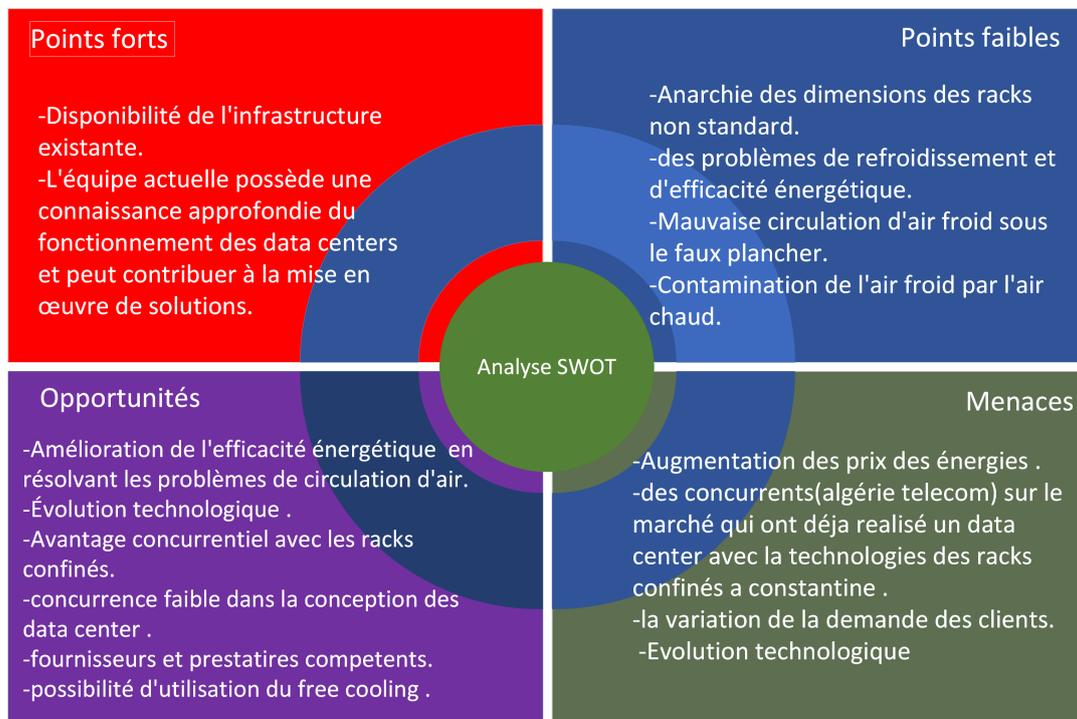


FIG. 5.4 : Matrice SWOT des centres de données actuelles de Djezzy

Suite à l'application des différentes techniques d'analyse de l'existant, les remarques que nous avons relevées sont les suivantes (voir la table 5.3) :

les anomalies	Les causes
une mauvaise circulation d'air froid.	Anarchie des dimensions des racks non standards.
Mauvaise circulation d'air froid sous le faux planché	obstruction des câbles.
Diminution considérable de l'efficacité de la climatisation	Contamination de l'aire froide par l'air chaud.
faux planché troué et fragilisation de la structure sous le faux planché	Touche à la structure du site lors de démantèlement des systèmes.
Racks à 50% Full (à 50% de leur capacité)	Mauvaise gestion des espaces dans les data et manque de supervision des conditions de fonctionnement des serveurs.

TAB. 5.3 : Situation actuelle des data centers de Djezzy

D'après l'analyse effectuée, la stratégie dégagée et les entretiens déjà effectués, les objectifs qui peuvent aider le département technique et technologie à réaliser sa stratégie sont :

- Une gestion des câbles inter racks en énergie et en connexion data.
- Le confinement des couloirs empêche le mélange de l'air chaud et de l'air froid dans la partie supérieure des racks, ce qui garantit une répartition homogène de la température.
- Une supervision proche des serveurs qui permet d'anticiper les problèmes liés à la climatisation/énergie et réduit les problèmes et le temps de coupure.
- Une meilleure gestion des espaces.

5.6 Phase 4 : Améliorer et évaluer la solution des racks confinés

5.6.1 Description de la solution et son fonctionnement

L'objectif de ce projet est d'adopter la technologie des racks confinés [1], également connus sous le nom de racks à confinement, sont des structures ou des systèmes utilisés dans les centres de données pour optimiser la gestion de l'air et améliorer l'efficacité énergétique. Ils sont conçus pour isoler et contrôler le flux d'air à l'intérieur des racks de serveurs, créant ainsi des zones de confinement spécifiques (voir-ci figure 5.5).

La principale caractéristique des racks confinés est l'utilisation de panneaux de confinement qui s'étendent du sol au plafond, enveloppant les côtés avant et arrière du rack. Ces panneaux aident à canaliser l'air chaud généré par les serveurs et à le diriger vers les systèmes de refroidissement, évitant ainsi le mélange avec l'air frais dans la salle du centre de données.

L'objectif principal des racks confinés est de créer une séparation physique entre l'air chaud et l'air froid. ce qui permet d'optimiser le refroidissement des serveurs. En évitant la circulation de l'air chaud autour des racks, les racks confinés réduisent les mélanges d'air, les courts-circuits thermiques et les recirculations indésirables. Cela permet d'améliorer l'efficacité du refroidissement et de réduire la consommation d'énergie nécessaire pour maintenir une température appropriée à l'intérieur du centre de données.

Les racks confinés sont souvent équipés de portes avant et arrière qui peuvent être ouvertes ou fermées selon les besoins. Lorsque les portes sont fermées, le confinement est renforcé, réduisant davantage les fuites d'air et maximisant l'efficacité énergétique. Certains racks confinés sont également dotés de systèmes de gestion des câbles intégrés, ce qui permet de maintenir l'ordre et la propreté dans la salle du centre de données[1].

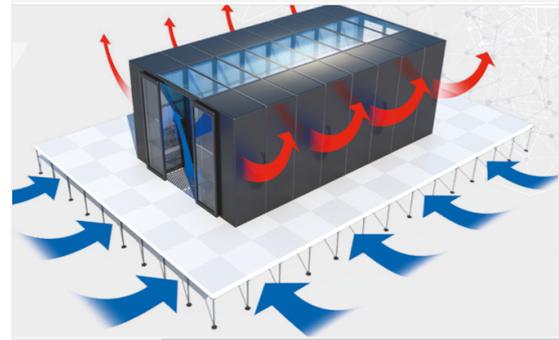


FIG. 5.5 : les racks confinés

En combinaison la technologies des racks confinés avec la technique du free cooling qui tire parti des variations de température extérieure, en particulier la nuit ou pendant les saisons plus fraîches, lorsque l'air extérieur est plus frais que la température cible du data center. L'idée est d'utiliser cet air frais pour refroidir les équipements sans recourir à des systèmes de réfrigération intensifs (climatiseurs et compresseur) [21].

