

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique



Département : Génie Industriel

Entreprise : PricewaterhouseCoopers Algérie

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Industriel (Management Industriel)

**Elaboration d'un plan stratégique pour améliorer la rentabilité d'une
entreprise du minerai de fer**

Application : Entreprise cliente de PwC

Réalisée par : Soraya FERHI

Sous la direction de :

- M Reda GOURINE
- M Ali BOUKABOUS

Présenté et soutenu publiquement le (26/06/2023)

Composition du Jury :

Président	M. Okba HAMRI	MCA.	ENP
Promoteur	M. Reda GOURINE	MCB.	ENP
Promoteur	M. Ali BOUKABOUS	MAA.	ENP
Examinatrice	Mme. Sofia AIT BOUAZZA	MAA.	ENP

ENP 2023

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique



Département : Génie Industriel

Entreprise : PricewaterhouseCoopers Algérie

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Industriel (Management Industriel)

**Elaboration d'un plan stratégique pour améliorer la rentabilité d'une
entreprise du minerai de fer**

Application : Entreprise cliente de PwC

Réalisée par : Soraya FERHI

Sous la direction de :

- M Reda GOURINE
- M Ali BOUKABOUS

Présenté et soutenu publiquement le (26/06/2023)

Composition du Jury :

Président	M. Okba HAMRI	MCA.	ENP
Promoteur	M. Reda GOURINE	MCB.	ENP
Promoteur	M. Ali BOUKABOUS	MAA.	ENP
Examinatrice	Mme. Sofia AIT BOUAZZA	MAA.	ENP

ENP 2023

Remerciement

En tout premier lieu, je remercie le bon dieu de m'avoir donné la force de mener à bien ce travail. Au nom du Dieu, le Clément et le Miséricordieux, louange à ALLAH.

Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance envers mes encadrants, Monsieur Ali BOUKABOUS et Monsieur Reda GOURINE, pour leur précieuse aide tout au long de mon stage. Leur soutien moral, leur disponibilité et leurs précieux conseils et toutes les réponses qu'ils m'ont apportées afin de mener à bien mon projet, ainsi que pour leur confiance. Je tiens à les remercier du fond du cœur en espérant avoir été à la hauteur de leurs attentes.

Je présente mes profonds remerciements et mes profondes reconnaissances à l'ensemble de l'équipe pédagogique du Département Génie Industriel de l'ENP pour m'avoir formé, éclairés et accompagnés au cours de ces trois années de spécialité. Merci !

Je souhaite exprimer ma gratitude envers toute l'équipe Advisory, en particulier Madame Myriam SAOULI et Monsieur Karim SACI, pour m'avoir bien accueilli au sein du cabinet durant toute la période du stage, ainsi que pour m'avoir donné l'opportunité de rencontrer plusieurs consultants et d'apprendre de chacun d'eux dans leur domaine respectif. Je tiens à remercier particulièrement Naila CHERIET, qui m'a apporté un soutien inestimable et a fait de mon stage une expérience exceptionnelle, merci de m'avoir imprégné de votre expérience, d'avoir été disponible pour moi sans limites, de répondre à toutes mes questions et de m'avoir appris non seulement un savoir-faire mais aussi un savoir-être, Merci ! sans oublier Fatima Zohra BOUCENNA et El Mehdi HANNACHI pour leur conseils précieux. Je remercie également Amira FEREDJ, Mouna LOUNIS, Nour RAISSI, Rymel BRAHMI, Sabrina MOHAMMEDI, Yasmina GHIAR, Yasmine KOUIDRI, Kheir Eddine OUAFI, Rafik SIDHOUM, Walid ABI AYAD et toute l'équipe Advisory, pour leur accueil chaleureux et les conditions de travail qu'il mon offertes.

Je saisis cette occasion pour remercier les membres du jury de m'avoir fait honneur d'examiner mon humble travail.

Ces remerciements ne peuvent s'achever, sans une pensée pour tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement et à la finalisation de mon travail surtout ma chère mère qui je présente ma profonde gratitude et reconnaissance pour son encouragement chaleureux, ses sacrifices inestimables et sa grande confiance.

Soraya

Dédicaces

Trouver les mots n'a jamais été très facile pour moi, et en écrivant ces lignes, je ressens à la fois une satisfaction et une pointe de nostalgie. Ce mémoire marque la fin d'un long parcours au sein de l'École Nationale Polytechnique, un chemin qui n'a pas été facile. C'est pour cette raison que je tiens à dédier ce travail particulièrement :

À celle qui incarne le courage et la patience, à mon exemple de vie, à la femme qui m'a toujours encouragé à viser haut et à ne jamais abandonner : ma tendre et merveilleuse maman. Tu t'es tant sacrifiée pour me voir réussir, atteindre mes objectifs et surtout, être heureuse. Je tiens à te témoigner ici ma gratitude sincère. Tu es la meilleure maman au monde, et ce travail est le fruit de ton dévouement et de ton amour inconditionnel.

Au meilleur homme de ma vie, qui m'a transmis la générosité, la gentillesse, l'intransigeance dans le travail et la clarté des objectifs, qui m'a toujours dit que je suis unique et que je peux le faire dans mes moments de déprime, qui a toujours été fier de moi, en espérant être toujours à la hauteur de t'honorer.

Pour ma grand-mère de m'avoir soutenu et encouragé dans tout ce que j'entreprends, aucun mot ne pourrait décrire mon amour pour toi. Pour mon grand-père d'avoir accompagné par ses prières et douaaï.

A mes chers oncles : Farouk, Lyes, Samir qui m'ont toujours cru en mon potentiel.

Au meilleur frère du monde Toufik, a celui qui j'ai partagé toutes les aventures de mon enfance.

A mes frères et sœur : Hamza, Chamsou, Tarek et Allaa que l'avenir vous réservera les meilleures réussites au monde.

A mes chères tantes, cousins et cousines, toute ma famille gisement d'amour et de solidarité.

A la personne qui était toujours là pour moi, qui a toujours su me faire sourire dans les moments difficiles, la personne qui m'a toujours soutenu et cru en moi, en mes compétences et en ma réussite, Dal ma meilleure amie tellement fière de notre amitié et complicité.

A la meilleure personne que j'ai connu ma moitié Sarah, mon pilier, mon bras droit et la personne qui m'a toujours soutenu, et m'encourage à donner le meilleur de moi-même et à croire en mes rêves les plus fous.

A ma meilleure amie Raounak on s'est connues il y a maintenant 11 ans, tu connais toute ma vie et je connais toute la tienne. Tu es mon trésor de secrets à celle qui j'ai partagé tous les détails de ma vie, qu'est-ce que je ferai sans toi?

À ma meilleure amie Raounak, cela fait maintenant 11 ans qu'on s'est connues. Tu connais toute ma vie, tu es mon précieux trésor de secrets, celle avec qui j'ai partagé chaque détail de ma vie. Je me demande ce que je ferais sans toi. Tu es plus qu'une amie, tu es un pilier essentiel dans ma vie.

A ma chère ex-binôme, ma petite sœur une relation particulière nous lie, merci d'être ce que tu es, on a vécu de bons moments, je te souhaite tout le bonheur. Et a Islem aussi je vous souhaite beaucoup de succès et un avenir professionnel radieux.

A mes très chers amis INDUS et l'ensemble de mes camarades polytechniciens qui sont devenus ma seconde famille. Merci d'avoir fait de mon passage a Polytech une réelle aventure.

Au meilleur club et aux meilleurs membres IEC, à ma deuxième famille, avec qui j'ai beaucoup appris et partagé de merveilleux souvenirs que je n'oublierai jamais. À tous les Alumni indus qui m'ont conseillé, guidé et avec qui j'ai énormément appris.

À toute personne qui m'a encouragé et qui ont fait confiance en mes capacités.
Et enfin spéciale dédicace à ma chatte Bichette.

Soraya

ملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو دعم شركة تعدين الحديد ، وهي عميل برايس ووترهاوس كوبرز ، في تطوير الهدف هو تعظيم استغلال قدراتها الصناعية والتشغيلية من أجل اغتنام فرص النمو .استراتيجيتها متوسطة الأجل للإجابة على هذه المشكلة ، سيتم إجراء تحليل شامل لبيئة الشركة من أجل تحديد رؤية .الداخلي والخارجي أخيرا ، سيتم اقتراح خطة عمل استراتيجية لتحسين .2030استراتيجية واضحة موجهة نحو المستقبل ، بحلول عام القدرات الحالية واستهداف الفرص المحددة من أجل تحقيق الأهداف المحددة

الاستراتيجية ، التشخيص الاستراتيجي ، خطة العمل ، خام الحديد ، التخصيب ، التكوير :الكلمات المفتاحية

Abstract :

The purpose of this study is to support an industrial iron mining company, a PwC client, in the development of its medium-term strategy. The goal is to maximize the exploitation of its industrial and operational capacities in order to seize internal and external growth opportunities. To meet this challenge, an in-depth diagnosis of the company's environment will be carried out to define a clear, forward-looking strategic vision for 2030. Finally, a strategic action plan will be proposed to optimize existing capabilities and target identified opportunities with a view to achieving the set objectives.

Key words: strategy, strategic diagnosis, action plan, iron ore, enrichment, pelletizing.

Résumé :

L'objectif de de cette étude consiste à accompagner une entreprise industrielle des mines de fer, cliente de PwC, dans l'élaboration de sa stratégie à moyen terme. Le but est de maximiser l'exploitation de ses capacités industrielles et opérationnelles afin de saisir des opportunités de croissance interne et externe. Pour répondre à cette problématique, une analyse approfondie de l'environnement de l'entreprise sera menée afin de définir une vision stratégique claire et orientée vers l'avenir, à l'horizon 2030. Enfin, un plan d'actions stratégiques sera proposé pour optimiser les capacités existantes et cibler les opportunités identifiées en vue d'atteindre les objectifs fixés.

Mots clés : stratégie, diagnostic stratégique, plan d'action, minerai de fer, enrichissement, pelletisation.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION GENERALE	11
Chapitre 01 : Etat de l'art	13
1.1 Les concepts de la stratégie	15
1.1.1 Définition de la stratégie	15
1.1.2 L'évolution de la pensée stratégique	15
1.1.3 La méthodologie de planification stratégique	18
1.2 Outils du diagnostic stratégique et méthodes utilisé	20
1.2.1 La méthode 5M	20
1.2.2 Analyse SWOT	21
1.2.3 Méthodes d'évaluation économiques	22
1.3 Les Concepts des mines et l'exploitation minière	27
1.3.1. Définition des mines et l'exploitation minière	27
1.3.2. Étape cycle de vie d'une mine	27
1.3.3 Traitement du minerai	28
Chapitre 02 : État de l'existence et Diagnostic stratégique	32
2.1 Présentation du cabinet PwC	34
2.1.1 PwC internationale.....	34
2.1.2 PwC Algérie.....	35
2.1.3 Présentation de l'entreprise des minerais de fer (Client PwC).....	39
2.2 Diagnostic stratégique	39
2.2.1 Diagnostic Stratégique Externe.....	39
2.2.2 Diagnostic Stratégique Interne	48
2.3 Synthèse	57
2.3.1 Analyse SWOT	57
2.3.2 Enoncé de la problématique	58
Chapitre 03 : Objectifs & Plan d'action stratégique	60
3.1 Définition des objectifs et actions stratégique	62
3.2 Etude de projet d'enrichissement et pelletisation du minerai de fer	63
3.2.1. Evaluation du processus de production.....	63
3.2.2 Evaluation économique	72

3.3 Action stratégique et recommandation	77
CONCLUSION GENERALE	81
BIBLIOGRAPHIE	84
ANNEXE.....	89

Liste des tableaux

Tableau 1- Les capacités et volume de production des acteurs principaux de la sidérurgie. ...	48
Tableau 2- Moyens matériels du projet	65
Tableau 3- Moyens humains du projet	66
Tableau 4- Capacité théorique de production	67
Tableau 5- Capacité de la production envisagée en 2030.....	68
Tableau 6- Prévision du plan de production annuelle 2023P-2030P	69
Tableau 7- Tableau récapitulatif des résultats du modèle	71
Tableau 8- Prévisions des prix de vente entre 2023-2030.....	72
Tableau 9- Prévision de chiffre d'affaires en DZD entre 2023-2030.....	72
Tableau 10- Coûts total d'investissements en DZD	74
Tableau 11- Amortissement des investissements.....	74
Tableau 12- Masse salariale.....	75
Tableau 13- Tableau de compte de résultat TCR.....	75
Tableau 14- Tableau des indicateurs de rentabilité	76

Liste des figures

Figure 1 - Cadrage logique de la démarche et structure du chapitre 1.....	14
Figure 2- Écoles de pensée de la stratégie	17
Figure 3 - Processus de planification stratégique et de contrôle : le pilotage stratégique.....	19
Figure 4- Les trois sous-systèmes du management stratégique.....	20
Figure 5- Méthode 5M ou diagramme d'Ishikawa	21
Figure 6- Analyse SWOT.....	22
Figure 7- Exemple d'une chaîne de traitement des minerais	29
Figure 8 - Cadrage logique de la démarche et structure du chapitre 2.....	33
Figure 9- Les valeurs de PwC Algérie	36
Figure 10- Organigramme de PwC Algérie	37
Figure 11- Evolution du marché de l'industrie minière	40
Figure 12- Principaux pays producteurs de minerai de fer dans le monde en 2022*	41
Figure 13- Principaux pays consommateur de minerai de fer dans le monde en 2022*	41
Figure 14 - Utilisations du minerai de fer à l'échelle mondiale, en 2021	42
Figure 15- Consommation de minerai de fer par principaux débouchés	42
Figure 16- Les prix mondiaux de minerai de fer en 2023*	43
Figure 17- Principaux leaders de minerai de fer dans le monde en 2022*	44
Figure 18- Organisation de la chaîne de valeur de la SNIM	45
Figure 19- Analyse sur voie ferroviaire de la SNIM	45
Figure 20- Carte géographique des principaux acteurs de la sidérurgie	47
Figure 21- Chaîne de valeur de l'entreprise cliente de PwC	48
Figure 22- Evaluation des volumes de production de l'entreprise cliente de PwC	49
Figure 23- Evaluation des volumes de minerai concassé de l'entreprise cliente PwC.....	51
Figure 24- Evaluation du transport du minerai par voie ferroviaire et routière de l'entreprise cliente PwC.....	52
Figure 25- Ligne minière par voie ferroviaire	53
Figure 26- La méthode 5M de la mine A	54
Figure 27 - La méthode 5M de la mine B	55
Figure 28 - Evaluation de la performance financière de l'entreprise cliente PwC	56
Figure 29- Analyse SWOT de l'entreprise cliente de PwC.....	57
Figure 30- Schéma des dysfonctionnements de l'entreprise clients	58

Figure 31- Cadrage logique de la démarche et structure du chapitre 3.....	61
Figure 32 - Les objectifs stratégique.....	62
Figure 33- Schématisation du processus de production des pellets.....	64
Figure 34- L'évolution de chiffre d'affaires	73

Liste des abréviations

BFR	Besoin en Fond de Roulement
CA	Chiffre d'Affaires
CAF	Capacité d'Auto-Financement
DR	Délai de Recouvrement ou Délai de Récupération
DRI	Direct Reduction Iron
EURL	Entreprise Unipersonnelle à Responsabilité Limitée
IP	Indice de Profitabilité
MDZD	Million de dinars
MP	Matière Première
MT	Million de tonnes
PWC	PricewaterhouseCoopers
SNIM	Société Nationale Industrielle et Minière
SPA	Société Par Actions
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TC	Taux de Change
TCR	Tableau de compte des résultats
TD	Taux de découverte
TRI	Taux de rendement interne
USGS	United States Geological Survey
VAN	Valeur actuelle nette

INTRODUCTION GENERALE

Le fer est le métal le plus recherché pour ses propriétés utilitaires, dont sa dureté, sa résistance et sa durabilité, car il se caractérise par de nombreuses propriétés qui lui permettent d'être utilisé dans de nombreux domaines, ce qui a conduit à une augmentation de la demande dans le monde, tout en déterminant la qualité.

En général, le minerai le plus riche en fer est le plus rentable. Lorsque sa teneur est supérieure à 57 %, il est considéré comme riche et ne nécessite aucune valorisation à part son calibrage. Lorsqu'elle est inférieure à 57 %, il est considéré comme pauvre et doit être valorisé pour en permettre la commercialisation [44]

L'Algérie est un pays riche en divers substances utiles dont la majorité n'est pas encore mise en valeur, le sol Algérien contient des réserves importantes en différents métaux et minéraux, elle vient d'enregistrer un saut particulier dans son parcours économique en particulier le secteur minier qui vient de connaître un nouveau souffle de reprise à de nouvelles ambitions de développement, après avoir vécu une longue période d'extinction [45].

La forte demande de l'acier sur le marché national et international a entraîné un accroissement de la production du minerai de fer en vue de répondre aux besoins des complexes sidérurgiques du pays, en matière de production et de qualité.

La consommation de fer en tant que matière première ne cesse d'augmenter, vu l'importance de ce minerai dans l'industrie nationale et mondiale qui exigent une croissance de production. Pour cela, l'Algérie doit encore relever plusieurs défis pour valoriser pleinement son potentiel minier.

Dans ce contexte et dans l'objectif de booster sa croissance et maximiser l'exploitation de ses capacités industrielles et opérationnelles, une entreprise du minerai de fer a sollicité le cabinet de conseil PwC où j'ai effectué mon stage afin de l'accompagner dans l'élaboration de sa nouvelle stratégie de développement.

Le travail que j'effectue dans le cadre de cette mission aura donc pour but d'accompagner cette entreprise industrielle des minerais de fer pour maximiser l'exploitation de ses capacités industrielles et opérationnelles afin de saisir des opportunités de croissance interne et externe.

Ce qui m'a amené de poser cette question centrale :

- Comment exploiter les capacités industrielles et opérationnelles de l'entreprise pour garantir sa rentabilité et saisir des opportunités de développement internes et externes ?

Afin d'expliquer plus en détails cette problématique et de mettre toute la lumière sur les étapes les plus importantes de ce travail, j'ai décliné cette problématique en plusieurs sous-problématique comme suit :

- Quelles sont les actions stratégiques qui permettront à l'entreprise d'augmenter la qualité du minerai ?
- Quelles sont les actions industrielles qui permettront à l'entreprise d'augmenter la productivité et le volume de la production ?
- Quelles sont les actions stratégiques qui permettront d'améliorer la logistique externe ?

Afin de répondre à ces problématiques et d'atteindre les objectifs assignés, ma démarche a été structurée en 3 chapitres :

Le chapitre 1 : « Etat de l'art » qui constitue un rappel de certaines notions et concepts théoriques en relation avec la mission et la résolution de la problématique.

Le chapitre 2 : « Etat de l'existant et diagnostic stratégique » sera dédié à la présentation du cabinet de conseil et de l'entreprise cliente ainsi qu'un diagnostic stratégique interne et externe qui permet de cerner les différents enjeux. Enfin, ces étapes m'ont permis de recenser un ensemble de dysfonctionnements que j'ai catégorisé afin d'identifier la problématique centrale.

Le chapitre 3 : « Objectifs et plan d'action » consiste en l'élaboration de la solution, à travers la formulation des objectifs stratégiques suivie d'une étude de rentabilité de la solution proposée et enfin l'élaboration d'un plan d'actions stratégiques.