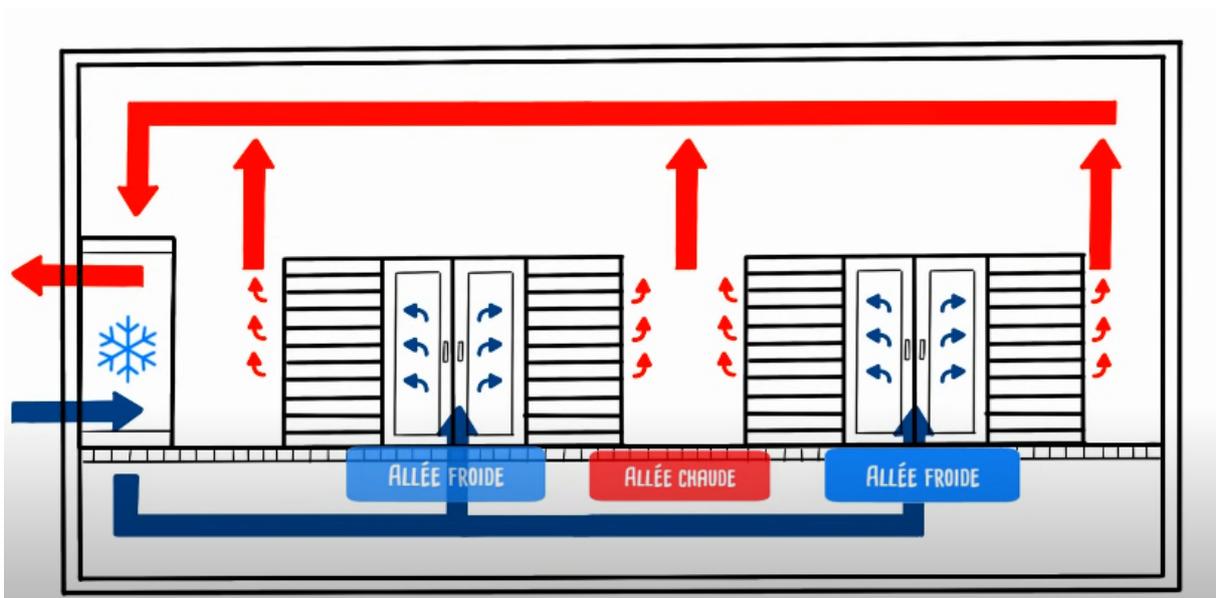


FIG. 5.6 : principe du free cooling

5.6.2 Analyse fonctionnelle de la technologie

Après avoir décrit la technologie et son fonctionnement, on fait appel à l'analyse fonctionnelle afin de mieux comprendre les différentes fonctions et interactions du système on utilisant Le diagramme bête à corne et diagramme de pieuvre qui sont des outils d'analyses et de prises de décisions dans la figure 5.7 ci-dessous :

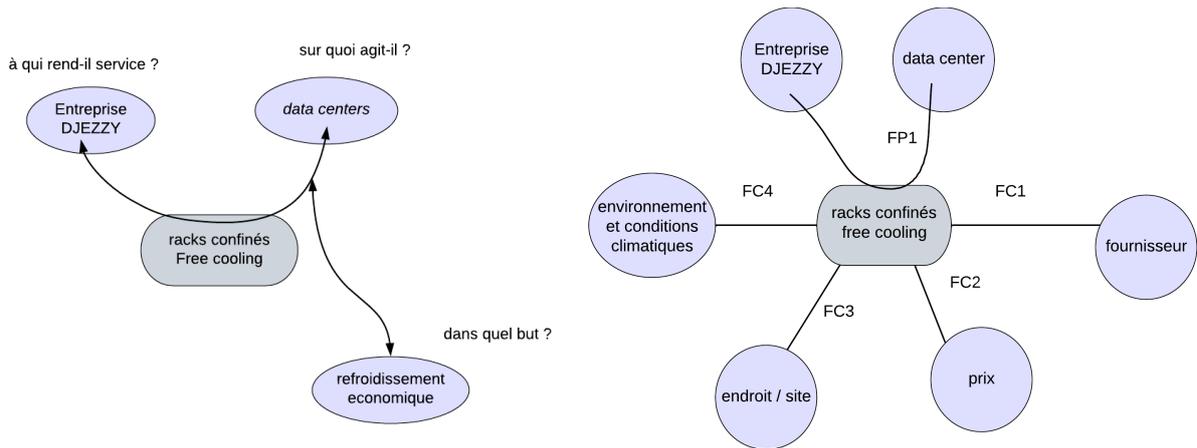


FIG. 5.7 : Diagramme de bête a corne et le diagramme de pieuvre pour la technologie

Selon le diagramme de pieuvre on a une seul fonction principale et quatre fonctions de contraintes :

- Fonction principale (FP1) : permettre a l'entreprise djezzy de stocker et de générer des données pour assurer son activité .
- Fonction de contrainte (FC1) : assurer le taux de disponibilité élevé sur toutes les régions.
- Fonction de contraintes(FC2) : avoir un prix raisonnable.
- Fonction de contraintes(FC3) : assurer que le site soit plus approprié (aménagement adéquat).
- Fonction de contraintes(FC4) : assurer un impact positive.

Pour chacune des fonctions on a attribuer des critères d'appréciations et leurs niveaux de flexibilité tel que : F0: niveau non négociable ; F1: niveau peu négociable ;F2: niveau négociable ; F3: niveau très négociable comme le montre la figure 5.8 ci-dessous :

	Fonction de service	Critère d'appréciation	Niveau	Flexibilité
FP1	Permettre a l'entreprise djezzy de stocker et de générer des données pour assurer son activité	sécurité	Suivi, Réactivité/ flexibilité	F0
		Ressources	Humaines, matériels	F0
		connectivité	Fibre	F0
		certificat de conformité	CE, ISO, RoHS, GS	F0
FC1	Assurer un taux de disponibilité élevé sur toutes les régions	Expérience	déjà travaillé avec djezzy	F3
		service et produit	délais , qualité , prix	F1
		le respect de tous les conditions	cahier de charge	F2
		budget	taux de couvertures des charges et bénéfices	F0
FC2	Avoir un prix raisonnable.	Alimentation électrique	transformateur électrique , groupe electrogènes ..	F0
		Sécurité physique	systèmes de contrôle d'accès, systèmes d'alarme	F0
		Conformité et réglementations	confidentialité,...	F0
		Évolutivité et flexibilité	répondre aux besoins de croissance de l'entreprise(stockage ,traitement des données).	F1
FC3	Assurer que le site soit plus approprié	Utilisation des énergies renouvelables	air frais , eau	F2
		Impact sur les écosystèmes locaux	protection de la biodiversité ,habitats naturels	F0
FC4	Assurer un impacte positive			

FIG. 5.8 : Cahier de charge

5.6.3 Matrice de faisabilité

Pour évaluer la faisabilité du projet des racks confiné on fait appel la matrice de faisabilité qui est un outil de prise de décision afin de comparer et évaluer les différentes solutions ou options disponibles pour un projet. Elle permet de prendre en compte différents critères et de les pondérer afin de déterminer la faisabilité et la viabilité de chaque solution sur les quatre secteurs (techniques, commerciale, financières et économique sociale).

On a pu sélectionner des critères d'évaluation selon les avis des experts de DJEZZY et on les a classifiés selon les quatre secteurs suivants :

a) Critères d'évaluation techniques

- la technologie rentre dans le cadre d'optimisation et la réduction de la consommation d'énergies.
- le prestataire maîtrise sa technologie.
- le site est adéquat à la réalisation de la technologie.
- ressources humaines sont disponible et compétant.
- le projet a peu d'impact négatif sur l'environnement.
- la certification data center tir3 et tir 4.

b) critères d'évaluation commerciale

- le projet s'inscrit dans la stratégie commerciale de l'entreprise
- le projet répond à une attente du consommateur.
- le projet apporte des fonctionnalités nouvelles sur le marché.
- les ventes souhaitées semblent être atteignables.

c) critères d'évaluation financière

- les couts prévisionnels du projet sont maîtrisés.
- le niveau de marge est conforme aux attentes de l'organisation.
- le retour sur investissement est atteint dans les délais définis par l'organisation.

d) critères d'évaluation économique et sociale

- le projet n'a pas d'impact négatif sur l'organisation interne.
- le projet respecte la charge éthique de l'organisation.
- le projet est dans le cadre des technologies vertes.
- le projet détruit d'emploi.

Matrice de faisabilité					
	critère d'évaluation	poids	évaluation %	valeur	note %
faisabilité technique	la technologie rentre dans le cadre d'optimisation et la réduction de la consommation d'énergies	3	100	3	87,50%
	le prestataire maîtrise sa technologie	3	100	3	
	le site est adéquat à la réalisation de la technologies	3	100	3	
	ressources humaines sont disponibles et compétentes	2	50	1	
	le projet a peu d'impact négatif sur l'environnement	3	100	3	
	la certification data center tier 1 et tier 2	2	50	1	
totale		16		14	
		39,02%		34,15%	
faisabilité commerciale	le projet s'inscrit dans la stratégie commerciale de l'entreprise	2	50	1	83,33%
	le projet répond à une attente du consommateur	3	100	3	
	le projet apporte des fonctionnalités nouvelles sur le marché	3	100	3	
	les ventes souhaitées semblent être atteignables	1	50	0,5	
totale		9		7,5	
		21,95%		18,29%	
faisabilité financière	les coûts prévisionnels du projet sont maîtrisés	2	100	2	85,71%
	le niveau de marge est conforme aux attentes de l'organisation	2	50	1	
	le retour sur investissement est atteint dans le délai défini par l'organisation	3	100	3	
totale		7		6	
		17,07%		14,63%	
faisabilité économique et sociale	le projet n'a pas d'impact négatifs sur l'organisation interne	3	100	3	72,22%
	le projet respecte la charge éthique de l'organisation	2	100	2	
	le projet est dans le cadre des technologies vertes	3	50	1,5	
	le projet détruit des emplois	1	0	0	
totale		9		6,5	
		21,95%		15,85%	

FIG. 5.9 : Matrice de faisabilité

5.6.4 Identification des parties prenantes (Matrice RACI)

L'identification des parties prenantes dans un projet vise à recenser et à comprendre toutes les personnes et les entités qui peuvent être influencées par le projet ou avoir une influence sur celui-ci. L'objectif principal de cette identification est de permettre une gestion efficace des parties prenantes tout au long du projet.

La matrice RACI est un outil de gestion des parties prenantes qui permet d'identifier et de clarifier les rôles et responsabilités de chaque partie prenante impliquée dans un projet, une initiative ou une activité. En utilisant cette matrice, vous pouvez définir les quatre principaux rôles des parties prenantes : Responsable, Acteur, Consulté et Informé. Voici une description de chaque rôle (voir-ci la figure 5.10) :

- Responsable (R - Responsible) : Les personnes ou les groupes responsables sont

ceux qui sont chargés de mener à bien une tâche ou une activité spécifique. Ils sont responsables de l'exécution de la tâche, de prendre les décisions nécessaires et de veiller à ce que les objectifs soient atteints. Ils sont également responsables de l'allocation des ressources et de la gestion des risques associés à la tâche. Les responsables sont souvent impliqués de manière opérationnelle dans la réalisation du travail.

- Acteur (A - Accountable) : Les personnes ou les groupes comptables sont ceux qui sont ultimement responsables des résultats et des livrables. Ils sont responsables de la réussite globale du projet ou de l'activité. Ils prennent les décisions finales, assument la responsabilité des résultats et rendent des comptes aux parties prenantes concernées. Les acteurs sont souvent des décideurs clés ou des personnes ayant une autorité et un pouvoir décisionnel élevés.
- Consulté (C - Consulted) : Les personnes ou les groupes consultés sont ceux qui fournissent des informations, des expertises ou des conseils pertinents pour la réalisation de la tâche ou de l'activité. Ils sont consultés avant la prise de décision ou l'exécution d'une action importante. Leurs opinions et contributions sont prises en compte, mais ils ne sont pas directement responsables de l'exécution ou des résultats. Les personnes consultées peuvent être des experts techniques, des parties prenantes clés ou des personnes ayant une connaissance spécifique du domaine.
- Informé (I - Informed) : Les personnes ou les groupes informés sont ceux qui doivent être tenus au courant des décisions prises, des actions entreprises ou des résultats obtenus. Ils sont informés des développements importants et peuvent avoir un intérêt ou une influence sur la tâche ou l'activité, mais ils ne sont pas directement impliqués dans l'exécution ou la prise de décision. Les personnes informées peuvent inclure des parties prenantes internes ou externes, des utilisateurs finaux ou d'autres parties prenantes qui doivent être maintenues informées.

RACI MODEL

R Responsable **A** Accountable **C** consulted **I** Informed

Project Deliverable or Activity

Sponsor du projet
 Responsable des infrastructures
 Res des réseaux et de la connectivité
 Architecte de solution
 Chef de projet
 Gestionnaires de projet
 Ingénieurs de conception
 Experts en sécurité informatique
 Spécialistes en câblage et connectivité
 Experts en efficacité énergétique
 Équipe d'approvisionnement et de logistique
 Équipe de gestion des risques
 Équipe de gestion des coûts
 Équipe de gestion des ressources humaines
 Consultants en conception de Data Center
 Fournisseurs d'équipements et de technologies
 Entreprises de construction et d'ingénierie

Direction du projet **Project Team Members** **Project Sub-Teams** **External Resources**

phase initiale

Définir les objectifs du projet	C/A	R	C	C	R/A	C	C/A	C	I	A/C	I			
Effectuer une analyse des besoins	C	R	R	C	C/A	C/A	C	C	C	C	I	I	I	I
Élaborer le budget préliminaire	C/A	R	C	C	A/C	C					R			
developper un Business Case		C	C	C/A	R/A	C/A			C		C	C/A		
identification des parties prenante		I	I	C	R/A	C	C		I		C	I	I	I

FIG. 5.10 : matrice RACI phase initiale

Après la phase initiale de l'identification des parties prenantes dans la phase d'initialisation ou de définition du projet, cette liste de parties prenantes sera régulièrement mise à jour et révisée tout au long du cycle de vie du projet et ses suivantes phases (planification, réalisation , exécution et clôture) .

5.6.5 Analyse des risques

Dans le cadre de cette étude d'analyse des risques, nous avons choisi d'adopter la méthode générique DIMAS, qui a été largement citée dans la partie de la recherche bibliographique ainsi que dans le chapitre 3. La méthode DIMAS offre une approche systématique et structurée pour évaluer les risques dans différents domaines d'activité. En utilisant cette méthode, nous serons en mesure d'identifier, d'analyser et d'évaluer les risques potentiels associés à notre projet de manière rigoureuse et complète.

a) **Phase 1 : définir le système étudié**

grâce aux analyses préliminaires effectuées dans les titres précédents (description de la solution , analyse fonctionnelle , matrice RACI et la matrice de faisabilité), nous avons pu définir clairement notre système, c'est-à-dire le projet d'implémentation des racks confinés dans les data centers de Djezzy. Ces analyses nous ont fourni une compréhension approfondie des exigences, des contraintes et des opportunités liées à notre projet, nous permettant ainsi de passer à la prochaine phase du processus d'analyse des risques.

b) **Phase 2 et 3: Identifier et mesurer**

Dans la deuxième phase de notre démarche d'analyse des risques, nous combinons l'étape d'identification des risques avec celle de mesure, en utilisant la matrice de criticité des risques et la cartographie. Nous procédons ainsi à une analyse approfondie des différentes sources de risques qui pourraient potentiellement affecter notre projet d'implémentation des racks confinés dans les data centers de Djezzy.

Certain	4	8	12	16
Tres probable	3	6	9	12
Probable	2	4	6	8
Peu probable	1	2	3	4
	Pas grave	Grave	Tres grave	Catastrophe

FIG. 5.11 : Matrice de criticité des risques

En nous appuyant sur les analyses préliminaires réalisées dans les étapes précédentes, ainsi que sur les entretiens avec les parties prenantes clés et les experts techniques, nous avons pu identifier 10 principaux risques (voir- ci la figure 5.12) qui présentent un niveau de criticité significatif pour la mise en œuvre de la solution de racks confinés dans les data centers de Djezzy. Ces risques ont été soigneusement évalués en termes d'impact potentiel sur le projet, de probabilité d'occurrence et de capacité de détection précoce.

En utilisant la matrice de criticité des risques, nous avons attribué à chaque risque une valeur de criticité en combinant l'impact et la probabilité. Cette évaluation nous permet de hiérarchiser les risques en fonction de leur importance et de concentrer nos efforts sur ceux qui présentent le plus grand niveau de criticité. Parallèlement, nous avons utilisé la cartographie pour visualiser graphiquement la répartition des risques en fonction de leur criticité et de leur probabilité, offrant ainsi une représentation visuelle claire de la situation.