Une conclusion ponctuera le travail effectué et mettra en lumière l'apport réalisé et les perspectives futures par rapport au projet.

Chapitre 01 : Etat de l'art

Introduction :

Ce chapitre va traiter l'ensemble des aspects théoriques concernant les concepts et terminologies utilisés dans le cadre de ce travail. Il s'agira, dans un premier temps, de présenter l'état de l'art sur les concepts de la stratégie sera menée à travers une définition de la stratégie, L'évolution de la pensée stratégique et de la méthodologie de planification stratégique. Par la suite les différents concepts, méthodes et outils utilisés qui nous ont guidés vers la mise en place de la solution.

La figure ci-après présente un aperçu du déroulement de ce chapitre :

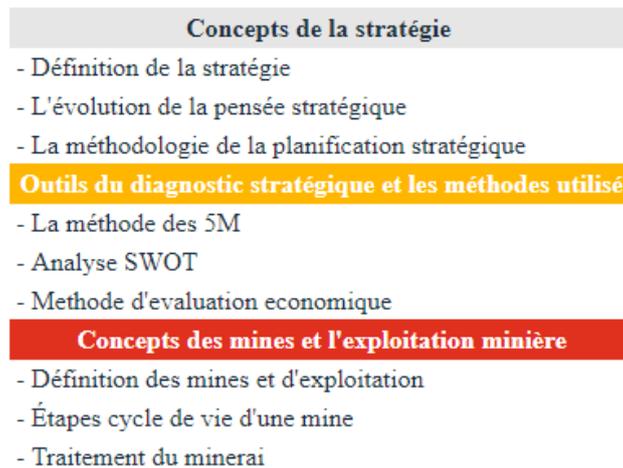


Figure 1 - Cadrage logique de la démarche et structure du chapitre 1

1.1 Les concepts de la stratégie :

1.1.1 Définition de la stratégie :

Il n'existe pas de définition simple et unique de la stratégie. Cela est due, selon Porter, au fait qu'il existe plusieurs termes et concepts qui sont reliés à la stratégie [18].

Voici quelques définitions de la stratégie les plus pertinentes :

- D'après A.D.Chandler [CHA 1972], « La stratégie consiste à déterminer les objectifs et les buts fondamentaux à long terme d'une organisation puis à choisir les modes d'action et d'allocation des ressources qui permettront d'atteindre ces buts et objectifs ».
- D'après A. Thiétart [THI 1989], « La stratégie est l'ensemble des décisions et des actions relatives au choix des moyens et à l'articulation des ressources en vue d'atteindre un objectif ».
- D'après Kenneth Andrews [AND 1998], « La stratégie est une adéquation entre les capacités de l'entreprise et les opportunités existantes dans son environnement concurrentiel ».
- D'après Wright [Wright et al, 1992] « Les plans pour atteindre des résultats en rapport avec les missions et les objectifs de l'entreprise ».

A partir de ces définitions, il ressort que :

- La stratégie engage l'ensemble des ressources détenues par l'entreprise et ce, sur une longue période.
- La stratégie s'exprime sous la forme de décisions (but, objectif, plan...).
- La stratégie concerne en premier lieu la détermination des objectifs de l'entreprise qui se déclinent ensuite en actions afin de remplir ces objectifs. La stratégie détermine le niveau des moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs définis.

La stratégie implique le choix d'une technique ou d'un procédé, ou d'un ensemble de procédures, qu'un individu met en œuvre pour atteindre un but. [21]

1.1.2 L'évolution de la pensée stratégique

Depuis les années 1960, de nombreuses écoles de pensées se sont développées autour de la stratégie, proposant des concepts et approches pour aborder les questions fondamentales de cette discipline. H. Mintzberg, B. Ahlstrand et J. Lampel ont identifié 10 écoles de pensée

stratégique pouvant être classées en 3 courants : les normatifs, les descriptifs et l'école de la configuration.

Les normatifs insistent davantage sur la façon dont il faudrait concevoir les stratégies que sur la façon dont elles se constituent effectivement [22]. Les écoles composant ce courant sont :

- L'école de la conception : Elle considère la stratégie comme un processus de conception basé sur l'analyse SWOT (acronyme de Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). Elle se concentre sur l'identification des facteurs Clés de succès d'une activité, leur hiérarchisation ainsi que la formulation de stratégies claires et simples.
- L'école de la planification : Elle considère la stratégie comme un processus formel. Elle reprend les hypothèses de l'école de conception, en décomposant son élaboration en étapes distinctes et en lui donnant une formalisation plus rigoureuse sous forme de listes de vérification.
- L'école du positionnement : Elle considère la stratégie comme un processus analytique. Contrairement aux écoles précédentes qui admettaient que le nombre illimité de stratégies l'école du positionnement prétend qu'il n'existe que quelques stratégies clés, assimilables à des positions sur le marché. Cette école a été fortement influencée par le développement d'outils de marketing stratégique tels que la matrice BCG ou la matrice McKinsey-GE utilisés par les cabinets de conseil en management.

La réflexion stratégique alimentant ce travail, et les outils utilisés sont principalement tirés de la première école, ou j'ai élaboré une synthèse avec une dominante de cette école de conception.

Le courant descriptif, quant à lui, se concentre sur les aspects spécifiques de l'élaboration de la stratégie et s'intéresse moins à la formulation d'un comportement idéal qu'à la description des véritables processus d'élaboration de la stratégie. On y trouve :

L'école entrepreneuriale qui aborde la stratégie comme un processus visionnaire axé sur la vision du dirigeant de l'avenir de l'entreprise :

- L'école cognitive qui aborde la stratégie comme un processus mental qui émerge l'esprit du stratège.
- L'école de l'apprentissage qui aborde la stratégie comme un processus émergent issu des actions entreprises au niveau des organisations.

- L'école du pouvoir qui aborde la stratégie comme un processus de négociation dans lequel une entité influence, persuade et convainc les acteurs de son environnement à mettre en place des actions de développement de ses intérêts.
- L'école culturelle qui aborde la stratégie comme un processus collectif de connaissances, de croyances, d'habitudes et de traditions qui servent l'intérêt commun de l'entreprise.
- L'école environnementale qui aborde la stratégie comme processus de réaction à son environnement tel que décrit la théorie de la contingence.

Enfin, le dernier courant est l'école de la configuration, qui consiste à combiner les principes, les concepts et les apports des autres écoles de pensée. [23]

La figure 2 représente les écoles de pensée des courants normatifs et descriptifs, ainsi que les outils principalement utilisés par chacune d'entre elles.

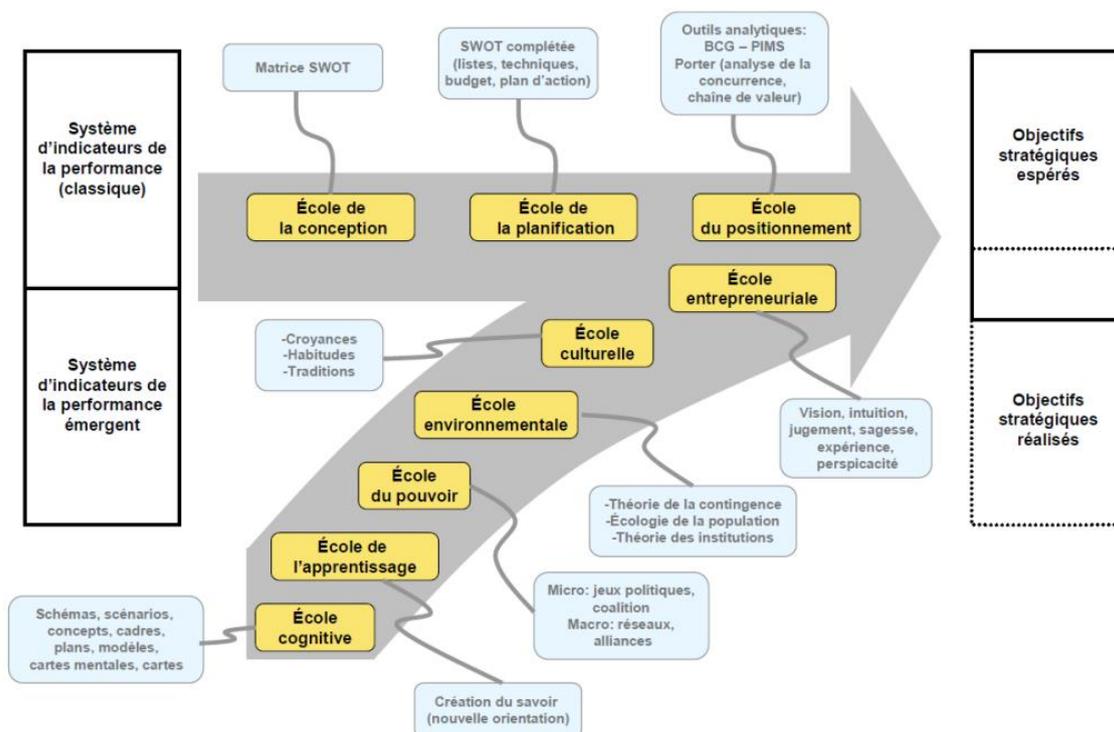


Figure 2- Écoles de pensée de la stratégie [23]

1.1.3 La méthodologie de planification stratégique

Une des principales préoccupations des dirigeants d'entreprise est la maîtrise de la trajectoire stratégique. Il est essentiel de s'assurer que la stratégie mise en œuvre correspond effectivement à celle qui a été définie initialement. C'est pourquoi il est indispensable pour les dirigeants de mettre en place un processus de conception, de déclinaison et de contrôle de la stratégie, connu sous le nom de « Pilotage de la stratégie ». [19]

Le processus de planification stratégique ne peut être linéaire. La présence de flèches en pointillés dans la Figure 3 illustre son caractère itératif. Voici les différentes phases du processus :

- La phase I définit les buts et les objectifs globaux de l'entreprise tels que les missions et la vision.
- La phase II est une étude de l'environnement de l'entreprise tant interne (employés, ressources, activités, etc.) qu'externe (marchés, concurrents, technologie, réglementation, etc.).
- La phase III représente l'étape de formulation de la stratégie. Elle utilise les éléments de la phase II pour décliner les objectifs globaux en stratégies opérationnelles et fonctionnelles.
- En phase IV, les plans qui ont été identifiés en phase III sont traduits en budgets détaillés et en programmes. Ceux-ci seront déclinés à travers les niveaux opérationnels de l'entreprise. Ces plans devront être pilotés à l'aide d'un système de mesure de la performance. [24]

Il convient de souligner que ce processus de planification stratégique est itératif, c'est-à-dire qu'il peut nécessiter des ajustements et des révisions à mesure que la stratégie est mise en œuvre et que de nouvelles informations et opportunités émergent.

La mise en place d'un pilotage de la stratégie permet aux dirigeants de s'assurer que la stratégie envisagée est alignée avec les objectifs globaux de l'entreprise et de suivre sa mise en œuvre de manière rigoureuse.

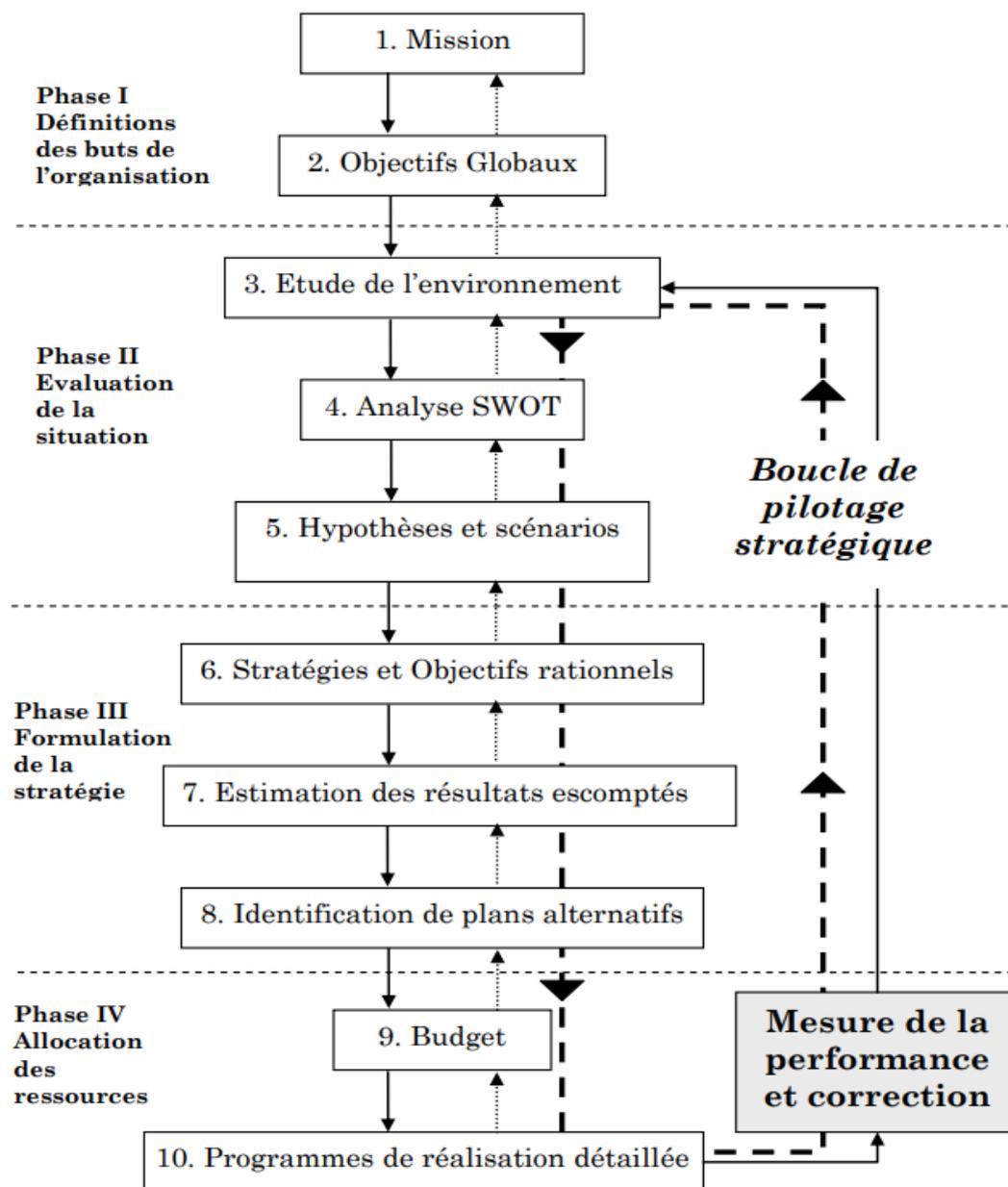


Figure 3 - Processus de planification stratégique et de contrôle : le pilotage stratégique [19]

Les éléments résultant de ces mesures serviront à nourrir la phase II pour le futur cycle de formulation de la stratégie. Cela forme une boucle de pilotage stratégique représentée en pointillé sur la Figure 3

Le pilotage de la stratégie associe donc la planification de la stratégie à sa mise en œuvre :

- La planification de la stratégie (les phases I, II et III).
- La mise en œuvre de la stratégie (la phase IV).
- Le contrôle stratégique (la boucle de pilotage).

Cela dit, il existe parfois des chevauchements entre ces trois (03) étapes et leur conduite n'est pas linéaire (Figure 4) [24]

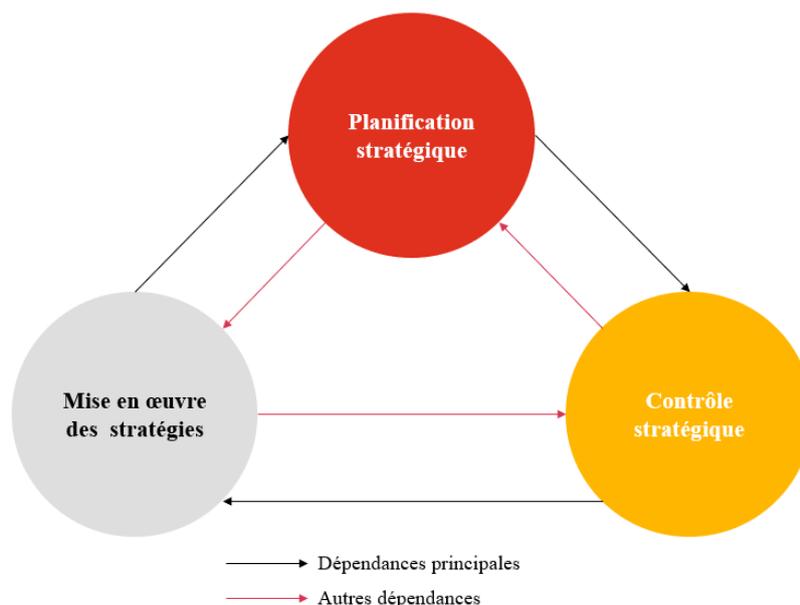


Figure 4- Les trois sous-systèmes du management stratégique

1.2 Outils du diagnostic stratégique et méthodes utilisé :

1.2.1 La méthode 5M :

La méthode 5M (Diagramme d'Ishikawa) est une méthode d'analyse qui a pour objectif de rechercher les différentes causes possibles d'un problème. En effet, elle permet d'identifier la cause racine d'un dysfonctionnement.

Elle fut créée par le professeur Kaoru Ishikawa ce qui lui vaut aussi son appellation « diagramme d'Ishikawa ». Sa simplicité lui permettra de devenir un outil indispensable au bon fonctionnement d'une démarche Qualité. Il est à noter une utilisation plus importante depuis les années 2000.[25]

La méthode d'Ishikawa est une représentation graphique en diagramme. Elle ressemble à une arête de poisson. Cela se matérialise par une structure qui met en lien les causes et leurs effets (défaut, panne, dysfonctionnement, ...). Cette représentation lui a valu l'appellation « d'arêtes de poisson » est axée autour de 5 sources potentielles formant les arêtes principales du diagramme d'Ishikawa et participe à la résolution de problèmes :

- Main d'œuvre : collaborateurs, compétences, etc.

- Matières : composants entrant dans l'élaboration d'un produit, etc.
- Matériels : moyens de production, outils, équipements, etc.
- Méthodes : techniques, modes opératoires, procédures, etc.
- Milieu : environnement de travail, etc. [25]

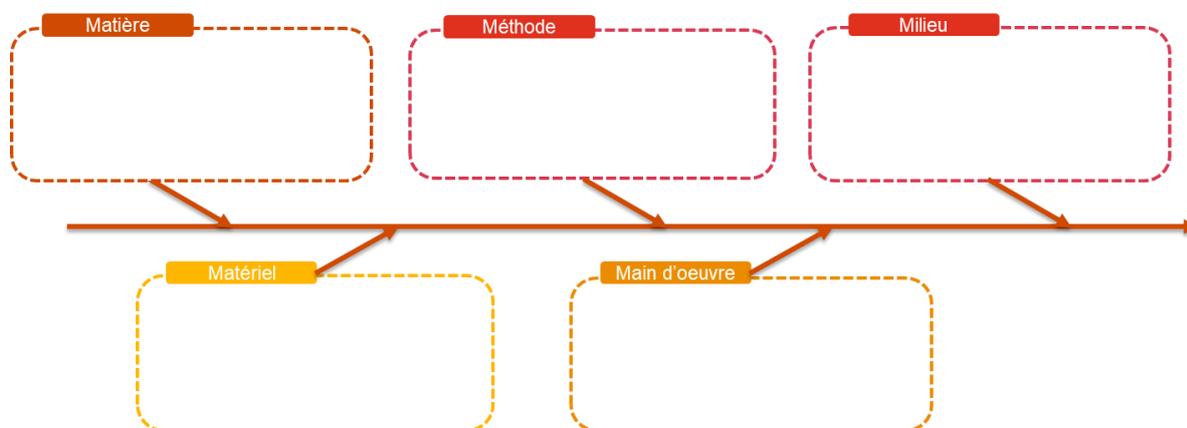


Figure 5- Méthode 5M ou diagramme d'Ishikawa

1.2.2 Analyse SWOT :

L'analyse SWOT est une technique utilisée pour identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces qui entourent les entreprises, mais elle peut tout aussi bien s'appliquer à un projet unique. Par ailleurs, bien qu'elle soit majoritairement utilisée par des organisations (petites entreprises, organisations à but non lucratif ou encore grandes entreprises), l'analyse SWOT peut être utilisée autant sur le plan personnel que professionnel.