Cartographie des risques	Gravité	Probabilité	Note	periorité	
R6	2	1	2	P7	R1:non disponibilité des ressources (matériel/humaine)
R7	1	2	2	P7	R2:fournisseur non adéquats
R2	3	1	3	P6	R3:Risque de surchauffe
R1	3	2	6	P5	R4:Risque de perte d'alimentation
R8	4	2	8	P4	R5:Risque de qualité de l'air
R9	2	4	8	P4	R6:Risque de variations climatiques extrêmes
R5	3	3	9	P3	R7:Risque de coûts initiaux élevés
R4	3	3	9	P3	R8: Risque de mauvaise conception du confinement
R3	4	3	12	P2	R9: Risque de non respect des délais de realisation
R10	4	4	16	P1	R10: Risque de défaillance des systèmes de refroidissement

FIG. 5.12 : Classification des risques selon la matrice de criticité

Grâce à cette approche intégrée d'identification et de mesure des risques, nous sommes en mesure de mieux comprendre les risques spécifiques qui pourraient potentiellement entraver la réussite de notre projet d'implémentation des racks confinés. Cette connaissance approfondie des risques nous permettra de mettre en place des stratégies d'atténuation et de gestion appropriées afin de minimiser les impacts négatifs et d'optimiser les chances de succès de notre projet.

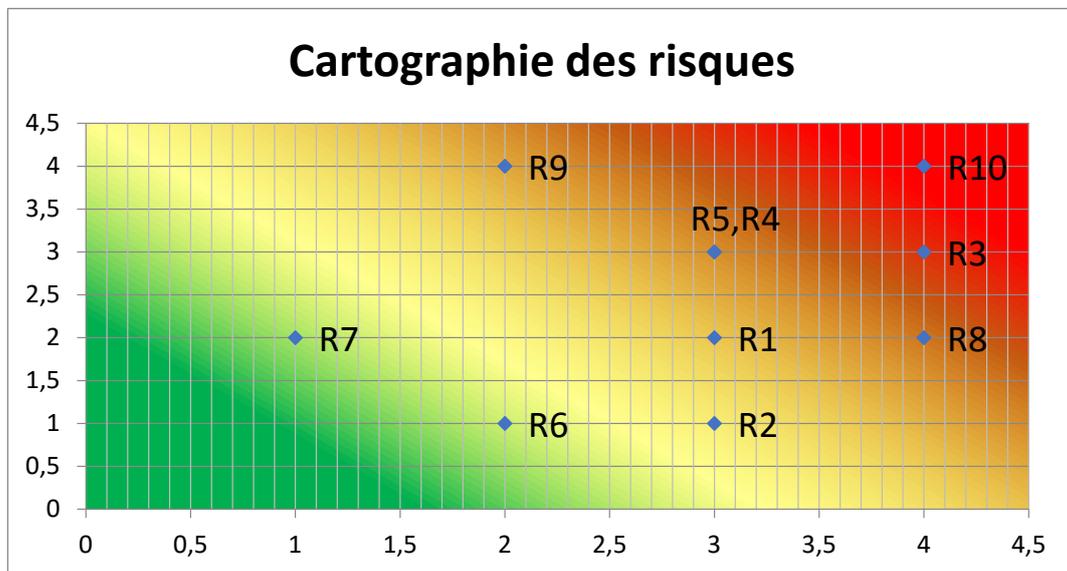


FIG. 5.13 : cartographie des risques

c) **Phase 4 et 5 : Analyser et synthétiser les risque (AMDEC)**

La phase d'analyse et de synthèse, incluant l'application de la méthode AMDEC (voir figure 5.14), est essentielle pour approfondir notre compréhension des risques spécifiques liés à notre projet et pour prendre des décisions éclairées en matière de gestion des risques. Cette phase nous permettra de consolider les résultats des étapes précédentes et de fournir une base solide pour la mise en place de plans d'action et de mesures de prévention ou de mitigation des risques identifiés.

Cette analyse est reliée directement à l'analyse fonctionnelle précédente ou on a identifié pour chaque fonction principale où une contrainte ses modes de défaillances, leurs causes, leurs effets et leurs criticité afin de pouvoir réduire leurs probabilité d'occurrence.

N°	Fonction	Modes de défaillances	Cause possible	Effet de défaillance	Gravité	Fréquence	Criticité	Barrières
FP1	Permettre à l'entreprise d'être capable de stocker et de générer des données pour assurer son activité	Non-disponibilité des ressources (matériel/humain)	Planification inadéquate des besoins en ressources	Diminution de la productivité et de l'efficacité opérationnelle	3	2	6	Planification et suivi précis des besoins en ressources, et Etablissement de plans de relève et de contingence pour faire face aux absences du personnel clé
		Risque de surcharge	Mauvaise conception ou dimensionnement du système de refroidissement	Domages aux équipements informatiques en raison de températures élevées, et bugs du système	4	3	12	Surveillance continue des températures et des capacités de refroidissement, Plan de maintenance préventive régulière pour assurer le bon fonctionnement des équipements de refroidissement
		Risque de défaillance des systèmes de refroidissement	Choix des fournisseurs et prestataires inapproprié	Insatisfaction client	3	3	9	Surveillance continue des performances des systèmes de refroidissement à l'aide de capteurs de température, de pression et d'humidité.
		Fournisseurs non adéquats	Manque de suivi et d'évaluation continus des performances des fournisseurs	Qualité inférieure des produits ou des services fournis	3	1	3	Surveillance continue des performances des fournisseurs et mesures correctives en cas de non-conformité, processus rigoureux de sélection et d'évaluation des fournisseurs
FC1	Assurer un taux de disponibilité élevé sur toutes les régions	Risque de mauvaise conception du confinement	problème de marketing	pas de projet	4	2	8	Mise en place de processus de contrôle et de tests réguliers pour vérifier le bon fonctionnement du confinement
		Risque de non-respect des délais de réalisation	Trop de demande/ pas de mise à jour	Mauvaise communication	2	4	8	Planification détaillée et réaliste du projet avec des jalons clairs et des marges de temps approprié
FC2	Avoir un prix raisonnable.	Risque de coûts initiaux élevés	Erreurs de planification et de budgétisation	Possibilité de réduire la portée du projet ou de retarder sa mise en œuvre	1	2	2	Evaluation précise des coûts initiaux et révision régulière des budgets
FC3	Assurer que le site soit plus approprié	Risque de perte d'alimentation	Mauvaise conception ou maintenance des systèmes d'alimentation de secours	Interruption des opérations informatiques et perte de données	4	4	16	Installation de systèmes d'alimentation de secours redondants tels que des groupes électrogènes ou des onduleurs
		Risque de qualité de l'air	Manque de filtration ou de maintenance des systèmes de ventilation	Accumulation de poussière ou de contaminants dans les équipements	3	3	9	Contrôle de la qualité de l'air à l'aide de capteurs et d'instruments appropriés
FC4	Assurer un impacte positive	Risque de variations climatiques extrêmes	Localisation du data center dans une zone sujette à des variations climatiques extrêmes	Domage des équipements en raison de l'humidité ou de la chaleur excessive	2	1	2	Utilisation de systèmes de climatisation et de contrôle de l'humidité adaptés aux conditions climatiques locales, Etude préalable de la localisation du centre de données pour minimiser l'impact des conditions climatiques extrêmes

FIG. 5.14 : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

5.6.6 Analyse de rentabilité financière

L'analyse de la rentabilité financière est une étape essentielle dans l'évaluation d'un projet ou d'une entreprise. Elle permet d'évaluer la capacité d'un investissement à générer des revenus et à atteindre les objectifs financiers fixés. Cette analyse met l'accent sur les aspects financiers tels que les coûts, les revenus, les flux de trésorerie et les indicateurs clés de performance.

Le projet d'implémentation des racks confinés au sein des centres de données de Djezzy est prévu sur une durée de cinq ans. Dès la deuxième année, l'entreprise commencera à récupérer son investissement initial de 250k\$. Cela signifie que les revenus générés par le projet couvriront les coûts initiaux engagés. Cette récupération rapide de l'investissement témoigne de la rentabilité potentielle du projet, et on la constatera aussi dans le tableau suivant de la figure 5.15 :

totale Estimeted TCO					
Année	2023	2024	2025	2026	2027
racks confiné (k\$)	250	700	650	350	400

Année	2023	2024	2025	2026	2027
reccettes (k\$)	0	1240	1800	2000	2000

cash flux (k\$)	-250	540	1150	1650	1600
-----------------	------	-----	------	------	------

r	12%
VAN	3 340,18
TRI	289%
IP	13,360729

FIG. 5.15 : Analyse de rentabilité financière

Le tableau de la figure 5.15 expose une synthèse, de tous les calculs effectués issus des tableaux totale estimeted TCO, les recettes attendues et bien évidemment les flux trésorerie (cash flow) afin de prendre une décision d'adoption où de rejet du projet ceci grâce à l'étude de faisabilité de la VAN (valeur actuelle nette) si $VAN > 0$ Le projet est rentable, désavantageux sinon.

Pour notre cas on constate que le projet est rentable ($VAN = 3340,18 > 0$) avec un taux d'actualisation $r = 12\%$ et Un indice de profitabilité de $IP = 13.360729 > 1$.

Pour confirmer ces résultats, nous avons calculé la valeur du TRI qui est de 289% . cette

dernière sembler élevée, mais il est important de noter que le TRI est indépendant du taux d'actualisation et mesure le rendement relatif du projet. Si le TRI est supérieur au taux d'actualisation ou bien d'un autre terme la rentabilité minimale exigée par l'entreprise (dans ce cas, le TRI est de 289% alors que le taux d'actualisation est de 12%), Il est donc clair que l'implémentation des racks confinés aux seins des data center de djezzy est très rentable et peut générer des bénéfices significatifs.

5.7 Interprétation des résultats de l'étude et synthèse

5.7.1 Synthèse de la problématique

Sur la base de l'étude réalisée (figures 5.2, 5.1, 5.3, 5.4), nous pouvons dire que les data centers de DJEZZY sont confrontés à plusieurs problèmes qui affectent leur fonctionnement optimal. Parmi ces problèmes, nous pouvons citer : l'anarchie des dimensions des racks non standard, la mauvaise circulation d'air froid sous le faux plancher due à l'obstruction des câbles, la contamination de l'air froid par l'air chaud, les risques de détérioration de la structure du site lors du démantèlement des systèmes sous le faux plancher, la mauvaise gestion des espaces avec des racks sous-utilisés, et l'absence de supervision des conditions de fonctionnement des serveurs.

Ces problèmes peuvent compromettre les performances des serveurs, entraîner une surchauffe des équipements, réduire l'efficacité de la climatisation, affecter la sécurité et la stabilité du site, entraîner un gaspillage d'espace et une inefficacité opérationnelle, ainsi que des pannes imprévues et une détérioration des performances des serveurs.

5.7.2 Synthèse sur la Solution

Afin de résoudre ces problèmes, une solution consiste à mettre en place des racks confinés. Les racks confinés sont spécialement conçus pour entourer les côtés avant et arrière des racks, créant ainsi une barrière physique entre l'air chaud et l'air froid (figure 5.5). Cette configuration permet de diriger efficacement l'air chaud produit par les serveurs vers les systèmes de refroidissement, évitant ainsi tout mélange avec l'air frais de la salle du centre de données.

Les panneaux des racks confinés jouent un rôle essentiel en réduisant les mélanges d'air, les courts-circuits thermiques et les recirculations indésirables, ce qui améliore considérablement l'efficacité du refroidissement.

De plus, les portes avant et arrière des racks confinés peuvent être ouvertes ou fermées en fonction des besoins, renforçant ainsi le confinement de l'air et optimisant l'efficacité énergétique. Certains racks confinés sont même équipés de systèmes de gestion des câbles intégrés, garantissant un agencement ordonné et propre de la salle du centre de données.

5.7.3 Résultats de l'étude de faisabilité

Afin d'évaluer la faisabilité de ce projet une matrice de faisabilité a été réalisée quatre selon dimensions clés. Les résultats et leurs interprétations sont les suivants :

- Faisabilité de réussite technique : Le projet a obtenu un score de 87,50% dans cette dimension, indiquant un fort potentiel de réussite sur le plan technique. Cela suggère que les solutions techniques envisagées, telles que l'implémentation des racks confinés, sont réalisables et compatibles avec les besoins du data center de DJEZZY.
- Faisabilité commerciale : Cette dimension a été évaluée avec une note de 83,33%, mettant en évidence une bonne viabilité commerciale du projet. Cela signifie que l'adoption des racks confinés est susceptible de générer des avantages commerciaux significatifs pour DJEZZY, tels qu'une amélioration de la performance des serveurs, une optimisation de l'efficacité énergétique et une réduction des coûts opérationnels.
- Faisabilité financière : La dimension financière du projet a obtenu un score de 85,71%. Cette évaluation indique que l'investissement requis pour mettre en œuvre la solution des racks confinés est justifié par les avantages financiers attendus, tels que des économies d'énergie, une prolongation de la durée de vie des équipements et une réduction des coûts de maintenance.
- Faisabilité économique et sociale : Cette dimension a été évaluée avec une note de 72,55%, mettant en évidence certains aspects économiques et sociaux à prendre en compte. Bien que le projet présente des avantages économiques certains, il convient de tenir compte des implications sociales, telles que l'impact sur l'environnement, la santé et la sécurité des employés, ainsi que la satisfaction des parties prenantes.

5.7.4 Résultats de l'analyse des risques

L'analyse des risques a été réalisée afin d'identifier les principaux risques liés au projet d'adoption des racks confinés dans les data centers de DJEZZY. Après une évaluation approfondie, 10 risques majeurs ont été identifiés et classés en utilisant une matrice de criticité des risques.

Les résultats de cette analyse des risques ont permis de mettre en évidence les points critiques du projet et de formuler des recommandations pour minimiser l'impact des risques identifiés. Les barrières de prévention et de protection proposées dans le cadre de l'AMDEC visent à réduire la probabilité d'occurrence des risques, à limiter les conséquences en cas de survenance et à mettre en place des mesures d'urgence appropriées.

5.7.5 Résultats de l'analyse de rentabilité financière

Avec un capitale investi de 250k\$ et une durée de vie de 5 ans (voir-ci la figure 5.15) l'analyse de rentabilité financière a démontré que le projet des racks confinés est rentable. selon La valeur actuelle nette ($VAN=3340,18>0$) et un indice de profitabilité ($IP=13.360729>1$) avec un taux d'actualisation de 12%. taux de rendement interne (TRI) de 289% > à la rentabilité minimale exigé (r) qui confirme la viabilité financière du projet sur une durée de vie de 5 ans.

5.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons suivi une démarche méthodique basée sur le modèle DMAIC pour étudier l'adoption des racks confinés dans les data centers de DJEZZY. Tout d'abord, nous avons commencé par définir la problématique et les objectifs du travail. C'est ce qui nous a permis de cadrer notre étude. Ensuite, nous avons procédé à un diagnostic approfondi de la situation actuelle en utilisant des outils tels que le QQQQCCP, le diagramme d'Ishikawa et l'analyse SWOT. Ces analyses nous ont permis de mettre en évidence les principaux problèmes auxquels les data centers de DJEZZY sont confrontés.

Grâce à cette compréhension approfondie, nous avons ensuite procédé à une analyse et une interprétation générale des résultats de la situation actuelle où nous avons examiné les différentes dimensions du problème et identifié les facteurs clés qui influencent la performance des data centers. Sur la base de ces constatations, nous avons proposé une solution prometteuse : l'adoption des racks confinés. Pour évaluer cette solution, nous avons utilisé des outils tels que l'analyse fonctionnelle (diagramme de bête à corne et pieuvre), la matrice RACI, la matrice de faisabilité et l'analyse des risques (AMDEC).

L'analyse des risques a été particulièrement importante, car elle nous a permis d'identifier les principaux risques associés à l'adoption des racks confinés. Nous avons ensuite proposé des mesures préventives et des barrières pour atténuer ces risques et assurer la mise en œuvre réussie de la solution. De plus, nous avons effectué une analyse de rentabilité financière pour évaluer la faisabilité économique de l'adoption des racks confinés.

Enfin, nous avons interprété les résultats de notre étude et synthétisé les informations clés. Nous avons souligné l'importance de prendre en compte les différentes dimensions du problème, tant techniques qu'économiques, pour prendre des décisions éclairées. Notre approche rigoureuse et notre analyse approfondie nous ont permis de formuler des recommandations concrètes pour améliorer les performances et l'efficacité des data centers de DJEZZY.