Même si réaliser une analyse SWOT s'avère relativement simple, il s'agit avant tout d'un outil puissant, qui permettra d'identifier des pistes d'amélioration face à la concurrence. Ils pourront ainsi travailler à l'amélioration des équipes et des entreprises tout en gardant une longueur d'avance sur les tendances du marché.

Pour faire simple, SWOT est l'acronyme des mots forces, faiblesses, opportunités et menaces. Il est important d'examiner chacun de ces facteurs pour planifier correctement la croissance de l'entreprise. C'est là que l'analyse entre en jeu.

Les forces et les faiblesses sont souvent d'ordre interne, tandis que les opportunités et les menaces se concentrent généralement sur l'environnement extérieur. Le nom est un acronyme pour les quatre paramètres examinés par la technique :

- Les forces : sont des éléments positifs internes à l'entreprise ou du projet qu'il faut contrôler et qui procurent souvent un avantage concurrentiel.
- Les faiblesses : est un attribut interne négatif de l'entreprise ou du projet qui nuit aux forces et qui désavantage l'entreprise ou le projet par rapport aux autres.
- Les opportunités : est un facteur externe qui promet ou est susceptible de contribuer au succès potentiel de l'entreprise ou du projet et qui pourrait être exploité à leur avantage.
- Les menaces : est un facteur externe sur lequel l'entreprise ne peut avoir aucun contrôle et qui pourrait avoir un impact négatif sur sa réussite. [26]



Figure 6- Analyse SWOT

1.2.3 Méthodes d'évaluation économiques :

Les méthodes d'évaluation économiques sont utilisées pour déterminer si un projet d'investissement est rentable, créateur de valeur, c'est-à-dire de richesse. Ces principes économiques standard s'appliquent également à l'industrie minière. Quatre mesures standard bien comprises par les économistes sont généralement utilisées pour évaluer les mines : la valeur actuelle nette (VAN), le taux de retour sur investissement (TRI), le délai de récupération (DR) et l'indice de profitabilité (IP).

Toutes ces mesures utilisent le flux de trésorerie (Cash-flow) dans leur analyse et sont considérées comme des tests distincts de la validité d'un projet d'investissement.

- **Cash-flow :**

Le cash-flow représente la somme totale des flux de trésorerie générés par les activités d'une entreprise. Cet indicateur est utilisé pour évaluer la liquidité de l'entreprise, sa capacité à

financer sa croissance (notamment ses investissements) à partir de ses opérations, ainsi que le masse des dividendes qu'elle peut éventuellement distribuer à ses actionnaires. En d'autres termes, le cash-flow reflète la santé financière globale de l'entreprise et sa capacité à générer des liquidités. [43]

Il correspond à la différence entre les sorties de fonds (cash out flow) et les entrées de fonds (cash in flow) et la formule générale est donnée comme suit :

$$\text{Cash flow} = \text{EBE} - \text{Variation BFR} - \text{Impôts} - \text{Investissements nets}$$

- **La valeur actuelle nette VAN :**

La VAN est le critère de référence en matière de choix d'investissement. Elle se définit comme étant la valeur totale des cash-flows nets générés par un projet d'investissement, diminuée de la dépense initiale. Tous les flux relatifs au projet doivent être actualisés par un taux qui constitue un coût d'opportunité du capital. A ce propos, KOEHL, souligne que : « La valeur actuelle nette représente la différence entre la valeur actuelle des flux générés par l'investissement et la valeur actuelle des dépenses d'investissement ». [36]

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$

Soient :

- **I** : Investissement initial.
- **CF_t** : Cash-flows prévisionnels de l'année n.
- **n** : Durée de vie du projet.
- **i** : Taux d'actualisation.

Cette méthode d'évaluation de la valeur actuelle nette repose sur la comparaison entre le montant du capital investi et flux engendré par l'investissement actualisé à la date t=0.

- ❖ Règle de décision :

La VAN mesure l'avantage absolu susceptible d'être retiré d'un projet d'investissement. [37]

- Si la VAN > 0 :

Correspond à un projet dont le taux de rentabilité dépasse celui du marché. Cela indique que le projet est rentable, c'est-à-dire que la rentabilité de l'investissement est supérieure aux coûts des ressources utilisées. Dans ce cas, il est recommandé d'accepter le projet.

La création de valeur de l'investissement est d'autant plus importante lorsque la VAN est élevée.

- Si la $VAN < 0$

Correspond à un projet dont le taux de rentabilité est égal à celui du marché et la rentabilité de l'investissement permet seulement de récupérer la mise initiale et le coût des ressources mises en œuvre, donc le projet est acceptable.

- Si la $VAN = 0$

Correspond à un projet dont le taux de rentabilité prévisionnel du projet est inférieur à celui du marché. Cela indique que la rentabilité de l'investissement est inférieure aux coûts des ressources mises en œuvre, donc le projet ne peut être accepté.

Un projet peut être réalisé dès lors que sa VAN est positive, c'est-à-dire qu'il y a création de valeur. Le taux d'actualisation à retenir est le coût du capital du projet. Il représente la rentabilité minimale qui est exigée du projet, compte tenu du risque de ce dernier.

Lorsque deux projets sont mutuellement exclusifs (on ne peut réaliser les deux en même temps) et ont une VAN positive, il faut choisir celui qui a la VAN la plus élevée. [38]

- **Le taux de rentabilité interne TRI :**

Il s'agit du taux d'actualisation qui annule la VAN. Le TRI doit au moins être supérieur au coût d'opportunité du capital dans le pays où le projet est réalisé. [39]

Le taux interne de rentabilité (TIR) correspond au taux d'actualisation pour lequel la somme des flux financiers dégagés par le projet est égale à la dépense d'investissement.

$$VAN = 0 \text{ ou } I = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+n)^t}$$

Cette méthode est issue directement de celle de la valeur actuelle nette. Il s'agit de rechercher le taux d'actualisation permettant d'égaliser l'investissement noté I_0 et la valeur actuelle des revenus nets attendus.

A ce TRI, la valeur actuelle nette du projet est nulle. Le projet ne laisse donc aucun surplus disponible. [38]

❖ Règle de décision :

Pour qu'un projet :

- Soit retenu, il est nécessaire que son TRI soit supérieur aux taux de rentabilité minimum exigé par l'entreprise ou au coût du capital. Dans le cas inverse, le projet est rejeté.
- L'investissement est d'autant plus intéressant que son TRI est élevé. Ainsi, si l'entreprise est confrontée à des projets d'investissement mutuellement exclusifs, on accepte le projet qui a le TRI le plus élevé à la condition qu'il soit supérieur aux taux de rentabilité minimum exigé.
- Pour un même projet, la VAN et TRI peuvent donner des résultats opposés. La pratique donne une performance à la VAN [41]

● **Délai de récupération DR :**

Le délai de récupération dit aussi délai de recouvrement, correspond à la durée nécessaire pour que la somme cumulée des flux de trésorerie positifs du projet d'investissement compense le montant du capital investi et assure ainsi son remboursement [40]

C'est le critère d'évaluation le plus simple. Il correspond au temps nécessaire pour récupérer le capital initial investi. Ce critère favorise donc les notions de solvabilité et de liquidité puisqu'il mesure la période au terme à laquelle les flux de trésorerie cumulés sont égaux au montant de l'investissement.

$$DR = \text{année cum. min} + \frac{I - CF \text{ cum min}}{CF \text{ cum max} - CF \text{ cum min}}$$

❖ Règle de décision :

Le choix se fait alors de deux manières :

- S'il s'agit de décider d'un investissement indépendant, l'entreprise fixe un délai maximal de récupération des fonds et tout projet ayant un « pay-back » supérieur est écarté. Un projet d'investissement est accepté si son délai de récupération est inférieur

ou égal à une durée prédéterminée. Aucun principe financier ne permet cependant de fixer une durée de référence.

- S'il s'agit de sélectionner un investissement parmi plusieurs projets. L'entreprise choisit celui qui présente le délai de récupération le plus court. C'est-à-dire entre deux projets exclusifs l'un de l'autre, le projet à retenir est celui dont le DR est le plus faible, celui qui permet de récupérer le plus rapidement son investissement. [38]

- **L'indice de profitabilité IP :**

L'indice de profitabilité mesure le rapport entre la richesse engendrée par le projet et l'investissement initial. Donc, il mesure l'efficacité du capital investi. Il se calcule en rapportant les encaissements actualisés aux décaissements initiaux. C'est-à-dire par le rapport entre la somme des flux de trésorerie actualisés et le montant de l'investissement initial.

Il se définit aussi comme étant le rapport entre la valeur actualisée de l'ensemble des flux de revenus attendus de projet et le montant initial de l'investissement. [42]

$$IP = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+n)^t}}{I}$$

- ❖ Règle de décision :

L'IP est un critère d'éligibilité, il est comparé à 1.

- Si IP est inférieur à 1, le projet n'est pas rentable.
- Si IP = 1, il y a indifférence entre l'investissement et un placement financier à un taux égal au taux d'actualisation.
- Si IP est supérieur à 1, le projet est rentable.

Après avoir exploré les fondements de la rentabilité financière dans le domaine des investissements, nous pouvons maintenant nous tourner vers les concepts techniques essentiels de l'exploitation minière.

1.3 Les Concepts des mines et l'exploitation minière :

1.3.1. Définition des mines et l'exploitation minière

L'exploitation minière est le processus d'extraction des minéraux de la Terre, et une mine est l'installation où se produit cette extraction. Il existe deux types de mines.

Les mines à ciel ouvert sont utilisées pour extraire les minéraux qui se retrouvent naturellement près de la surface de la Terre. Dans ce type de mine, on extrait le minerai en creusant un grand puits à ciel ouvert.

Les mines souterraines permettent d'extraire les minéraux enfouis profondément sous la surface de la Terre. Une série de tunnels permet d'accéder aux dépôts de minerai. [30]

1.3.2. Étape cycle de vie d'une mine :

L'exploitation d'une mine comporte plusieurs étapes, soit l'exploration, le développement, l'exploitation et la fermeture/réhabilitation. Voilà ce qu'on appelle le cycle de vie d'une mine.

- Exploration

L'exploration est la première étape du cycle. Elle comprend des recherches et des visites sur le terrain. Les prospecteurs, les prospectrices et les scientifiques explorent le sol de divers sites à la recherche de roches et de minéraux.

Les roches sont ensuite analysées pour déterminer si elles contiennent les minéraux recherchés. Si l'analyse montre que ces minéraux sont présents en quantité assez grande, on effectue alors des travaux supplémentaires. Seul un petit nombre de ces sites, où sont découverts des minéraux, aboutissent à l'aménagement de mines.[30]

- Développement

Le développement est le stade qui existe entre la recherche minière et l'exploitation. Après l'exploration, si le minerai est confirmé on passe au développement qui consiste à repérer et à débroussailler les blocs à exploiter. Il s'agit également de se protéger et d'installer un cadre de vie agréable. Le développement peut varier d'une mine à une autre compte tenu des différences de contextes géologiques et environnementaux.[27] Une fois la mine construite, on passe à la phase d'exploitation.

- Exploitation

À l'étape de l'exploitation, on extrait la roche du sol. À certains endroits, de grandes excavatrices creusent les surfaces rocheuses et à d'autres, on brise la roche avec des explosifs [30] Très souvent le minerai est couvert de stérile. On aura donc l'extraction du stérile et l'extraction du minerai proprement dit. [27]

Le minerai est acheminé vers une usine, puis traité. La durée de cette étape dépend de la quantité de minerai présente dans la mine.

- Fermeture et réhabilitation

La dernière étape du cycle de vie de la mine est sa fermeture et la réhabilitation du terrain. On arrête alors d'exploiter la mine. Il s'agit également d'enlever tous les bâtiments et de rétablir la végétation sur le terrain. [30]

1.3.3 Traitement du minerai

Le processus de traitement consiste en plusieurs opérations, qui peuvent être effectuées humides ou sèches, afin de modifier la forme, la taille ou la concentration relative au matériau, sans changer l'identité chimique ou physique du minéral. Ceci est nécessaire pour augmenter la qualité du minerai qui atteint l'industrie, appelé concentré.

Pour l'industrie des engrais, par exemple, il est nécessaire que le minéral arrive avec une bonne concentration et une taille adéquate pour que sa surface soit suffisamment grande pour être bien absorbée par les plantes.[31]

Le but du traitement des minerais est de transformer les produits bruts de la mine pour mieux les vendre. En effet, les minerais directement commercialisables se font de plus en plus rares. Le traitement des minerais s'impose donc et permet d'accroître la valeur marchande.

Le traitement du minerai s'effectue dans une usine de traitement dédiée qui peut être localisée sur le site même de la mine ou bien totalement délocalisée du site d'exploitation. Le traitement du minerai suit un schéma de procédé bien défini et spécifique pour chaque type de minerai comme le montre la figure 7. Ces procédures de traitement sont la base du savoir-faire de chaque compagnie minière et industrielle. [28]

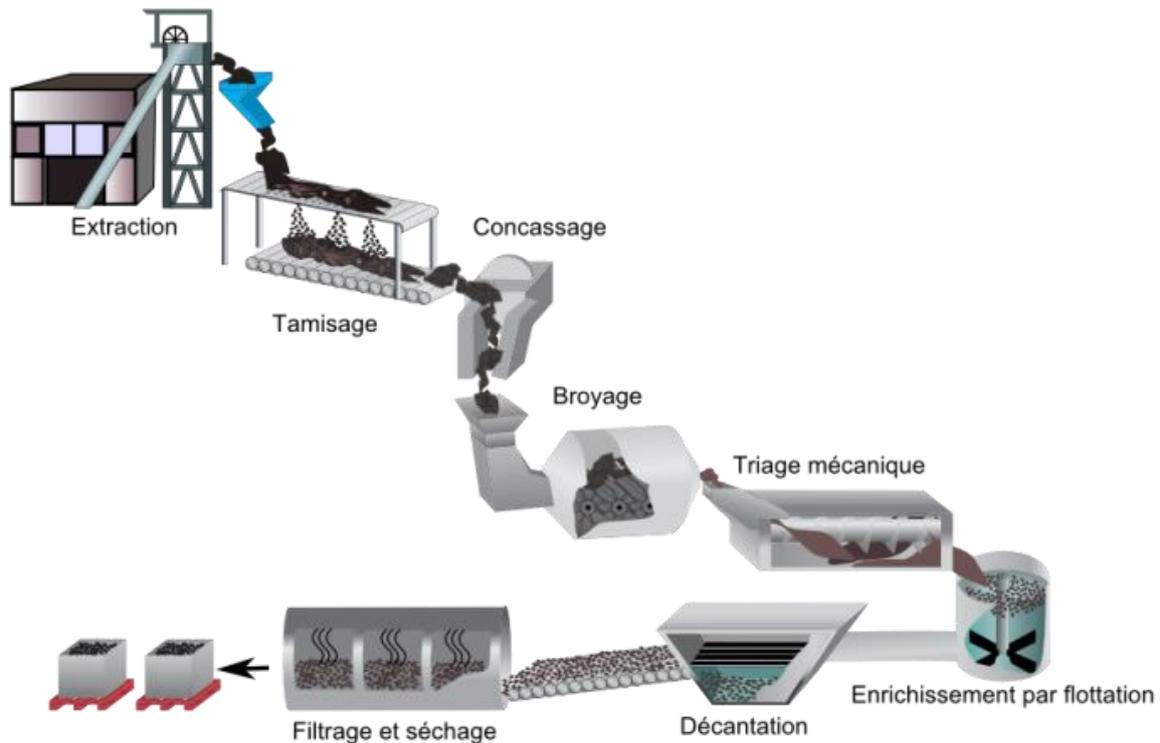


Figure 7- Exemple d'une chaîne de traitement des minerais [17]

Au sein du traitement du minerai, il est possible de simplifier l'approche en deux grandes étapes distinctes et successives faisant appel à différentes techniques :

- Comminution (réduction granulométrique par concassage et broyage) ;
- Concentration (par flottation, concentration gravimétrique, séparation magnétique, etc.).

a. La comminution

La comminution est la première phase de traitement du minerai et consiste en la réduction granulométrique des matériaux extraits de la mine, à savoir le « minerai tout-venant » (« run of mine » en anglais). Cette étape va permettre de libérer les minéraux de valeur (porteur des métaux valorisables) des minéraux de la gangue (stérile), de générer des surfaces de grain fraîches, de réduire la taille des grains afin d'augmenter leur surface spécifique pour améliorer les cinétiques (vitesses) de transformation des procédés hydro-métallurgique et pyrométallurgique.

Cette réduction granulométrique passe par de multiples opérations de concassage puis de broyage avec l'utilisation de plusieurs types de machine par voie sèche et/ou par voie humide:

- Concassage primaire (avec notamment des concasseurs à mâchoires ou giratoires).
- Concassage secondaire avec des concasseurs à cônes pour obtenir des grains centimétriques.
- Concassage tertiaire, généralement effectué à l'aide de broyeurs à boulets ou à billes (verticaux, agités) pour obtenir une granulométrie de l'ordre de quelques micromètres.

La taille finale des particules (généralement de quelques millimètres à quelques micromètres) est déterminée à partir d'observations minéralogiques et de tests en laboratoire permettant de déterminer la « maille de libération » [28]

b. La concentration

Une fois le minerai concassé et broyé, débute alors la phase de concentration qui va permettre de séparer les particules libérées lors de la comminution, selon leurs propriétés physicochimiques et produire un concentré de minerai. Il est important de rappeler ici, que les produits issus de ces étapes minéralurgiques peuvent être directement commercialisables.

Plusieurs techniques sont utilisées :

- Séparation magnétique : cette méthode utilise les propriétés magnétiques des minéraux et permettra par exemple de séparer le quartz (non magnétique) des oxydes de fer et de titane (magnétite, hématite et ilménite), ou encore de trier des sables à rutile, ilménite et zircon. Cette méthode s'applique particulièrement aux minéraux ferreux.
- Séparation par milieu dense : cette méthode consiste à séparer les minéraux par gravité à l'aide d'une liqueur dense (typiquement des densités de l'ordre de 3) ou d'une suspension de solide à une densité donnée (ex. magnétite, ferro-silicium). Elle est particulièrement utilisée pour les métaux lourds (or, tungstène, titane, niobium et tantale, etc).
- Séparation par gravité : cette méthode consiste à séparer les minéraux par gravité de façon mécanique grâce à des appareils spécifiques (tables à secousse, spirales, sluices ou rampes de lavage, jigs, etc).
- Lixiviation est un processus simple d'extraction par dissolution basé sur le fait que tous les minerais ont des coefficients de dissolution différents et peuvent donc se

retrouver séparés par la circulation d'un solvant. Ce principe est mondialement utilisé pour extraire l'or (le solvant étant majoritairement le cyanure), mais d'autres métaux comme le cuivre et l'uranium peuvent être extraits ainsi.