Conclusion générale

Les data centers de Djedzy jouent un rôle essentiel dans la continuité des activités de l'entreprise, en assurant le stockage, le traitement et la gestion sécurisée des données. Cependant, ils sont confrontés à des défis majeurs liés au refroidissement et à la gestion thermique de leurs infrastructures. Avec l'évolution rapide des technologies et l'augmentation constante des capacités de calcul, les data centers de Djedzy génèrent une quantité importante de chaleur et Les anciennes techniques de refroidissement peuvent s'avérer insuffisantes pour faire face à cette chaleur générée, ce qui peut entraîner une détérioration des performances, des pannes d'équipements et une augmentation des coûts d'exploitation.

C'est dans ce contexte que nous avons réalisé une évaluation préliminaire pour le projet d'investissement visant à implémenter la solution des racks confinés au sein des data centers de Djedzy. L'objectif de ce projet est d'améliorer la gestion thermique et le refroidissement des équipements informatiques, tout en réduisant les coûts liés à la consommation d'énergie.

Cette évaluation préliminaire a été effectuée afin de déterminer la faisabilité technique, économique et environnementale de la mise en place des racks confinés. Nous avons suivi une démarche similaire à la démarche DMAIC, en définissant la problématique, et en mesurant et en analysant la situation actuelle des data centers, et en évaluant la solution proposé et son impact.

Les résultats de cette évaluation préliminaire ont démontré que ce projet d'investissement des racks confinés est rentable sur le plan financier et son implémentation dans les data centers de Djedzy présente de nombreux avantages, tant sur le plan technique que sur le plan économique et environnemental. Cette solution permettra d'améliorer la gestion thermique, d'optimiser l'utilisation de l'espace, de réduire les coûts d'exploitation et de renforcer la durabilité environnementale des data centers.

Nous recommandons la poursuite de l'étude avec la réalisation du projet d'investissement pour les data centers de Djedzy, en incluant les phases restantes du management de projet qui permettront d'établir un plan d'action détaillé, et de clarifier les responsabilités pour toutes les parties prenantes on réalisant la suite de la matrice RACI et le diagramme de Gantt qui permettront de maitriser les délais , les couts de l'installation des racks confinés, la configuration des systèmes de refroidissement et la mise en place des indicateurs de performance. De plus, une fois les racks confinés en place, Djedzy sera en mesure de mettre en œuvre des solutions cloud au sein de ses data centers. Cela ouvrira de nouvelles opportunités pour l'entreprise en termes de flexibilité, d'évolutivité et de fourniture de

services de cloud computing à ses clients.

Enfin, cette approche basée sur les meilleures pratiques de gestion de projet, combinée à une collaboration étroite entre les équipes techniques et les parties prenantes concernées, sera essentielle pour garantir le succès de l'implémentation des racks confinés dans les data centers de Djazzy.

Annexes

Annexe A

A.1 Complément de la définition de la solution racks confinés

Système de confinement des allées froides et chaudes	
Caractéristiques	Avantages
permet d'isoler les allées chaudes et froides afin de maximiser l'efficacité du système de refroidissement et de minimiser les besoins en énergie de refroidissement.	Plus efficace que les technologies traditionnelles de refroidissement central par CRAC jusqu'à 50 % d'économies d'énergie.
Solution de refroidissement optimale pour les centres de données de grande et moyenne taille couplé à des unités CRAC pour augmenter l'efficacité du système de refroidissement.	Modulaire, évolutif, extensible, rétrofitable
Offre une efficacité modérée, des économies d'énergie et des capacités de refroidissement gratuit.	

TAB. A.1 : caractéristiques et avantages de la solution racks confinés



FIG. A.1 : racks confinés

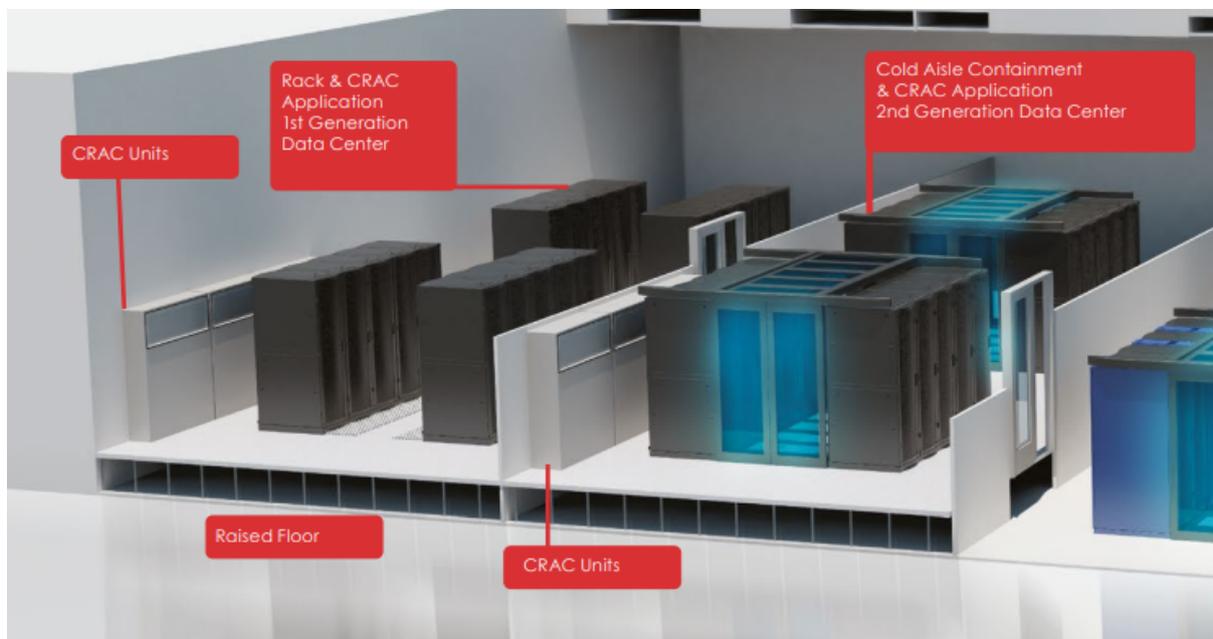
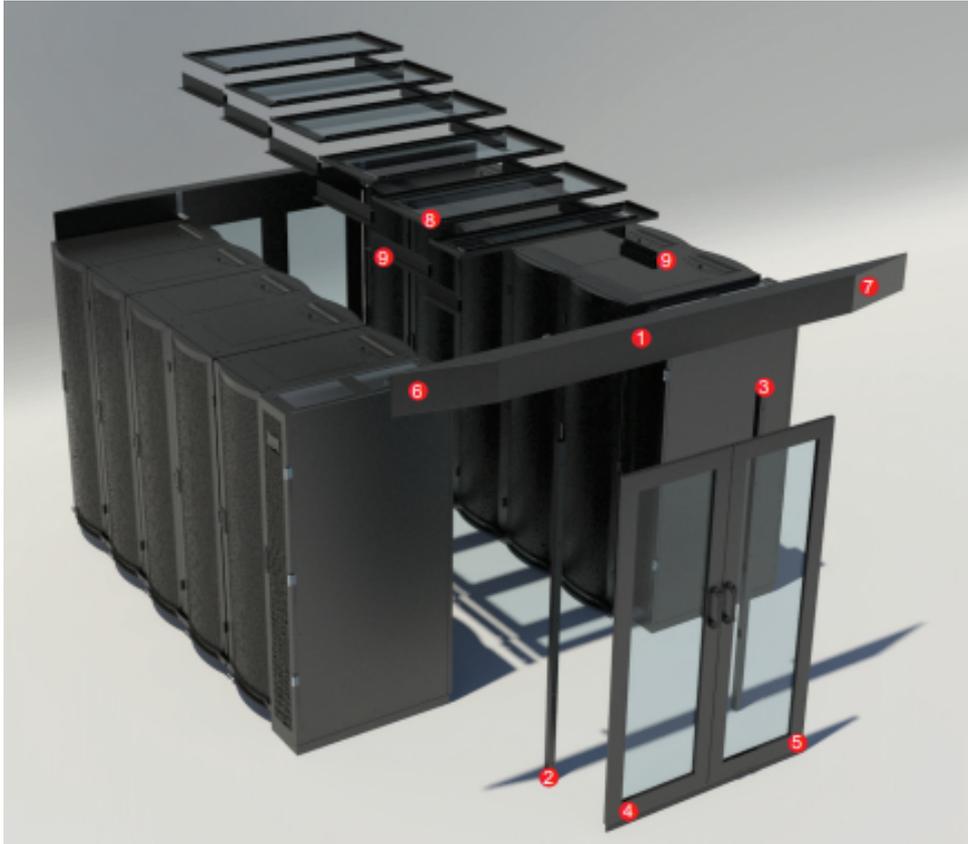