- Flottation : la séparation des minéraux s'effectue en utilisant les différences qui existent entre leurs propriétés de surface physico-chimiques. Par exemple, après avoir été conditionnées avec des réactifs, certaines particules deviennent hydrophobes (non mouillables), tandis que d'autres restent hydrophiles. Dans le procédé de séparation sélective, les bulles d'air fixent les particules hydrophobes, soulevant celles-ci jusqu'à la surface de l'eau et formant une mousse stable qu'on enlève. Les particules hydrophiles restent à l'intérieur de la pulpe et sont évacuées. Cette méthode s'applique particulièrement aux minéraux des hématites.

Ce traitement est effectué :

- Soit dans des cellules mécaniques (cuves en acier équipées d'une turbine à entraînement mécanique qui disperse l'air sous forme de fines bulles et agite la boue).
- Soit dans des cellules pneumatiques généralement sous forme de colonnes de flottation (cylindres d'acier verticaux, élevés (de 9 à 15 m de haut) pouvant mesurer jusqu'à 3 m de diamètre, à la base desquels de l'air est injecté par un aérateur, la mousse chargée est ensuite récupérée en passant par-dessus le bord supérieur et la pulpe est évacuée en sousverse).[28]

L'explication du processus de pelletisation en détail en **annexe A**.

Conclusion :

Au cours de ce chapitre, on a examiné plusieurs notions théoriques d'un point de vue académique, à savoir : le concept de la stratégie, une revue des différents modèles et outils utilisés ainsi que les concepts techniques de secteur minier liés à la résolution de notre problématique.

Dans ce qui suit, je présenterai la partie relative à l'analyse de l'existant, qui consiste à un diagnostic stratégique dans le but de formaliser la stratégie interne et externe de l'entreprise ainsi que d'identifier les éventuels dysfonctionnements et les pistes d'amélioration.

Chapitre 02 : État de l'existence et Diagnostic stratégique

Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de réaliser un diagnostic approfondi de notre mission au sein de PwC, qui consiste à élaborer un plan stratégique visant à améliorer la rentabilité de notre entreprise cliente dans le secteur minier. C'est pourquoi, comme tout travail de consultant, je présente dans cette section une analyse détaillée des différents environnements internes et externes de l'entreprise en utilisant les outils et méthodologies appropriés. Cela me permet de contextualiser la problématique et d'identifier les différents dysfonctionnements qui surviennent dans l'activité de notre client.

Le but ici consiste à clarifier la problématique à partir d'un diagnostic et de l'identification des dysfonctionnements. Cette figure présente un aperçu du déroulement de ce chapitre :

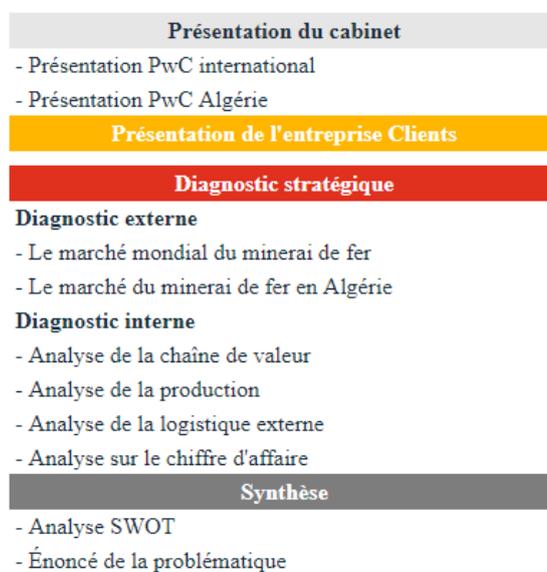


Figure 8 - Cadrage logique de la démarche et structure du chapitre 2

2.1 Présentation du cabinet PwC :

Cette partie sera consacrée à la présentation du cabinet de conseil PwC où j'ai mené mon stage. Le conseil en management vise à fournir aux dirigeants d'entreprises des conseils spécialisés pour la définition d'une stratégie d'entreprise. En pratique, les cabinets de conseil en stratégie ont une activité qui déborde largement de ce périmètre, et donne lieu à des recommandations sur les volets managériaux, organisationnels et performance.

Les cabinets de conseils en management que sont les Big Four* ont une place grandissante dans ce secteur mais font valoir particulièrement une compétence en stratégie financière.

2.1.1 PwC internationale

PricewaterhouseCoopers (PwC) est l'un des quatre grands cabinets d'audit et de conseil (Big Four) dans le monde, aux côtés de *Deloitte*, *Ernst & Young* et *KPMG*. PwC est un réseau d'entreprises britannique de grande envergure, spécialisé dans des missions d'audit, d'expertise comptable et de conseil, en mettant l'accent sur des approches sectorielles pour répondre aux besoins spécifiques des entreprises.

D'après la revue interne de PwC en 2020, le cabinet compte 328 000 collaborateurs présents dans 742 bureaux répartis dans 157 pays à travers le monde. Au cours de l'exercice 2022, les cabinets PwC ont fourni des services à 84% des entreprises figurant dans le classement mondial Fortune 500. Au 30 juin 2022, le chiffre d'affaires réalisé par le cabinet s'élevait à 50,3 milliards de dollars.

● **Historique du cabinet**

PwC met son expertise à disposition des entreprises d'aujourd'hui pour les aider à assurer leur succès futur. Pour y parvenir, PwC s'appuie sur une expérience accumulée tout au long de plus de 160 ans d'existence de l'entreprise :

- **1849** L'auditeur Samuel Lowell Price ouvre un cabinet d'avocats à Londres.
- **1854** William Cooper crée sa propre entreprise à Londres, qui deviendra sept ans plus tard Cooper Brothers.
- **1865** Price, Holyland et Waterhouse s'associent.
- **1874** La société prend le nom de Price, Waterhouse & Co.
- **1898** Robert H. Montgomery, William M. Lybrand, Adam A. Ross Jr. et son frère T. Edward Ross créent Lybrand, Ross Brothers and Montgomery.

- **1957** Cooper Brothers & Co (Royaume-Uni), McDonald, Currie and Co (Canada) et Lybrand, Ross Bros & Montgomery (États-Unis) fusionnent pour former Coopers & Lybrand.
- **1982** Lancement de Price Waterhouse World Firm.
- **1990** Coopers & Lybrand fusionne avec Deloitte Haskins & Sells dans plusieurs pays du monde.
- **1998** Fusion mondiale de Price Waterhouse et de Coopers & Lybrand pour créer PricewaterhouseCoopers.
- **2002** PricewaterhouseCoopers conclut la vente de son département de conseil en gestion, PwC Consulting, à IBM.
- **2004** PricewaterhouseCoopers implements the Connected Thinking methodology.
- **2008** Dixième anniversaire de la fusion de PricewaterhouseCoopers.
- **2010** PricewaterhouseCoopers formally shortens its brand name to PwC but legally remains PricewaterhouseCoopers.
- **En avril 2014**, PwC fusionne avec le cabinet de conseil international Booz & Company.

2.1.2 PwC Algérie

En 2008, l'entité EURL PwC Algérie a été créée visant à développer sa présence dans la région méditerranéenne. PwC Algérie fait partie du réseau *PwC France et Maghreb* et emploie plus de plus de 120 collaborateurs travaillant au bureau d'Alger. Grâce à sa proximité et sa connaissance approfondie du tissu économique local, PwC Algérie offre à ses clients un accompagnement sur l'ensemble de leurs problématiques.

Fort de son expérience acquise auprès d'entreprises locales et de filiales d'entreprises étrangères implantées en Algérie, PwC a développé une connaissance approfondie de l'environnement juridique, fiscal, économique et financier algérien.

En Algérie, PwC intervient à travers deux entités juridiques :

- PricewaterhouseCoopers Algérie
- PASA Audit Services Algérie.

Elles travaillent en étroite collaboration avec l'ensemble des autres entités membres du réseau PwC International Ltd au sein de l'organisation *PwC France et Maghreb*. Elles peuvent ainsi

faire bénéficier leurs clients, en Algérie, des expertises techniques et sectorielles de l'ensemble du réseau.

PwC participe au développement de l'Algérie dans de nombreux secteurs d'activité : *agroalimentaire, industrie manufacturière, pharmaceutique, financial services, Oil & Gas, Sidérurgie et Métallurgie, etc*

● Valeur de PwC Algérie

L'ambition stratégique de PwC illustre la raison d'être mondiale du cabinet, "*Build trust in society and solve important problems*". Cette ambition vise à aider les parties prenantes à naviguer dans les profondes transformations des modèles économiques et de la société. Les valeurs mondiales de PwC, qui sous-tendent sa raison d'être, sont un pilier central de l'entreprise à travers le monde. Elles incluent l'intégrité, la volonté de faire la différence, l'empathie, le travail d'équipe et la capacité de réinventer le possible. Ces valeurs guident les actions de PwC pour aider les entreprises à relever les défis d'aujourd'hui et à préparer l'avenir.



Figure 9- Les valeurs de PwC Algérie [Documents internes]

● Domaines d'activités de PwC Algérie

PwC offre des services d'audit et de conseil en stratégie, management, transaction, juridique et fiscal à une clientèle diversifiée, allant des petites entreprises aux grandes multinationales, qu'elles soient du secteur public ou privé, en Algérie ou à l'international. PwC intervient dans des missions de :

- **Assurance** : missions de commissariat aux comptes (CAC) et missions de conseil en gestion des risques.
- **Consulting** : conseil en stratégie, en management et en solutions opérationnelles.
- **Deals** : accompagnement des entreprises dans leurs missions d'acquisition, de cession et de restructuration
- **TLS** : Société d'avocats pluridisciplinaire : fiscalité, de droit des affaires et de droit social, et combinant, le cas échéant, ses expertises avec les autres métiers de PwC.
- **Fonctions internes** : accompagnement des associés et collaborateurs dans leurs missions du quotidien.

- **Structure de PwC Algérie**

La structure de PwC se distingue par une certaine autonomie accordée à chaque équipe tout en favorisant une forte coopération et un échange d'expertises sur des missions généralement pluridisciplinaires. Cette structure est présentée dans la figure suivante :

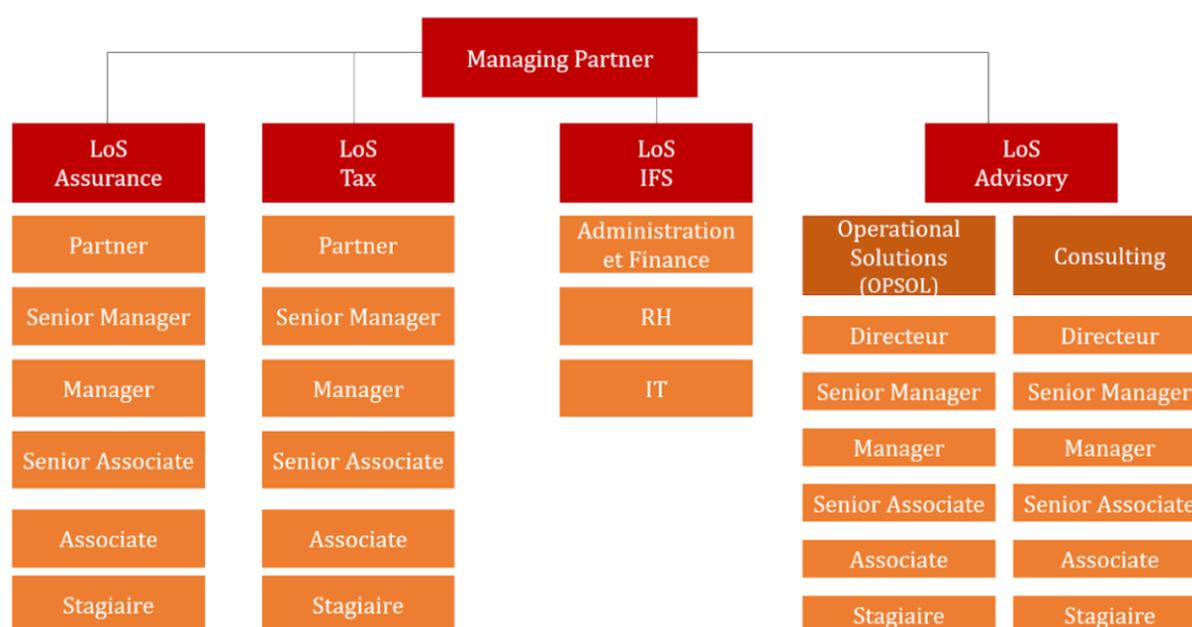


Figure 10- Organigramme de PwC Algérie [Documents internes]

A travers l'organigramme présenté nous pouvons remarquer que la structure de PwC Algérie est composée de deux volets :

- Volet opérationnel qui regroupe les différents départements qui offrent les services que j'ai mentionnés un peu plus haut.

- Volet administratif (support) qui regroupe les différentes fonctions supports qui sont nécessaires pour la gestion du cabinet (RH, Comptabilité, IT, etc.).

- **Département d'accueil « Advisory » PwC Algérie**

Le département Advisory est où je suis actuellement en stage en tant que "Stagiaire - Consultante Junior" pour mon projet de fin d'études, réalise des missions de conseil en management sur 6 niveaux :

- **Stratégie** : fournir un soutien aux directions générales en matière de croissance, compétitivité et innovation.
- **Finance** : élaborer des stratégies financières, optimiser les opérations, gérer la trésorerie et améliorer la performance globale de l'entreprise.
- **People et organisations** : organisation par l'humain, conduite du changement, performance et transformation RH, restriction et gestion sociale
- **Technologie** : conseiller sur les applications et les technologies émergentes, le Cloud et la connectivité, offrir un soutien aux directeurs des systèmes d'information (DSI), gérer les systèmes ERP, les données et les analyses, ainsi que la cybersécurité et Salesforce.
- **Opérations** : gérer les achats et l'approvisionnement, optimiser la chaîne d'approvisionnement et promouvoir l'excellence opérationnelle.
- **Etablissements financiers** : offrir des services de conseil spécifiques aux institutions financières.

Les équipes de conseil de PwC utilisent des bases de connaissances sectorielles et métiers partagées à l'échelle mondiale, ainsi que des méthodologies et des outils de travail communs, pour offrir un accompagnement sur-mesure aux entreprises clientes. En étroite collaboration avec les équipes de conseil en management du réseau PwC ainsi qu'avec les autres expertises locales (audit, fiscal et juridique). Les consultants de PwC apportent leur expertise pour aider les entreprises à améliorer durablement leurs performances, gérer leurs projets de transformation et renforcer leur maîtrise des risques.

La présentation du cabinet a été faite afin de situer le champ d'application à l'issue de ce travail débutera dans la partie suivante par une présentation de l'entreprise cliente puis l'analyse du secteur des minerais de fer.

2.1.3 Présentation de l'entreprise des minerais de fer (Client PwC)

Après la présentation de notre Cabinet PwC, cette partie consiste à présenter l'entreprise cliente qui est l'un des acteurs algériens dans la production de minerai de fer objet de notre projet.

Cette entreprise est créée en 1878 comme une société par actions SPA avec un capital social de **518 400 000 dinars** algériens placées sous la tutelle du ministère de l'Énergie et les mines.

Elles sont le premier producteur de minerai de fer en Algérie. Son activité principale est l'extraction et la commercialisation du minerai de fer qui possède deux mines sous la forme du ciel ouvert et souterrain. Ces minerais de fer sont destinés pour à l'alimentation du haut fourneau des clients.

L'entreprise possède des réserves exploitables de **80 millions** de tonnes entre les deux mines avec un teneur moyenne en fer de **52%** et une durée de vie qui dépasse les 90 ans.

Elle a commencé l'exploitation pour la première fois en 1921, Actuellement l'entreprise possède un potentiel annuel de production de **1,060 million de tonnes** de minerai de fer avec un chiffre d'affaires atteignant les **3,9 milliards de dinars** algériens.

2.2 Diagnostic stratégique :

2.2.1 Diagnostic Stratégique Externe

Afin de réaliser un diagnostic de l'environnement externe de l'entreprise cliente, j'ai commencé par une étude du marché mondial et local du minerai de fer.

2.2.1.1 Le marché mondial des minerais de fer

Le marché mondial du minerai de fer est l'un des plus importants du secteur minier. Le minerai de fer est un élément crucial dans la production d'acier. L'industrie minière est très cyclique avec des phases d'expansion et de récessions, en raison de la forte volatilité des prix de minerai sur les marchés boursiers.

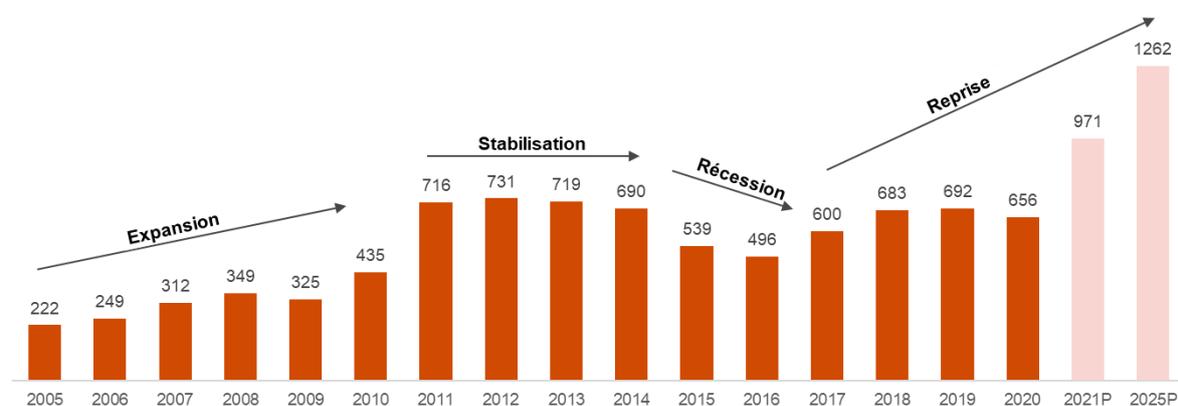


Figure 11- Evolution du marché de l'industrie minière (Chiffres d'affaires consolidés des leaders mondiaux, Mds \$, 2005-25P) [Statista, Analyse PwC]

L'évolution du marché des minerais connaît d'importantes fluctuations, liées à la variation des prix des minerais qui sont fixés en fonction du stock des producteurs et de la demande des industries consommatrices de minerais.

La pandémie de la COVID-19 a perturbé les chaînes d'approvisionnements à cause des mesures de confinement restrictives, impliquant les restrictions commerciales (arrêts de production) et une diminution de la demande des consommateurs en aval.

Le marché mondial du secteur minier est évalué à **656 Mds USD en 2020** et devrait enregistrer **un taux de croissance annuel de 9% à horizon 2025**. La croissance en 2020 du marché est principalement dû au fait que les entreprises se réorganisent et se remettent de l'impact du COVID-19. La reprise de l'activité économique accroîtra la demande de diverses matières premières.

La demande mondiale en minerai de fer **va doubler à environ 3,5 milliards de tonnes par an d'ici 2030**. Elle est principalement tirée par les économies émergentes, en particulier la Chine, qui représente actuellement plus de la moitié de la consommation mondiale en minerai de fer. D'autres pays émergents tels que l'Inde et le Brésil contribuent également à la demande croissante en minerai de fer. Les principaux utilisateurs du minerai de fer sont les aciéries, qui produisent de l'acier pour la construction, les automobiles, les appareils ménagers, les équipements industriels et les infrastructures. [2][3]

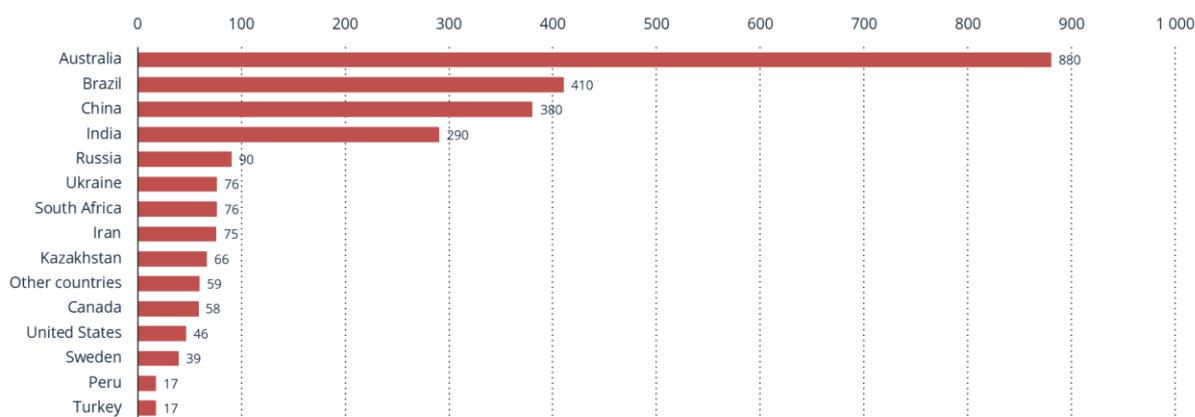


Figure 12- Principaux pays producteurs de minerai de fer dans le monde en 2022* (en millions de tonnes métriques) [2]

Le marché du minerai de fer est caractérisé par une forte concurrence entre les principaux producteurs mondiaux et se stabilise dans la plupart des pays tels que l'Australie, le Brésil et la Chine représentant 63 % de la production mondiale. Ces pays disposent de vastes réserves de minerai de fer et ont une capacité de production élevée.

- **Consommation mondiale :**

Selon les données de l'United States Geological Survey (USGS), la consommation mondiale en minerai de fer en 2020 était d'environ 2,8 milliards de tonnes métriques. Cela représente une baisse par rapport à 2019, où la consommation était d'environ 3 milliards de tonnes métriques, principalement en raison des impacts de la pandémie de COVID-19 sur l'industrie sidérurgique.[11]

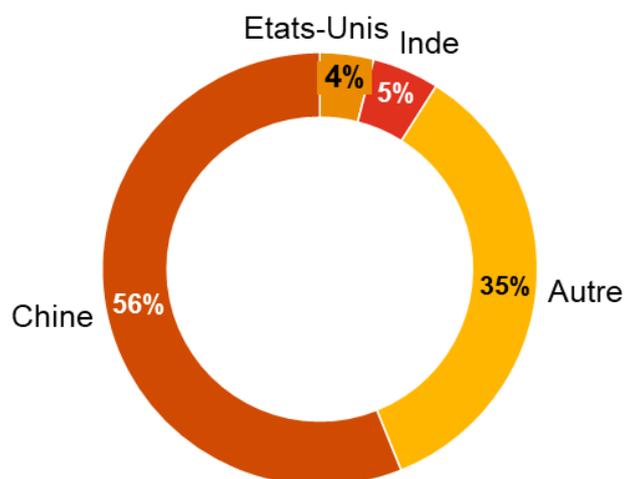
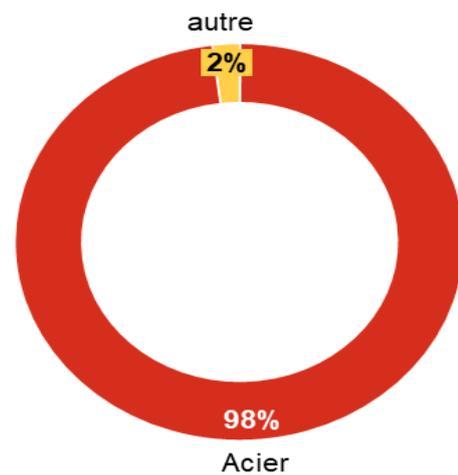


Figure 13- Principaux pays consommateur de minerai de fer dans le monde en 2022* [12]

Principal consommateur de minerais au monde, la Chine est à l'origine de plus de la moitié de la demande mondiale en minerai de fer. Dans ce contexte, le ralentissement de sa croissance a été une source d'inquiétude pour l'industrie minière début 2020. La reprise de l'activité industrielle dans le pays a ensuite largement contribué au redressement de la demande mondiale ainsi que des cours. Néanmoins, les experts du secteur s'accordent pour dire que le pic de production sidérurgique a été atteint en 2019, ainsi les volumes de production vont baisser réduire progressivement pour se stabiliser à horizon 3 à 5 ans.

- **Utilisation des minerais de fer :**

Le minerai de fer est principalement utilisé pour la fabrication d'acier et des alliages d'acier, représentant environ **98%** de son utilisation. Les **2% restants** sont utilisés dans des applications telles que la poudre de fer pour certains types d'acier, des pièces automobiles et des catalyseurs, le fer radioactif pour la médecine, et le bleu de fer dans les peintures, les encres, les cosmétiques et les plastiques. Le fer est également utilisé pour la fabrication de la fonte blanche et du fer forgé. [14]



Autre : poudre de fer, fer 59, bleu de fer, oxyde de fer noir

Figure 14 - Utilisations du minerai de fer à l'échelle mondiale, en 2021 [17]

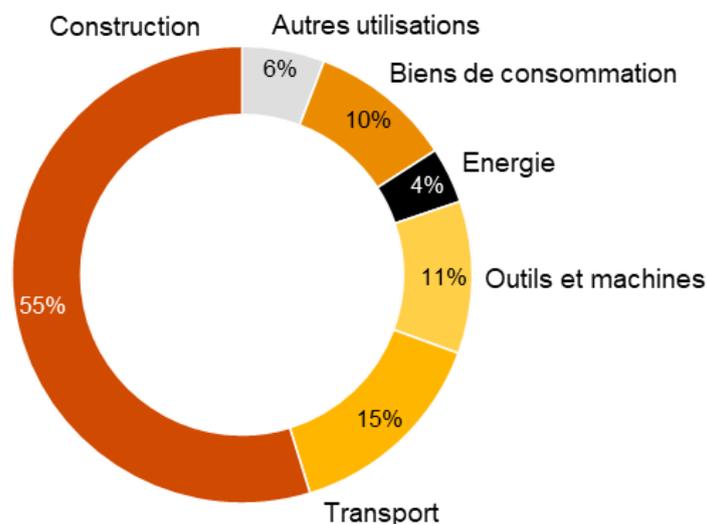


Figure 15- Consommation de minerai de fer par principaux débouchés [12]

Plus de la moitié de l'acier produit annuellement dans le monde entier est destiné à la construction qui reste le premier débouché de l'industrie sidérurgique, en fonction du niveau de développement économique des pays. D'autres segments prennent une part de plus en plus importante. [15]

- **Les prix mondiaux :**



Figure 16- Les prix mondiaux de minerai de fer en 2023* [1]

Cependant, le marché mondial des minerais de fer est soumis à des fluctuations des prix en raison des facteurs influant tels que la demande, l'offre, la production, les coûts et les politiques gouvernementales.

Les prix peuvent également être impactés par des événements géopolitiques tels que les tensions commerciales et les conflits, néanmoins la Chine influence également le prix du minerai de fer par sa demande et sa politique industrielle [29]

- **Les leaders mondiaux de l'industrie minière :**

Les entreprises leader dans le secteur du minerai de fer sont des acteurs clés dans le marché mondial de cette ressource. Les principaux producteurs de minerai de fer sont l'Australie, la Chine, le Brésil, l'Inde, la Russie et l'Ukraine.

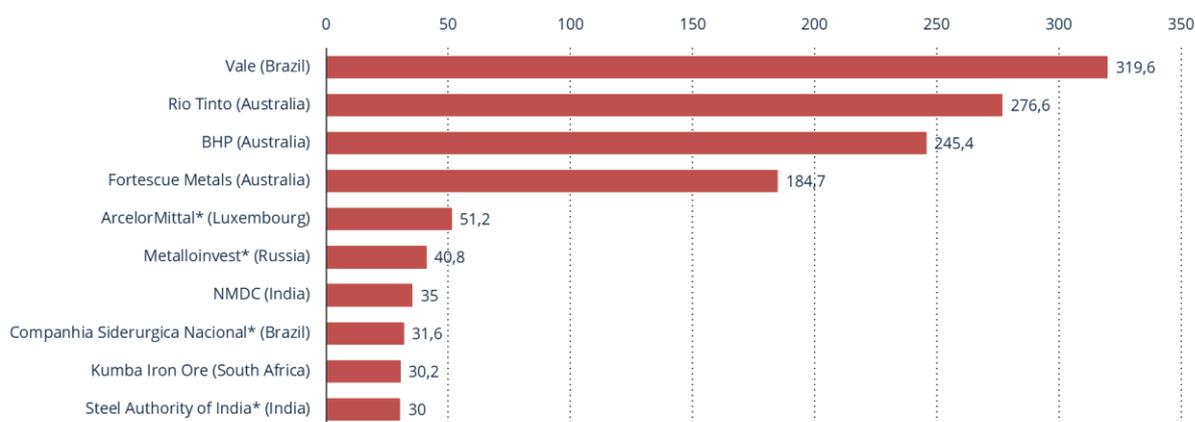


Figure 17- Principaux leaders de minerai de fer dans le monde en 2022* (en millions de tonnes métriques) * [2]

Parmi ces pays, les entreprises les plus importantes sont Vale, Rio Tinto, BHP, LKAB et Anglo American, qui sont tous basés en Australie ou au Brésil. En outre, ArcelorMittal, le plus grand producteur d'acier au monde, est également un acteur majeur dans le secteur du minerai de fer.

Ces entreprises ont une grande influence sur la production et la commercialisation de minerai de fer à travers le monde, ainsi que sur les prix et la demande de cette ressource. [13]

- **Exemple d'une entreprise minière :**

La tendance du secteur tend vers l'homogénéisation et l'enrichissement du minerai, ce qui permet aux mineurs, à l'instar de la SNIM, de gagner en valeur ajoutée.

La société nationale industrielle et minière, connue sous le nom de la SNIM est une entreprise mauritanienne créée en 1972. L'entreprise est spécialisée dans l'exploration, l'exploitation, le traitement ainsi que la commercialisation du minerai de fer de la Mauritanie. C'est l'une des plus grands acteurs économiques de la Mauritanie avec **11% du produit intérieur brut** et **43% des exportations du pays**. Vous trouverez plus de détail sur l'activité de la SNIM dans l'**annexe B**.



Figure 18- Organisation de la chaîne de valeur de la SNIM [Analyse PwC]

L'infrastructure logistique est un atout crucial pour la commercialisation des minerais, c'est pourquoi la Mauritanie y investit continuellement pour apporter tout le support nécessaire aux activités de la SNIM.

Afin d'assurer l'exploitation minière, la société nationale industrielle et minière (SNIM) assure la gestion d'un système complexe qui suit le minerai depuis son extraction, son traitement, son enrichissement ainsi que sa pelletisation avant sa commercialisation à l'étranger. La ligne ferroviaire et le port minéralier qui sont mis à la disposition de la société extractrice, sont considérés comme une artère économique vitale de la Mauritanie.

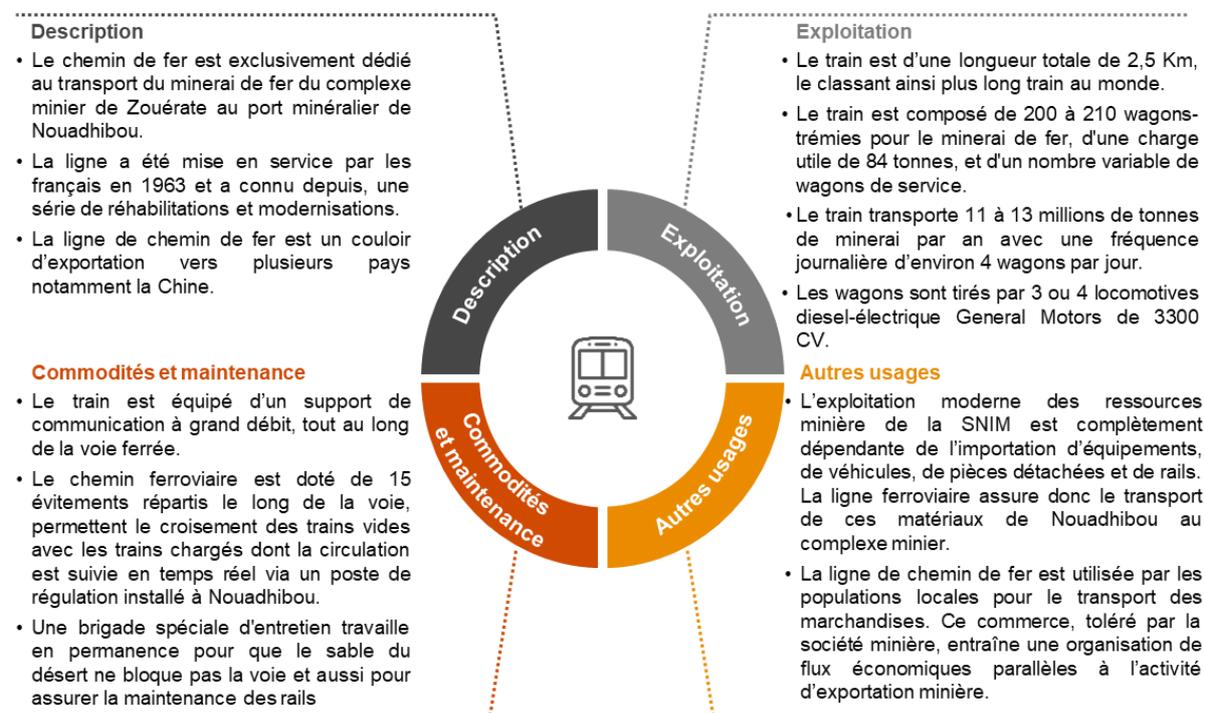


Figure 19- Analyse sur voie ferroviaire de la SNIM [Analyse PwC]

2.2.1.2 Le marché des minerais de fer en Algérie

L'Algérie dispose des ressources importantes en minerais de fer, principalement situées dans la région de Tindouf, dans le sud-ouest du pays. La mine de Gara Djebilet est l'une des plus grandes mines de fer de la région, avec des réserves estimées à **3,5 milliards de tonnes**. L'exploitation de cette mine a commencé en juillet 2022 et a permis d'extraire environ 2,5 millions de tonnes de minerai de fer en 2022. Sous les directives du gouvernement algérien, le groupe minier du pays MANADJIM EL DJAZIR a également signé un mémorandum d'entente avec un consortium d'entreprises chinoises pour développer le projet d'exploitation et faciliter la transformation du minerai de fer extrait. [4,5]

Cependant, l'Algérie doit encore relever plusieurs défis pour valoriser pleinement son potentiel minier. Parmi ces défis, on peut citer :

- Le manque d'infrastructures adaptées pour le transport du minerai de fer vers les ports ou les marchés locaux,
- La concurrence des pays producteurs à faible coût comme l'Australie ou le Brésil,
- Les contraintes environnementales et sociales liées à l'exploitation minière dans le désert et la dépendance vis-à-vis des partenaires étrangers pour le financement et la technologie. [6,7]

● **Les principaux producteurs de minerai de fer en Algérie :**

Les principaux producteurs de minerai de fer en Algérie sont les entreprises publiques ou semi-publiques qui exploitent les gisements existants ou en développement. Parmi ces entreprises, on peut citer :

- ❖ L'Entreprise nationale de fer et d'acier (FERAAL), qui exploite le gisement de Gara Djebilet dans la région de Tindouf, cité précédemment. Ce gisement est le plus important du pays et l'un des plus grands de la région, avec des réserves estimées à 3,5 milliards de tonnes. Gara Djebilet est destiné à fournir du minerai riche aux acteurs nationaux de la sidérurgie comme Sider El Hadjar, AQS ou Tosyali.[8]
- ❖ Société algérienne des mines de fer (SOMIFER) qui exploite les gisements à faible teneur en fer. Ce sont des gisements répartis sur tout le territoire national. Elle approvisionne les cimenteries en minerai de fer nécessaire pour la fabrication du ciment.[9]

- ❖ Mines de fer de l'est (MFE), qui exploite les gisements de fer de Ouenza et Boukhadra dans la région de Tébessa, Elle produit environ 2 millions de tonnes de minerai de fer par an. MFE est approvisionne l'industrie sidérurgique d'Algérie. [10]

Ces trois entreprises contribuent à la diversification économique de l'Algérie et à la satisfaction des besoins nationaux en fer qui sont chacune d'entre elles en charge de l'exploitation d'un minerai de fer destiné à une industrie spécifique selon sa qualité et ses spécificités.

- **Les principaux acteurs de l'industrie sidérurgique en Algérie :**

La demande de minerai de fer en Algérie joue un rôle crucial dans la performance des acteurs majeurs de l'industrie sidérurgique du pays, tels que Tosyali, AQS, OZMERT et Sider El Hadjar. Cette demande est étroitement liée à la demande globale d'acier en Algérie, qui est largement influencée par les secteurs clés tels que la construction, l'automobile et l'énergie.

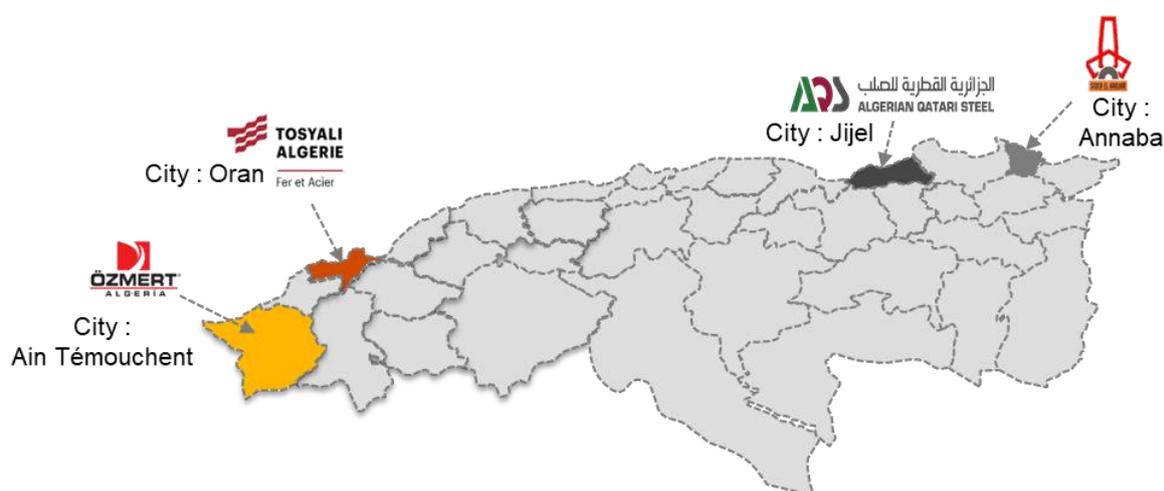


Figure 20- Carte géographique des principaux acteurs de la sidérurgie

Ces entreprises exercent une grande influence sur la production et la commercialisation de minerai de fer en Algérie. Le tableau 1 suivant présente les capacités envisagées de la demande d'acier en 2025 pour chaque acteur de l'industrie sidérurgique, Force est de constater que certains acteurs sont en expansion.