FIG. A.2 : la solution dans un data center



No	Item Name	Quantity
1	Automatic Door Upper Profile Kit	2
2	Sliding Door Vertical Support Profile (Left)	2
3	Sliding Door Vertical Support Profile (Right)	2
4	Sliding Door Assembly(Left)	2
5	Sliding Door Assembly(Right)	2
6	Door Upper Left Cover	2
7	Door Upper Right Cover	2
8	Top Cover Panels	n
9	Top Cover Panels Support	n

FIG. A.3 : racks confinés nomenclature

Annexe B

Complément de l'étude technico-économiques de la solution racks confinés

B.0.1 Evaluation d'appel d'offres des fournisseurs

Une première lecture des offres techniques de la fourniture et installation de la solution des racks avec système de confinement d'air frais dans les data centers.

Nombre d'entreprise qui ont retiré le cahier des charges : 6 (Mobiserve , M2I , SCET ENERGIE , YOTTA ,CFAO, NETFER) Nombre d'entreprise qui ont participé :2 (M2I , NETFER).

- **Méthode d'évaluation technique :**

- a) Une matrice d'évaluation est remplie ce qui permet l'attribution des notations selon la repense technique, et la qualité de la solution proposé, après le défens meeting .
- b) Après L'évaluation technique si la notation est Inférieur a ($<$) 80% le prestataire est éliminé .

	Barème	notation
généralité	70%	69%
Performance et pénalités	10%	10%
exigence	20%	20%
total	100%	98,09%

FIG. B.1 : Evaluation de M2I

	Barème	notation
généralité	70%	63,22%
Performance et pénalités	10%	10,00%
exigence	20%	19,44%
total	100%	92,66%

FIG. B.2 : Evaluation de NEFTER

B.0.2 Diagramme de Gantt

Pour estimer les durée de réalisation de la solution des racks confinés on a fait appel au diagramme de Gantt qui est un outil de gestion de projet largement utilisé pour visualiser les différentes tâches d'un projet, leur séquence et leur durée prévue.

taches	N°	date dedut	jours passer	jours restant	date de fin
Achat des équipements	A	01/05/2023	30	30	30/06/2023
Aménagement du site	B	15/05/2023	23	7	14/06/2023
Conception des racks	C	01/07/2023	0	20	21/07/2023
Emplacement du système de refroidissement	D	01/07/2023	0	30	31/07/2023
Gestion de l'alimentation électrique	E	15/06/2023	0	10	25/06/2023
cablage et connectivité des équipements	F	20/07/2023	0	10	30/07/2023
intégration des données et l'essai	G	01/08/2023	0	20	21/08/2023
Révélation du projet	/	/	/	/	18/10/2023

FIG. B.3 : les taches et leurs durées

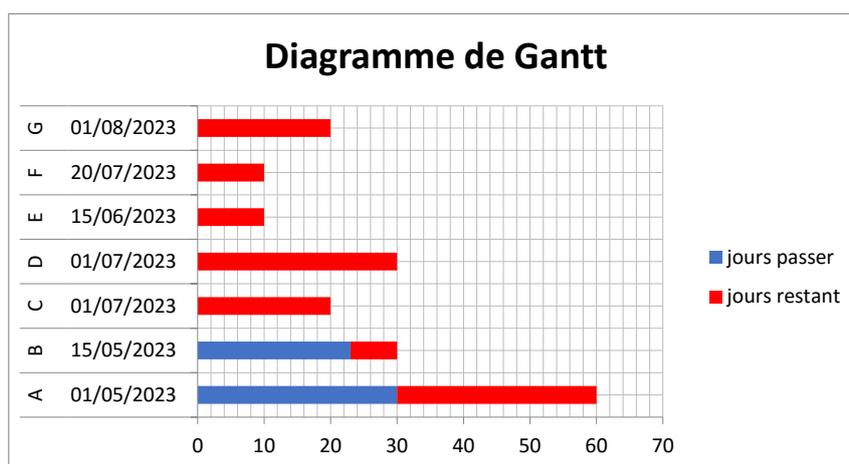


FIG. B.4 : Diagramme de Gantt

B.0.3 Project business case



Project business case

Djezzy 01/06/2023

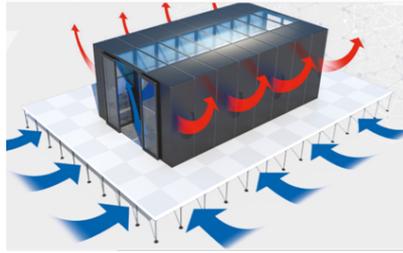


Annexe 1– Typologie des projets



TYPE	Définition
Amélioration des revenus	Le projet permet à Djezzy d'augmenter ses revenus par rapport à leur tendance actuelle ou d'éviter une baisse de revenus.
Obligatoire	Le projet est nécessaire pour répondre à une obligation réglementaire ou normative. Il peut également s'agir d'un préalable à un autre projet ou d'une obsolescence technologique.
Continuité des opérations	La demande de projet vise à assurer la continuité des activités.
Réduction des coûts	Le projet permet de remplacer une dépense réelle par une autre de moindre coût.

2
Source: FP & A



Rack Confiné

Core Network

Mustapha MEZIANI

Core Environment & Power Manager



[Date]

Sommaire exécutif



SYNTHÈSE DU PROJET		DESCRIPTION DU PROJET																						
<p>Nom Du Projet : Rack Confiné</p> <p>Secteur: Technologie</p> <p>Type De Projet : Continuité des Opérations</p> <p>Niveau De Priorité: P0</p> <p>Chef De Projet : Mustapha MEZIANI</p> <p>Titre Du Poste : Core Environment & Power Manager</p> <p>Sponsor Du Projet : Abdelkader OUACEL</p> <p>Budget Demandé : 250k\$</p> <p>*Capex: 250k\$ [Année de l'investissement : 2023-Année du délivré : 2023]</p> <p>Montant Budgété : 250k\$</p>		<p>Objectif du projet : Les racks confinés assure une combinaison et homogénéité dans la distribution des serveurs en terme d'énergie , afin d'Offrir des meilleurs conditions possible de fonctionnement des serveur et en terme de sécurité, redondance et climatisation, Certification les Datacenter en tir 3 et tir 4 pour les solutions cloud et autres.</p> <p>Type de sourcing : [Contrat]</p> <p>Fournisseur : M2I</p> <p>Étapes Du Projet :</p>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Total Estimated TCO</th> </tr> <tr> <th>Year</th> <th>2023</th> <th>2024</th> <th>2025</th> <th>2026</th> <th>2027</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rack Confiné (K\$)</td> <td>250</td> <td>700</td> <td>650</td> <td>350</td> <td>400</td> <td>2350</td> </tr> </tbody> </table>		Total Estimated TCO							Year	2023	2024	2025	2026	2027	Total	Rack Confiné (K\$)	250	700	650	350	400	2350	<p>Validation FP&A dd/mm/yy</p> <p>Début du Projet 01/05/23</p> <p>Implémentation du projet 01/07/23</p> <p>Validation IC 01/08/2023</p> <p>Révélation du projet 30/12/23</p>	
Total Estimated TCO																								
Year	2023	2024	2025	2026	2027	Total																		
Rack Confiné (K\$)	250	700	650	350	400	2350																		

4 Source: FP & A

Rack Confiné(250K\$)



Projet : Les Racks confinés sont spécialement conçus pour la mise en place de couloirs chaudes /froides.

Avantages et Objectif attendus : les Racks Confiné Va nous permettre :

- Une gestion des câbles inter racks en énergie et en connexion data.
- Le CONFINEMENT DES COULOIRS empêche le mélange de L'AIR CHAUD et de L'AIR FROID dans la partie supérieure des racks, ce qui garantit une répartition homogène de la température.
- Une supervision proche des serveurs qui permet d'anticiper les problèmes liés à la climatisation /énergie qui va réduire les problèmes et le temps de coupure.
- Une meilleure gestion des espaces .
- Sécurisation et redondance des installations.

Situation Actuelle : Tout les sites souffrent des problèmes suivant :

- Anarchie des dimensions des racks non standard → ce qui crée une mauvaise circulation d'air froid .
- Mauvaise circulation d'air froid sous le faux planché → A cause d'obstruction des câbles.
- Contamination de l'air froid par l'air chaud → Ce qui diminue considérablement l'efficacité de la climatisation .
- Touche à la structure du site lors de démantèlement des systèmes → faux planché troué et fragilisation de la structure sous le faux planché .
- Mauvaise gestion des espaces dans les data center → Racks à 50% Full .
- Aucune supervision des conditions de fonctionnement des serveurs .

1

FIG. B.5 : Project business case racks confinés

Bibliographie

- [2] C COLIN et al. “La méthode « Success for Your Project Management (SYPM) » garante de la qualité et du succès d’un projet”. In : *IRBM News* 41.3-4 (2020), p. 100254.
- [4] Gilles CORRIVEAU et al. *Guide pratique pour étudier la faisabilité de projets*. PUQ, 2012.
- [5] PMBOK–Sixth EDITION. “A guide to the project management body of knowledge”. In : *Project Management Institute. Pennsylvania* (2018).
- [6] DEBIH FARES. “L’évaluation de la rentabilité d’un projet d’investissement : Cas du groupe ETRHB HADDAD - Réalisation d’une usine des tubes spiraux Bethioua Oran”. In : (2015). Mémoire de fin d’études, Nom de l’institution.
- [7] Eilis FERRAN et Look Chan HO. *Principles of corporate finance law*. Oxford University Press, 2014.
- [8] Didier GOURC. “Vers un modèle général du risque pour le pilotage et la conduite des activités de biens et de services : Propositions pour une conduite des projets et une gestion des risques intégrées”. toulouse, 2006.
- [9] Robert HOUDAYER. *Evaluation financière des projets*. Economica, 1993.
- [10] Project Management INSTITUTE. *Guide du Corpus des Connaissances en Management de Projet*. French Edition, 2013.
- [13] Frank Olivier MEYE. *Evaluation de la rentabilité des projets d’investissement : Méthodologie pratique*. 2007.
- [14] Hugues MOLET. “Aide mémoire gestion industrielle : François BLONDEL, éditions Dunod, 2007”. In : *Revue Française de Gestion Industrielle* 28.4 (2009), p. 109-111.
- [15] Trong Hung NGUYEN. “Contribution à la planification de projet : proposition d’un modèle d’évaluation des scénarios de risque-projet”. Thèse de doct. 2011.
- [16] Josée ST-PIERRE et Robert BEAUDOIN. *Les décisions d’investissement dans les PME : comment évaluer la rentabilité financière*. PUQ, 2003.
- [17] Mladen RADUJKOVIĆ et Mariela SJEKAVICA. “Project management success factors”. In : *Procedia engineering* 196 (2017), p. 607-615.
- [18] Huigui RONG et al. “Optimizing energy consumption for data centers”. In : *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 58 (2016), p. 674-691.
- [19] Nathalie TAVERDET-POPIOLEK. *Guide du choix d’investissement*. Nom de l’éditeur, 2006.
- [20] Jerome TIXIER et al. “Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants”. In : *Journal of Loss Prevention in the process industries* 15.4 (2002), p. 291-303.

- [21] Hainan ZHANG et al. “Free cooling of data centers : A review”. In : *Renewable and sustainable energy reviews* 35 (2014), p. 171-182.

Webographie

- [1] *Catalogue Canovate*. <https://canovate.com/en/catalog/>. Consulté le 13-06-2023.
- [3] *Consommation d'énergie des data centers*. <https://opera-energie.com/consommation-energie-datacenter/>. Consulté le 13-06-2023.
- [11] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 690:2010 - Information and documentation – Guidelines for bibliographic references and citations to information resources*. Site Web. 2010. URL : <https://www.iso.org/obp/ui/>.
- [12] Techniques de L'INGÉNIEUR. *Sécurité et gestion des risques*. http://www.techniquesingenieur.fr/traite/securite_et_gestion_des_risques/. Consulté le 13-06-2023. 2016.

Résumé

Le présent projet de fin d'études a pour objectif d'évaluer le projet d'investissement des racks confinés au sein des data centers de l'entreprise Djazzy, acteur majeur du secteur des télécommunications en Algérie. L'objectif est d'optimiser les conditions de fonctionnement des serveurs en termes de sécurité, de redondance et de climatisation, tout en réduisant les coûts énergétiques.

Notre étude suit une démarche similaire à DMAIC, comprenant la définition de la problématique, la mesure et l'analyse de la situation, et l'introduction et l'évaluation de la solution. En nous appuyant sur les connaissances de base en management de projet et en analyse des risques, nous avons réalisé une évaluation préliminaire du projet d'investissement visant à implémenter des racks confinés dans les data centers de Djazzy.

Cette évaluation préliminaire nous a permis de réaliser un business case en tant que justification solide pour l'investissement. Nous avons identifié les objectifs du projet, les avantages attendus ainsi que l'évaluation des coûts associés à ce projet. L'objectif est d'aider les décideurs à comprendre les enjeux et à prendre des décisions éclairées sur la poursuite ou l'abandon du projet.

Mots clés : Projet, investissement, Etude de faisabilité, Management de projet, Data center.

Abstract

The present work project aims to evaluate the investment project of confined racks within Djazzy's data centers, a major player in the telecommunications sector in Algeria. The objective is to optimize server operating conditions in terms of security, redundancy, and air conditioning, while reducing energy costs.

Our study adopts a similar approach to the DMAIC methodology, which includes problem definition, measurement and analysis of the situation, introduction, and evaluation of the solution. Drawing upon fundamental knowledge in project management and risk analysis, we will conduct a preliminary evaluation of the investment project aimed at implementing confined racks in Djazzy's data centers.

This preliminary evaluation will enable us to develop a strong business case as a solid justification for the investment. We will identify the project's objectives, describe the expected benefits, and assess the costs associated with this project. The objective is to assist decision-makers in understanding the challenges and making informed decisions regarding the project's continuation or discontinuation.

Keywords : Project, investment, Feasibility study, Project management, Data center.

ملخص

العمل المقدم يهدف إلى تقييم مشروع الاستثمار لرفوف الحجز المقيدة في مراكز البيانات التابعة لجيزي، وهي لاعب رئيسي في قطاع الاتصالات في الجزائر. الهدف هو تحسين ظروف تشغيل الخوادم من حيث الأمان والاحتياطية وتكثيف الهواء، مع تقليل تكاليف الطاقة.

تعتمد دراستنا على نهج مماثل لمنهجية الديمايسي، والتي تشمل بالفرنسية تعريف المشكلة، قياس وتحليل الوضع، إدخال وتقييم الحل. بالاستناد إلى المعرفة الأساسية في إدارة المشاريع وتحليل المخاطر، سنقوم بإجراء تقييم أولي لمشروع الاستثمار الهادف إلى تنفيذ رفوف الحجز المقيدة في مراكز البيانات التابعة لجيزي.

سيمكننا هذا التقييم الأولي من وضع حالة تجارية قوية كتبرير قوي للمشروع. سنحدد أهداف المشروع، ونصف الفوائد المتوقعة، ونقيم التكاليف المرتبطة بهذا المشروع. الهدف هو مساعدة صناع القرار في فهم التحديات واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن استمرارية المشروع أو إيقافه.

كلمات مفتاحية :

مشروع، استثمار، دراسة الجدوى، إدارة المشروع، مركز البيانات.