En effet, la capacité totale envisagée à horizon 2025 est estimée à **12,6 millions de tonnes**, soit plus du double de la production actuelle. L'augmentation de la capacité de production

d'acier conduira à une augmentation de la demande de minerai de fer, ce qui peut stimuler l'industrie minière en Algérie.

Acteurs principaux de la sidérurgie				
MP	Acteur	Capacité de production actuelle (MT)	Volume de production actuelle (MT)	Capacité envisagée en 2025 (MT)
DRI	AQS	2,5	2,2	4,4
	Tosyali	2,5	2,28	6
DRI & Minerai brut	SEH	0,75	0,5	1,2
	Ozmerte	0,5	/	1

Tableau 1- Les capacités et volume de production des acteurs principaux de la sidérurgie.

[32][33][34][35]

2.2.2 Diagnostic Stratégique Interne :

Le diagnostic stratégique interne permet l'analyse des facteurs internes de l'entreprise cliente afin d'identifier ses forces et ses faiblesses.

2.2.2.1 Analyse chaîne de valeur :

La chaîne de valeur du minerai de fer au sein de l'entreprise cliente comprend plusieurs étapes. Cette entreprise se concentre principalement sur l'exploitation des mines en utilisant deux méthodes : l'exploitation à ciel ouvert et l'exploitation souterraine.

La première étape consiste à identifier les gisements de minerai de fer. Une fois le minerai de fer brut extrait, il est concassé pour atteindre une granulométrie adaptée à la suite du processus. Ensuite, le minerai est directement commercialisé auprès des clients.

Afin de mieux comprendre le processus de cette industrie, une cartographie de la chaîne de valeur a été élaborée. Cette cartographie est présentée dans la figure 21.

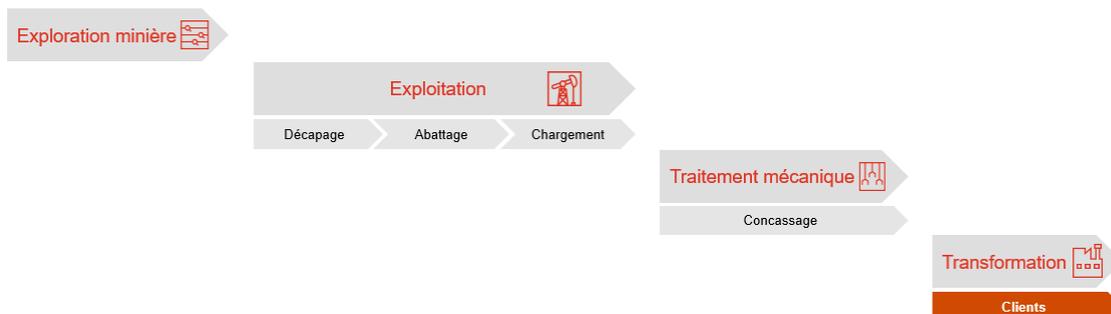


Figure 21- Chaîne de valeur de l'entreprise cliente de PwC

L'explication de chaque étape de la chaîne de valeur en **annexe C**.

Après avoir analysé la chaîne de valeur et faire comparaison avec l'entreprise SNIM dans l'annexe B, nous remarquons l'absence de l'activité d'enrichissement du minerai qui constitue un dysfonctionnement majeur impactant directement l'usure de la chaîne de production de l'entreprise cliente.

Ce processus est crucial pour améliorer la teneur en fer du minerai, éliminer les impuretés et augmenter sa valeur marchande. Sans ce processus, l'entreprise ne peut pas atteindre la qualité du minerai escomptée et répondre aux exigences des clients qui recherchent un minerai riche et capable de répondre aux besoins de leur chaîne de production. Cela limite également les opportunités de vente sur le marché international, où les procédés de production d'acier tendent à s'orienter vers la production d'acier au gaz et donc l'introduction de pellets au processus de production est nécessaire.

2.2.2.2 Analyse de la production :

Pour mieux comprendre les tendances de production, ci-dessous le graphique présentant l'évolution des volumes de production de masse rocheuse en tonne.

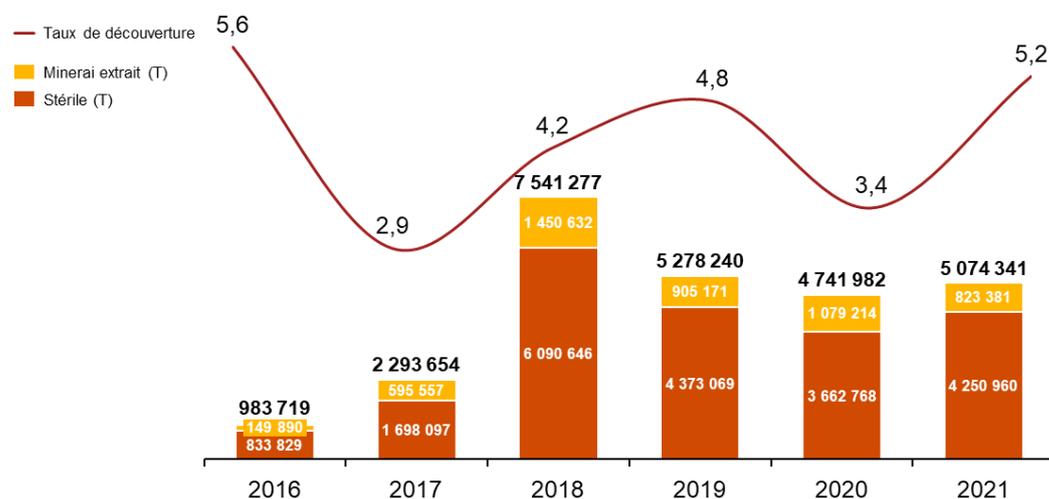


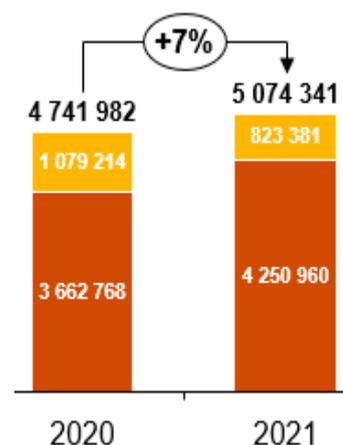
Figure 22- Evaluation des volumes de production de l'entreprise cliente de PwC

*Masse rocheuse = Stérile + Minerai extrait | *TD= Stérile / Minerai extrait

L'analyse des résultats de production minière du client sur la période de 2016 à 2021 montre une évolution globalement positive mais avec quelques fluctuations et variations saisonnières importantes.

Tout d'abord, la production minière totale a augmenté au cours des années, passant de 983 719 tonnes en 2016 à 5 074 341 tonnes en 2021, avec une **croissance moyenne annuelle de 39%**. Cependant, la croissance n'était pas uniforme au fil des années, avec une croissance plus importante en 2018.

En examinant les composants de la production, on peut noter que la quantité de stériles extraits a augmenté de manière significative au cours des dernières années avec une **croissance moyenne annuelle de 7%** en 2021



De même en 2016, la quantité de stériles représentait environ **46% de la masse rocheuse extraite**, tandis qu'en 2021, elle représentait environ **84%**. Cette tendance peut indiquer que l'entreprise Cliente rencontre des difficultés dans son exploitation minière.

Cependant, il est important de prendre en compte les facteurs qui peuvent influencer la quantité de stériles, tels que la qualité des gisements miniers, l'utilisation des techniques d'exploitation minière moins efficaces, et les réglementations environnementales en vigueur.

Après analyse des données de production minière de l'entreprise cliente, on peut noter certaines critiques concernant cette dernière :

- Une forte variation de la production d'une année à l'autre, en raison de divers facteurs tels que les problèmes opérationnels, logistiques et financiers.
- Une baisse significative de la production de 2018 à 2020, en raison de la mauvaise performance des moyens de production, de maintenance et des contraintes de sécurité rencontrées sur la partie souterraine.
- La production de masse rocheuse a connu une **baisse de 11 %** entre 2018 et 2021 en raison de l'indisponibilité des équipements de forage. Cette baisse est également due à des contraintes d'approvisionnement en pièces de rechange des équipements et à l'instabilité du gisement souterrain de la mine, qui a entraîné des arrêts de production ainsi que des perturbations tout au long de l'activité de traitement mécanique.

- Une augmentation de la production à partir de 2021, en raison de l'améliorations opérationnelle telle que la location d'une station de concassage mobile, renforcement de la navette de transport de minerai par route et l'achat du groupe électrique.
- Une forte proportion de stérile par rapport à l'extrait en raison de plusieurs contraintes liées aux travaux de découverte de la carrière principale notamment le manque d'équipements ce qui peut indiquer une perte en efficacité dans le processus d'extraction et la mauvaise utilisation des techniques d'exploitation minière.
- Au cours des cinq dernières années, le taux de découverte a connu une forte augmentation, passant de 2,9 tonnes de stérile pour une tonne de minerai en 2017 à 5,2 tonnes de stérile pour une tonne de minerai (avec une baisse en 2020). Cette augmentation est due à l'augmentation de l'extraction du stérile.

La figure ci-après présente l'évaluation des volumes de minerai concassé de l'entreprise cliente PwC en tonne entre 2016-2021.

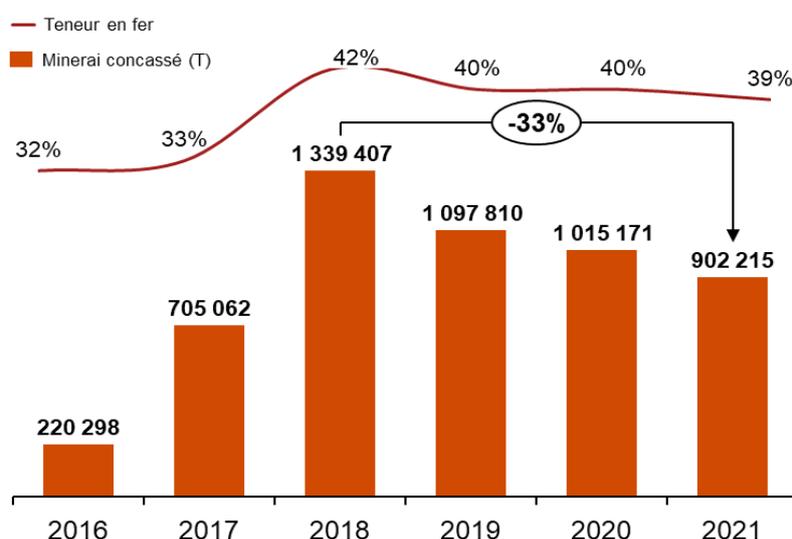
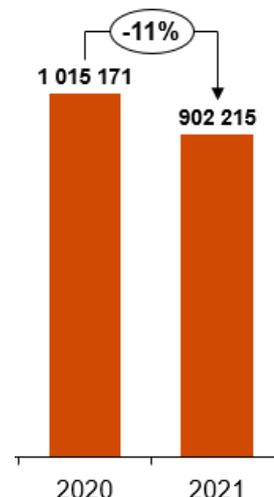


Figure 23- Evaluation des volumes de minerai concassé de l'entreprise cliente PwC en tonne

La quantité de minerai marchand a également augmenté de manière significative, passant de 220 298 tonnes en 2016 à 902 215 tonnes en 2021, soit une **croissance moyenne annuelle de 9%**. Cela indique une tendance positive dans la production de l'entreprise. Néanmoins, il est à noter qu'il y a eu des baisses importantes en 2019 qui peuvent être due au retard de la réalisation de l'investissement et du recrutement.

La baisse significative de production de minerai de fer brut (concassé) de **33%** entre 2018 et 2021 est due à aux arrêts récurrents des installations de traitement, aux perturbations du transport de minerai ainsi qu'à la mauvaise performance de la chaîne de traitement.

La teneur en fer moyenne entre 2018 et 2021 était de **37,6%**. Les exigences des clients varient entre **48% et 52%**, ce qui n'est pas actuellement satisfait. Cela peut entraîner des malus voire une rupture de contrats ou une renégociation des prix de vente revus à la baisse. Il est important de surveiller et d'optimiser la teneur en fer pour répondre aux besoins des clients et améliorer la rentabilité de l'entreprise.



Cependant, on peut également remarquer une baisse de la production d'extrait marchand en 2021 par rapport à 2020 avec un **taux de -11%**.

Cette baisse est due à des facteurs clés tels que l'indisponibilité des camions, arrêts fréquents de la bande transporteuse et des problèmes dans le processus d'extraction.

2.2.2.3 Analyse de la logistique externe :

La figure ci-dessous montre l'évolution du transport du minerai par voie ferroviaire et routière en tonnes entre 2019 et 2021

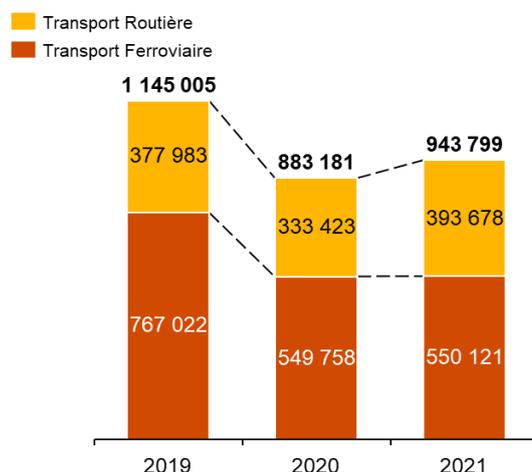


Figure 24- Evaluation du transport du minerai par voie ferroviaire et routière de l'entreprise cliente PwC

*Commercialisation = la quantité transportée par voie ferroviaire + la quantité transportée par voie routière

L'analyse des données montre que la commercialisation a connu une baisse en 2020 par rapport à 2019 avec **un taux moyen de -9%** qui a été causé par l'arrêt des expéditions, puis une légère augmentation en 2021 de 7%.

On peut également noter que les transports routiers ont augmenté en 2021 et restent plus élevés que ceux de 2019 avec **une augmentation de 9%**. Sans oublier que les coûts de transport routier sont très importants.

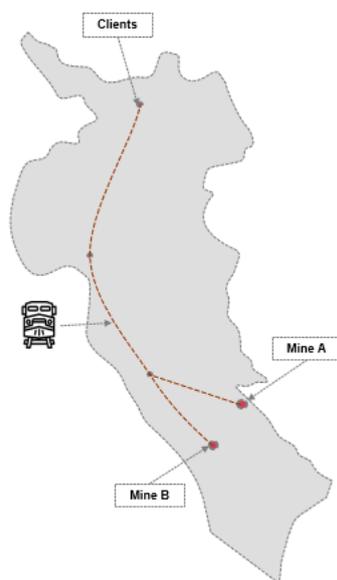


Figure 25- Ligne minière par voie ferroviaire

La fréquence du transport ferroviaire a été perturbée depuis 2019 pour passer de **3 ram/jour à 1,3 ram/jour** ce qui a poussé les clients à s'orienter plus souvent vers le transport routier passant de **33 % en 2019 à 42% en 2021**. Cette perturbation est due à la détérioration et aux inondations auxquelles est sujette la voie ferroviaire reliant les mines et les clients.

Ces chiffres on être influencés par divers facteurs, notamment :

- Le non-remplissage des camions qui est de **75%** en raison de la dégradation de la chaussée qui mène vers les clients ce qui affecte directement la quantité de minerai transportée par camion.
- Les perturbations dans le transport ferroviaire en raison du manque de wagons et des déraillements récurrents ont contraint l'entreprise à se tourner davantage vers le transport routier pour satisfaire la demande de ses clients.

- Le recours accru au transport routier qui entraîne des coûts logistiques plus élevés que le transport ferroviaire et des conséquences sur la durabilité environnementale de l'entreprise.
- La capacité limitée des wagons de transport du minerai de fer à 1400 tonnes par navette qui a causé une accumulation importante de minerai de fer concassé dans les trémies au lieu d'être stocké comme produit fini entre l'ensemble des mines pour une homogénéisation efficace.
- Le minerai qui connaît un retard de livraison en raison des contraintes rencontrées au niveau de la logistique externe des clients.

2.2.2.4 Analyse opérationnel :

Afin de mieux comprendre les causes opérationnelles, on procède à l'analyse des deux mines qui représentent 80% de la production de l'entreprise sur l'ensemble, voici le procédé à une analyse des 5M du processus : Méthode, Matière, Machine, Main d'œuvre, Milieu. Comme on a vu dans le chapitre état de l'art partie 1.2.1.

Avoir l'annexe D pour plus de détails sur le processus des mines.

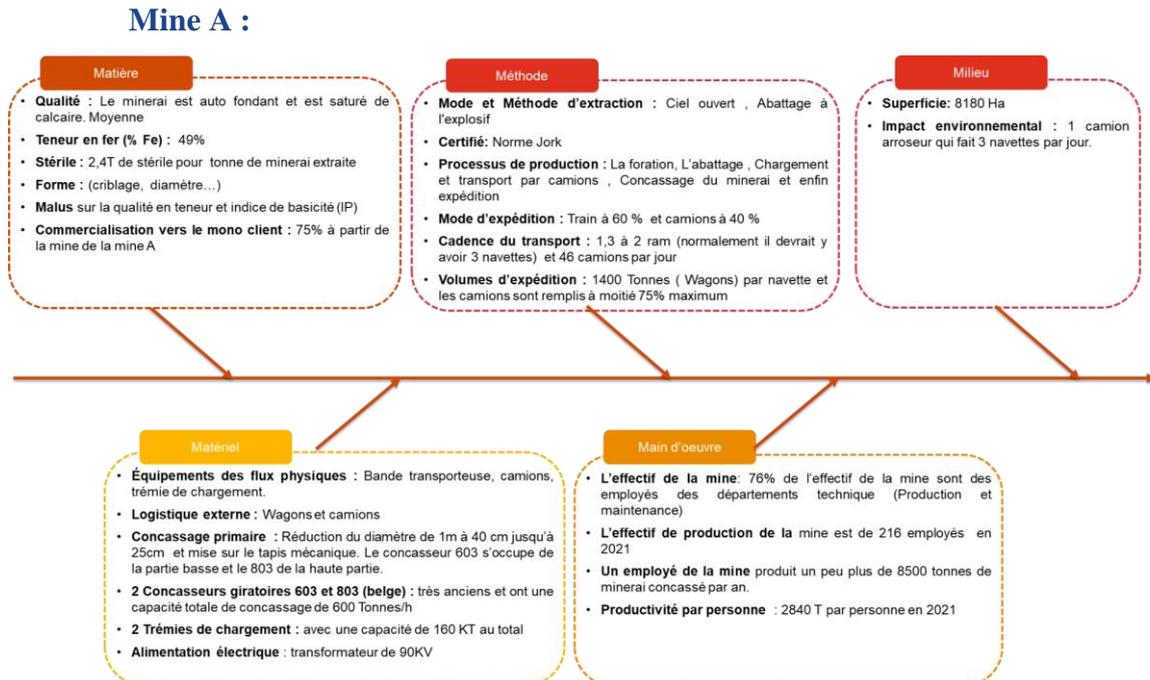


Figure 26- La méthode 5M de la mine A

Mine B :

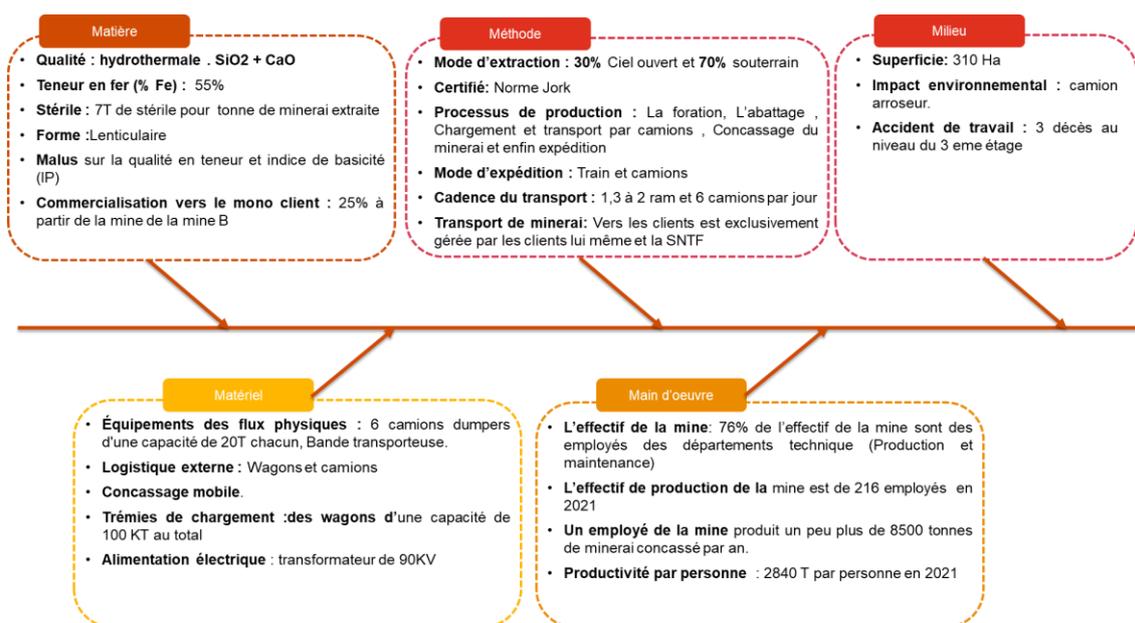


Figure 27 - La méthode 5M de la mine B

Après l'analyse opérationnelle de l'entreprise cliente, on peut noter certaines critiques concernant cette dernière :

- La qualité du minerai de fer est impactée négativement par l'absence du traitement de la masse concassée qui est directement commercialisée dans les deux mines.
- La présence d'une grande quantité de stérile a un impact négatif sur la qualité du minerai de fer.
- L'absence de stock de produit fini commun entre les deux mines qui permet l'homogénéisation.
- L'arrêt du skip pour transporter la masse rocheuse impose le recours aux camions.
- La mine B rencontre des problèmes d'instabilité de terrain qui exposent les employés à des risques sécuritaires.
- Les habitants de la ville minière des deux mines souffrent des effets néfastes de la poussière fine qui dégagent l'ensemble des mines.

La production d'extrait marchand et le transport ne représentent qu'une partie de la production totale de l'entreprise, et que d'autres facteurs tels que les coûts d'exploitation et les prix de vente peuvent également affecter la rentabilité globale de l'entreprise.

2.2.2.5 Analyse sur le CA :

La figure ci-dessous montre la performance financière en millions de DZD

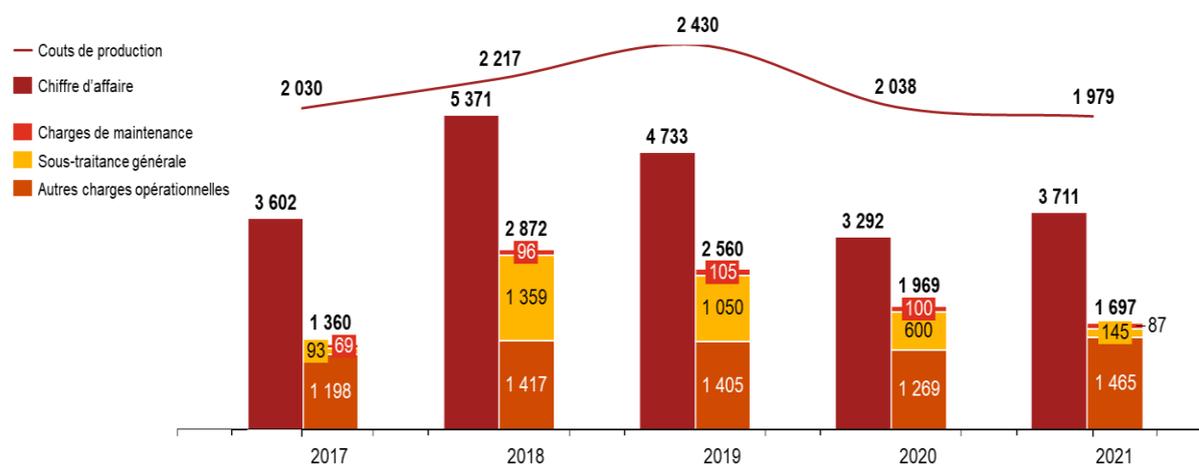


Figure 28 - Evaluation de la performance financière de l'entreprise cliente PwC en MDZD

Le chiffre d'affaires de l'entreprise cliente a connu des variations significatives. En effet, en 2018, il a connu une **augmentation remarquable de 49%** par rapport à 2017. Cette hausse s'explique en partie par la signature d'une nouvelle convention de fourniture de minerai de fer avec l'un de ces clients, ce qui a permis de revaloriser à la hausse les prix et les volumes à fournir. De plus, l'acquisition de nouveaux équipements et la reprise graduelle de l'activité de leur client ont également contribué à cette augmentation.

Cependant, le chiffre d'affaires a connu **une forte baisse de -39% entre 2018 et 2020**, accentuée par la crise du Covid-19. Malgré une reprise post-Covid, le chiffre d'affaires est resté en dessous des niveaux de 2019. Il est important de noter cette baisse n'est pas seulement due à la pandémie, mais également liée à d'autres facteurs tels que les problèmes de production et d'investissement.

Les coûts liés aux prestations externes ont connu une baisse en 2018, notamment grâce à une réduction des dépenses de maintenance externe ainsi qu'au recours à la sous-traitance pour réaliser des travaux de découverte et ouvrir de nouveaux fronts à terme.

Les charges de maintenance ont augmenté de 69 millions de dinars en 2017 à 105 millions de dinars en 2019 soit plus de **50% d'évolution**. Cela est dû à la hausse des charges des pièces de rechange.

2.3 Synthèse :

Cette partie représente une synthèse des pistes d'amélioration ainsi qu'une analyse de l'environnement interne et externe sous forme d'une matrice SWOT.

2.3.1 Analyse SWOT :

Afin d'établir le diagnostic stratégique de l'entreprise cliente, permettant de déterminer les objectifs stratégiques de l'entreprise en vue de l'évolution du marché des minerais de fer, la matrice SWOT peut être considérée comme l'outil stratégique le mieux adapté à l'évaluation de la pertinence d'une stratégie future, permettant l'obtention d'une vision synthétique d'une situation en présentant les Forces et les Faiblesses de l'entreprise ainsi que les Opportunités et les Menaces potentielles, rassemblant et croisant ainsi les analyses interne et externe avec les environnements micro et macro de l'entreprise. La figure 29 représente le résumé de l'ensemble des forces, faiblesses, opportunités et menaces auxquelles fait face l'entreprise des minerais de fer, réalisée à travers les visites de site des consultants de PwC et l'analyse effectuée par moi-même.

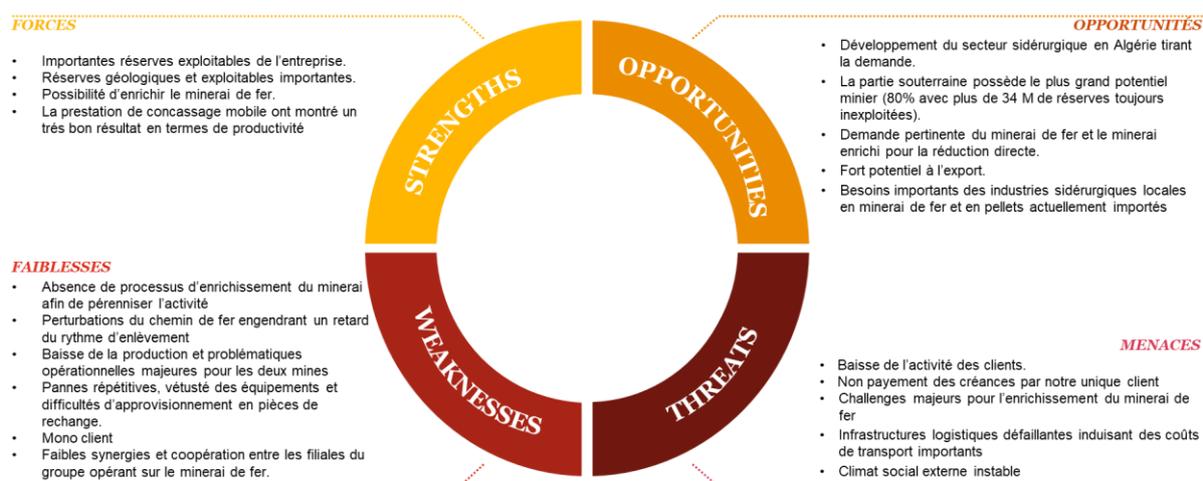


Figure 29- Analyse SWOT de l'entreprise cliente de PwC

2.3.2 Enoncé de la problématique :

Comme annoncé en introduction, le cabinet de conseil PwC a été sollicité par une entreprise dans le secteur des mines pour l'élaboration d'un plan stratégique afin d'améliorer la rentabilité de l'entreprise. Pour mieux cerner la situation, on peut résumer tous les dysfonctionnements enregistrés dans le schéma suivant :

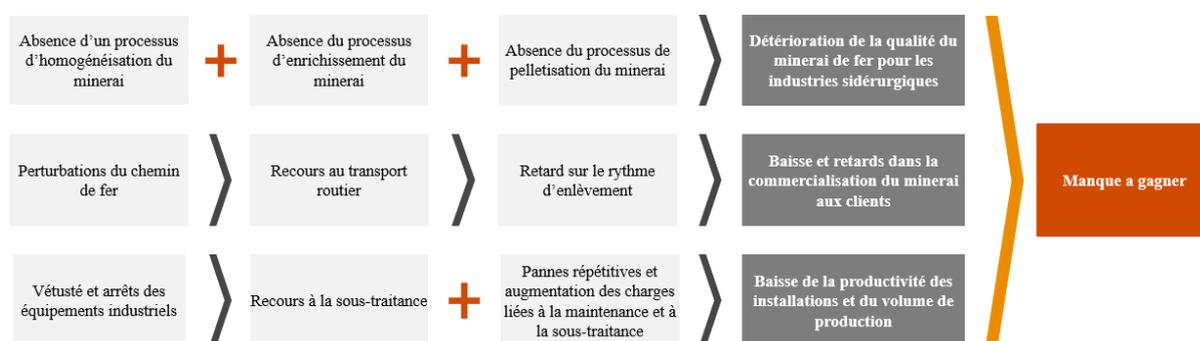


Figure 30- Schéma des dysfonctionnements de l'entreprise clients

Le diagnostic stratégique a permis d'identifier un ensemble d'opportunités à exploiter, de menaces à éviter, de forces à utiliser et de faiblesses à combler, répondant ainsi à la question principale :

Comment exploiter les capacités industrielles et opérationnelle de l'entreprise de minerai de fer pour garantir sa rentabilité et saisir des opportunités de développement internes et externes ?

Ainsi que trois questions complétant cette dernière seront examinées tout au long de notre rapport :

- Quelles sont les actions stratégiques qui permettront à l'entreprise d'augmenter la qualité du minerai ?
- Quelles sont les actions industrielles qui permettront à l'entreprise d'augmenter la productivité et le volume de la production ?
- Quelles sont les actions stratégiques qui permettront d'améliorer la logistique externe?

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à l'analyse approfondie de l'entreprise cliente, mettant en évidence les dysfonctionnements identifiés, ainsi que les opportunités et les capacités industrielles à exploiter. Cette analyse constitue une base solide pour élaborer une planification stratégique

visant à améliorer la rentabilité de l'entreprise et à atteindre ces objectifs qui devront être alignés avec sa vision globale.

Dans le chapitre suivant, je vais utiliser ces informations pour élaborer une planification stratégique détaillée. Cela implique l'identification des objectifs spécifiques de l'entreprise, une étude détaillée pour confirmer leur faisabilité et leur rentabilité, définir les actions à entreprendre et formuler des recommandations précises.

Cette démarche permettra à l'entreprise cliente de mettre en place une stratégie solide et de prendre des mesures concrètes pour améliorer sa performance et atteindre ses objectifs fixés.

Chapitre 03 : Objectifs & Plan d'action stratégique

Introduction

Après avoir effectué un diagnostic stratégique approfondie de l'entreprise cliente dans le chapitre précédent, l'objectif de ce chapitre est de répondre à la problématique principale qui est :

Comment exploiter les capacités industrielles et opérationnelle de l'entreprise de minerai de fer pour garantir sa rentabilité et saisir des opportunités de développement internes et externes ?

A travers les réponses aux trois questions secondaires cité dans le chapitre précédent, qui contribueront à orienter nos actions stratégiques.

Pour ce faire, des objectifs, une étude et un ensemble d'actions et de recommandations seront proposées suivant plusieurs axes d'intervention. La figure suivante récapitule la démarche suivie lors de ce présent chapitre :

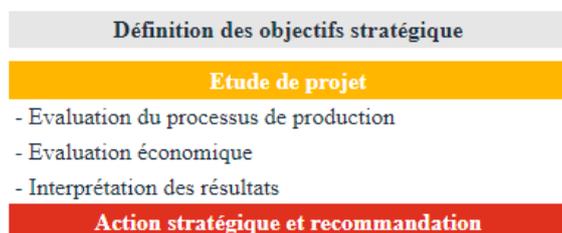


Figure 31- Cadrage logique de la démarche et structure du chapitre 3

3.1 Définition des objectifs et actions stratégique :

Après la présentation des résultats du diagnostic stratégique et la réalisation d'un projet stratégique, plusieurs sessions d'idéation sont effectuées afin de générer des idées qui pourraient être formalisées en objectifs stratégiques. A travers ces sessions, j'ai recueilli des recommandations et des initiatives qui ont contribué à définir les objectifs stratégiques de l'entreprise qui sont présentés dans **l'annexe D**.

Les objectifs stratégiques sont organisés autour de deux axes principaux, reflétant la direction globale que l'entreprise souhaite prendre pour améliorer sa rentabilité.

De plus, ces objectifs stratégiques sont décomposés en 3 objectifs stratégiques et plusieurs actions stratégiques qui ont été attribués en fonction de leur faisabilité et de leur priorité, à savoir le court terme, d'ici 2025 et le moyen terme, d'ici 2030.

La figure 32 présente de manière synthétique les objectifs stratégiques de l'entreprise client :

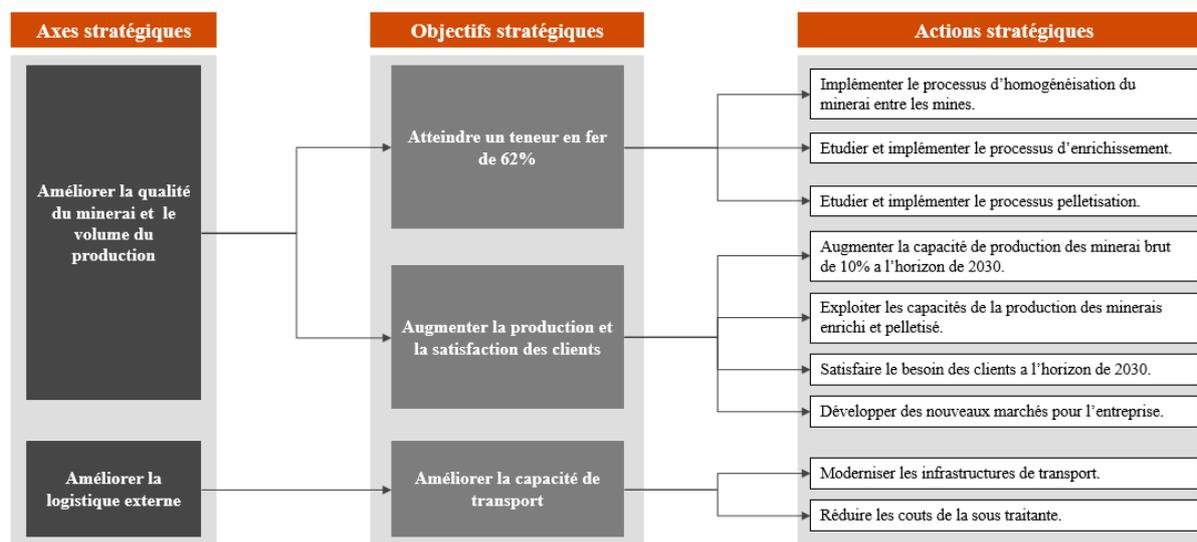


Figure 32 - Les objectifs et actions stratégique

Après avoir identifié les objectifs stratégiques de l'entreprise, il est clair que **l'amélioration de la qualité** du minerai de fer, en atteignant **un teneur en fer de plus de 62%**, ainsi que **l'augmentation de la productivité** sont des éléments cruciaux. C'est pourquoi l'étude (3.2) se concentre principalement sur cet axe stratégique. En effet, la réalisation de ce projet d'enrichissement et de pelletisation permettra d'**assurer directement la rentabilité globale de l'entreprise** en répondant aux besoins croissants du marché et en garantissant de minerai

de haute qualité. Ces objectifs stratégiques servent de base solide pour orienter les actions et les décisions à prendre afin d'atteindre les résultats attendus.

3.2 Etude de projet d'enrichissement et pelletisation du minerai de fer :

Ce projet d'enrichissement et pelletisation consiste à augmenter la qualité de minerai de fer et la production pour atteindre nos objectifs. Le processus de production passe par les 3 étapes principales que je vais développer dans la première phase de l'étude. L'objectif de ce projet est **d'augmenter la qualité** du minerai, **faciliter le transport** et **minimiser les coûts** de revient des produits finis.

Pour pouvoir débiter notre étude d'une façon pertinente et cohérente avec les objectifs que j'ai fixés, il convient de commencer tout d'abord par illustrer les phases de cette partie de travail :

- Phase 1 : Evaluation du processus de production des minerais enrichi et des boulettes.
- Phase 2 : Evaluation économique de l'étude qui jugera la rentabilité de la solution.

3.2.1. Evaluation du processus de production

Dans cette partie le processus de production de minerai enrichi et des boulettes sera évalué afin de comprendre les étapes clés et les éléments qui influencent la qualité des minerais de fer.

- **Processus de production**

Le processus de production décrit les différentes étapes nécessaires pour produire du minerai de fer enrichi et des boulettes à partir du minerai extrait, en utilisant une méthode d'enrichissement.

La figure 33 illustre le processus de production qui permet d'obtenir du minerai de fer enrichi et des boulettes de haute qualité (l'explication du processus de pelletisation dans **l'annexe A**) qui peuvent être utilisées dans d'autres applications industrielles. Ce processus se déroule dans la mine A, où se trouve la nouvelle usine dédiée à l'enrichissement et à la pelletisation.

La localisation stratégique des équipements dans la zone de concassage de la mine A a été choisie en raison de plusieurs facteurs clés. Tout d'abord, cette localisation prend en compte la disponibilité d'un espace vacant qui permettra d'implanter efficacement la nouvelle unité de

traitement. De plus, la production de la mine A qui représente **75%** de la capacité totale, ce qui rend logique d'optimiser le flux de production en concentrant les activités de traitement dans cette zone.

En plaçant la nouvelle unité de traitement dans cette localisation, on facilite le flux de production, réduisant ainsi les distances de transport et les coûts associés. Cela permettra également de minimiser les coûts associés aux infrastructures nécessaires, tels que les installations de gaz, d'eau et de génie civil.

Cette approche contribuera à optimiser les coûts globaux du projet tout en garantissant une mise en œuvre efficace et rentable de l'usine.

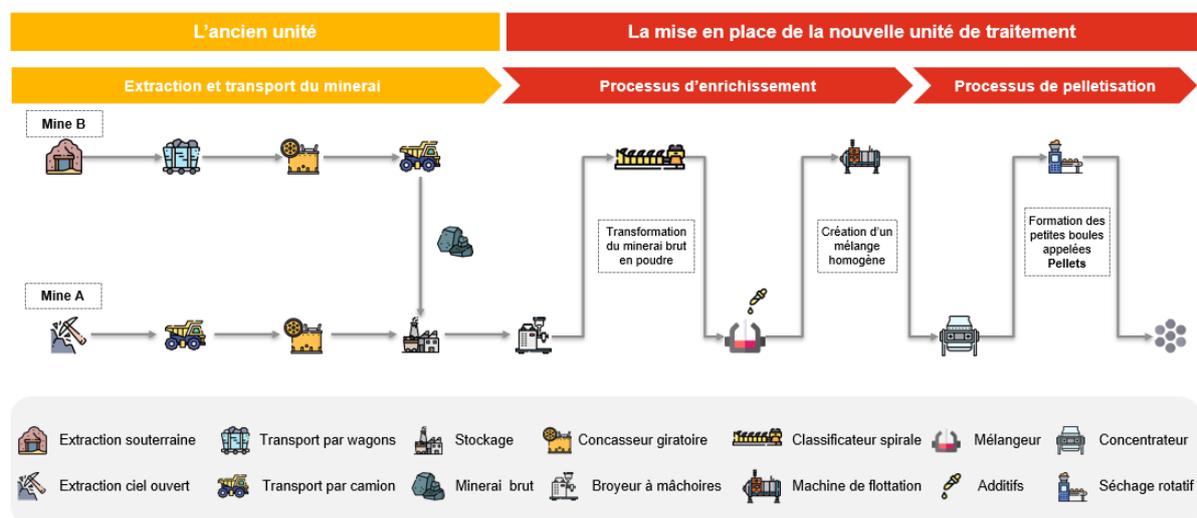


Figure 33- Schématisation du processus de production des pellets

- **Méthode de traitement**

La méthode de traitement choisie qui sera utilisée dans le processus de production est l'enrichissement par flottation, suivi de la pelletisation. Le minerai concassé provenant de l'ensemble des mines subira un processus d'enrichissement par flottation, permettant de séparer les particules de minerai de fer des autres composants indésirables, comme cela a été exposé dans l'état de l'art partie 1.3.3. Cette approche future permettra d'augmenter la teneur en fer du minerai et d'améliorer sa qualité.

Une fois le minerai enrichi obtenu, il sera pelletisé (l'explication technique du procédé dans l'**annexe A**), c'est-à-dire compacté en petites boulettes rondes, facilitant ainsi son transport,

son stockage et sa manipulation. Les boulettes de minerai de fer ainsi formées présenteront une résistance accrue et des caractéristiques physiques adaptées pour une utilisation optimale dans les procédés sidérurgiques.

Cette sélection de méthode de traitement, combinant l'enrichissement par flottation et la pelletisation, visera à **améliorer la qualité du minerai**, à **satisfaire les besoins des clients**, à **faciliter son transport** et à **minimiser les coûts de revient de la production**. De plus cette approche nous permettra d'atteindre une teneur en fer supérieure à **62%**, ce qui permettra **d'augmenter les prix de vente**.

Cette stratégie permettra d'optimiser l'utilisation des ressources et contribuera à atteindre les objectifs stratégiques de l'entreprise en termes de qualité du minerai et de productivité de la production.

- **Moyens de traitement**

Les équipements nécessaires pour l'enrichissement et la pelletisation qui seront utilisés dans la nouvelle unité sont répertoriés dans le tableau suivant qu'ils seront installés dans la zone de concassage située à l'intérieur de la mine A.

La localisation stratégique des équipements dans la zone de concassage facilitera le flux de production et contribuera à l'optimisation globale des opérations de traitement et coûts de transport.

Moyens matériels				
Unité	Equipement	Capacité t/h	Puissance Kw	Coûts USD
Enrichissement	Convoyeur vibrant	600	22	30 000
	Broyeur à mâchoires	650	200	200 000
	Concasseur à cône hydr	790	400	200 000
	Tamis vibrant	750	22	50 000
	Broyeur à billes	386	500	200 000
	Classificateur spirale	750	30	40 000
	Mélangeur	450	30	120 000
	Machine de flottation	600	110	60 000
	Concentrateur	600	92	21 450
	Machine de séchage rot	650	75	100 000
Pelletisation	Broyeur à boulets	386	500	200 000
	Mélangeur pugmill	750	40	24 000
	Disque de boulettes	440	15	34 600
	Four rotatif	450	125	35 000
Totale US				1 315 050
TC DZD/USD				154
Totale DZD				197 257 500

Tableau 2- Moyens matériels du projet

Pour répondre aux exigences de production, il sera nécessaire de mobiliser une équipe humaine de 120 personnes. Cette équipe sera répartie comme suit :

Moyens Humains	
Désignation	Nombre
Cadre	10
Maîtrise	30
Exécution	80
Total	120

Tableau 3- Moyens humains du projet

Les membres de l'équipe devront posséder les compétences techniques nécessaires dans leurs domaines respectifs, ainsi qu'une coordination efficace pour assurer une production optimale et une productivité élevée.

Il convient également de prévoir des formations et des programmes de développement des compétences pour les effectifs afin de maintenir leurs connaissances à jour et de favoriser leur évolution professionnelle au sein de l'entreprise, en veillant à disposer du nombre adéquat de personnel qualifié et bien formé.

- **Régime de fonctionnement de la mine**

Le bon fonctionnement d'une mine dépend fortement des régimes de travail, car il a un impact direct sur la productivité et l'efficacité de l'usine. Ce régime est supervisé par la direction d'exploitation et se présente comme suit :

- Nombre de jours ouvrables par an : **335 J/an**
- Nombre de jours ouvrables par semaine : **07 J**
- Durée d'un poste : **8 heures**
- Nombre de poste : **3**

Ce régime de travail permet à l'usine de maintenir un niveau de production constant tout au long de l'année, ce qui est essentiel pour maximiser la productivité et répondre à la demande du marché.

- **Capacité de production**

La ligne de production présente les caractéristiques suivantes :

- Capacité de production installée de **450 t/h**.

- Le taux moyen de production est d'une évolution annuelle de **+7%**.
- Système de travail : période annuelle **3*8**.
- Capacité de production annuelle de produit fini s'élève à **3 075 300 t/ans**

Estimation capacité de production théorique par an		
Capacité processus d'enrichissement	t/h	435
Capacité processus de pelletisation	t/h	400
Capacité min	t/h	450
Travail	J/ans	335
Travail	h/J	24
Totale heure de travail	/ans	8040
Totale capacité boulette	/ans	3 618 000
Taux d'efficacité	%	0,85
Capacité prévisionnelle	t/an	3 075 300

Tableau 4- Capacité théorique de production

En considérant une durée de travail de 335 jours par an, nous avons élargi la période de travail au sein des unités de traitement pour atteindre les 3 postes de 8 heures par jour, une station d'enrichissement et pelletisation d'une capacité théorique de 450 t/h avec une efficacité de 85%.

Sur la base de ces paramètres et en prenant en compte le temps d'arrêt nécessaire pour chaque équipement qui est estimé à une durée de **12 jours/ans** (288 heures par mois) pour la maintenance en général au cours d'une année de production, la capacité de production prévisionnelle est estimée 3 075 300 tonnes de boulettes par an.

- **Estimation de la production**

Dans les calculs des estimations de la production suivante, les capacités ont été calculées pour l'année 2025, qui représente l'année de lancement du traitement et pelletisation. Ensuite des objectifs de production ont été fixés en fonction des ambitions des clients et en prenant en compte les capacités de production estimées.

Capacité envisagée en 2030	
Minerai brut (MT)	4
Teneur minerai enrichi	62%
Minerai enrichi (MT)	3,32
Teneur Boulette	92%
Boulette (MT)	3,05
Taux de découverte	3,2
Taux de récupération	0,83

Tableau 5- Capacité de la production envisagée en 2030

La production de la première année des boulettes est à **64%** de la capacité envisagée en 2030, j'ai fait l'hypothèse que la production connaîtrait une **croissance annuelle moyenne de 7%** pour les 5 premières années, avant de se stabiliser à son seuil maximal de production totale.

Les prévisions utilisées dans le tableau 6 et dans l'étude en général sont basées sur des prévisions réalisées à l'aide d'un système expert qui a opté pour la méthode de moyenne mobile (expliquée théoriquement dans **l'annexe F**) pour modéliser les différentes séries chronologiques. Étant donné que la taille des différentes séries est réduite, j'ai choisi de réaliser une simulation à l'aide d'un solveur Excel.

Ce choix est justifié par le fait que les différentes séries présentent une variabilité relativement stable par rapport à leurs différentes composantes, à savoir :

- La tendance
- La saisonnalité
- La composante aléatoire.

En d'autres termes, les différentes séries présentent une tendance linéaire sans saisonnalité et sans changement de structure. Ces caractéristiques favorisent l'utilisation de la méthode de moyenne mobile.

Le tableau 6 suivants présente les prévisions estimées de la production, lorsque l'investissement aura atteint un **taux d'efficacité de 83%** de sa capacité de production.

Plan de production annuelle 2024-2030								
Année	2023	2024P	2025P	2026P	2027 P	2028 P	2029 P	2030P
Stérilet)	5 446 325	7 863 201	8 742 699	9 622 197	10 501 694	11 381 192	12 260 690	13 140 188
Minerai extrait (T)	1 266 587	1 917 854	2 732 093	3 006 937	3 281 779	3 556 623	3 831 466	4 106 309
Minerai marchand (T)	1 266 587	1 917 854	2 732 093	3 006 937	3 281 779	3 556 623	3 831 466	4 106 309
Taux de découverte	4,3	4,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Teneur en fer %	51,70%	51,70%	62%	62%	62%	62%	62%	62%
Minerai enrichi			1 591 819	2 267 638	2 495 757	2 723 877	2 951 997	3 180 116
Teneur boulette %			92%	92%	92%	92%	92%	92%
Boulette (T)			1 464 473	2 086 227	2 296 097	2 505 967	2 715 837	2 925 707
Taux de réalisation			50,06%	71,31%	78,48%	85,65%	92,83%	100,00%

Tableau 6- Prévision du plan de production annuelle 2023P-2030P

Le résultat du plan de production a permis de déterminer la variation des capacités de production de l'entreprise afin d'atteindre les quantités de production estimées à **2,9 millions de tonnes de boulettes**.

● **Estimation nombre de transport :**

Après avoir estimée les quantités de production nécessaire pour la boulette par an, il est important de trouver le nombre des rames (24 /25 wagons) et le nombre de camions adéquat pour assurer la livraison d'une manière réaliste et efficace. Pour cela j'ai proposé un modèle mathématique et les éléments constituant notre modèle mathématique sont expliqués dans ce qui suit :

Données Les variables utilisées pour la modélisation de notre problème sont :

- Pt : la production des boulettes chaque année t.
- Cc : Capacité des camions en Tonnes.
- Cr : Capacité des rams en Tonnes.
- Cuc : Coûts unitaire des camions en DA / tonne-kilométrique
- Cur : Coûts unitaire de rame en DA / tonne-kilométrique
- D : Distance entre l'unité de production et les clients en Kilomètres.
- Ctc : Coûts totaux des camions en DA.
- Ctr : Coûts totaux des rames DA.

Fonction objectives : L'objectif du modèle est de trouver le nombre optimal de camions (Nc) et de rames (Nr) pour transporter la quantité totale de boulettes produites par an, tout en minimisant les coûts totaux de transport.

$$Min F = [(Nc(t) \times Cuc) + (Nr(t) \times Cur)] \times D$$

Variable de décision : qui représentent le nombre de camions et de rames respectivement pour chaque année t.

- $Nc(t)$: Nombre des camions pour chaque année t
- $Nr(t)$: Nombre des rames pour chaque année t

Contraintes du modèle : Les contraintes relatives à la fonction objective de ce modèle concernent : les capacités de transport et les couts liée au transport.

- Contrainte de quantité :

La quantité totale de boulettes produites doit être transportée. Cela signifie que la capacité totale des camions plus la capacité totale des rames doit être supérieure ou égale à la quantité de boulettes produites pour chaque année t :

$$Nc(t) \times Cc + Nr(t) \times Cr \geq Pt$$

- Contrainte des coûts totaux :

En prenant en considération les données suivantes :

- Capacité des camions ne dépasse pas les 20 tonnes par camion.
- Capacité des rames ne dépasse pas les 1400 tonnes/ram tels qu'une rame = 24 à 25 wagons.
- Le couts unitaire pour les camions assures par Logitrans à une moyenne de 45DZD par tonne kilométrique.
- Le couts unitaire pour les rames assures par la SNTF est à 1500DZD par tonne kilométrique.
- La distance entre la mine et la destination final est à 250 Km.

Pour minimiser les couts de transport, il est important d'investir dans la maintenance du réseau ferroviaire. Cela permet d'augmenter la capacité totale du réseau, ce qui à son tour augmente le nombre de rames pouvant être utilisées pour le transport

$$Ctc = Nc(t) \times Cuc \times D$$

$$Ctr = Nr(t) \times Cur \times D$$

Les coûts totaux de transport par camion doivent être égaux aux coûts totaux de transport par rame pour maximiser le transport ferroviaire et les capacités transportées :

$$Ctc = Ctr$$

Ainsi le modèle d'affectation de commandes et de projets peut s'écrire comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min } F = [(Nc(t) \times C_{uc}) + (Nr(t) \times C_{ur})] \times D \\ \forall t \in [2025, T] \\ Nc(t) \times C_c + Nr(t) \times C_r \geq P_t \\ C_{tc} = Nc(t) \times C_{uc} \times D \\ C_{tr} = Nr(t) \times C_{ur} \times D \\ C_{tc} = C_{tr} \\ Nc(t), Nr(t) \geq 0 \in N \end{array} \right.$$

Après avoir réalisé le modèle mathématique qui décrit parfaitement la problématique, je l'ai implémenté par la suite dans Excel en utilisant le solveur intégré (qui est détaillé en **annexe G**) afin d'obtenir les résultats attendus. Le tableau ci-dessous résume les solutions les plus optimales :

Résultat du modèle mathématique						
Année	2025P	2026P	2027 P	2028 P	2029 P	2030 P
Nc(t)	23 621	33 649	37 034	40 419	43 804	47 189
Nr(t)	709	1 009	1 111	1 213	1 314	1 416
Cc total (T)	472 410	672 976	740 676	808 376	876 076	943 776
En %	32,3%	32,3%	32,3%	32,3%	32,3%	32,3%
Cr total (T)	992 062	1 413 251	1 555 421	1 697 591	1 839 761	1 981 931
En %	67,7%	67,7%	67,7%	67,7%	67,7%	67,7%
Min F (DZD)	531 461 976	757 098 508	833 261 008	909 423 508	985 586 008	1 061 748 508

Tableau 7- Tableau récapitulatif des résultats du modèle

Les résultats obtenus à partir du modèle mathématique et de la résolution dans Excel montrent les solutions optimales nécessaires pour chaque année tout en minimisant les coûts totaux de transport.

Le modèle mathématique a déterminé que 68% de la quantité totale produite nécessite l'utilisation des rames, tandis que les 32% restants peuvent être transportés par camion. Ces résultats indiquent une optimisation de 14% par rapport à l'analyse logistique précédente effectuée dans le cadre du diagnostic stratégique interne. De plus, il est observé que le nombre des rames et de camions augmente progressivement d'année en année, ce qui est cohérent avec la croissance de la production.

Pour minimiser les coûts et maximiser la capacité du transport, il est important d'investir dans la maintenance du réseau ferroviaire. Cela permet d'augmenter la capacité totale du réseau, ce qui à son tour augmente le nombre de rames pouvant être utilisées pour le transport.

3.2.2 Evaluation économique

Dans cette partie, je vais développer une étude financière afin d'évaluer la viabilité économique du projet. Pour cela, j'ai utilisé une application conçue sur Excel, qui comprend les estimations de l'évaluation financière, le compte de résultat et les indicateurs financiers.

- **Hypothèses des revenus**

Les hypothèses des revenus ont été établies en utilisant les quantités produites multipliées par les prix, tels qu'indiqués dans le tableau 7. Ces prix sont le résultat des prévisions basées sur le taux d'inflation des prix pour la période 2023-2030.

Estimation prix minerai 2023-2030									
Année	2022	2023 P	2024P	2025P	2026P	2027 P	2028 P	2029 P	2030P
Inflation	5,00%	-5,00%	-5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Prix Minerai Enrichi USD	105	100	95	100	104	110	115	121	127
Prix Boulette USD				119	125	131	138	145	152
Prix Total USD	105	100	95	119	125	131	138	145	152
Taux de change DZD/USD	140	147	154	159	166	166	166	166	166
Prix DZD	14 700	14 663	14 593	18 921	20 742	21 779	22 868	24 011	25 212

Tableau 8- Prévisions des prix de vente entre 2023-2030

Le chiffre d'affaires de l'entreprise cliente se basant sur les estimations de la production prévus pour la vente au cours des prochaines années. Le tableau 8 suivant décrit les estimations du chiffre d'affaires total prévu pour chaque année du projet.

Estimation chiffre d'affaire 2023-2030									
Année	2022	2023 P	2024P	2025P	2026P	2027 P	2028 P	2029 P	2030P
Minerai marchand (T)	1 942 326	1 266 587	1 917 854	1 464 473	2 086 227	2 296 097	2 505 967	2 715 837	2 925 707
Prix unitaire DZD	3 965	3 746	4 300	18 921	20 742	21 779	22 868	24 011	25 212
Chiffre d'affaire DZD	7 701 320 930	4 744 635 686	8 246 771 780	27 709 298 172	43 271 885 209	50 006 197 656	57 305 756	65 210 260	73 761 951 469

Tableau 9- Prévision de chiffre d'affaires en DZD entre 2023-2030

Note : Les valeurs entre 2022- 2024 correspondent aux prix réels actuels de vente de l'entreprise.

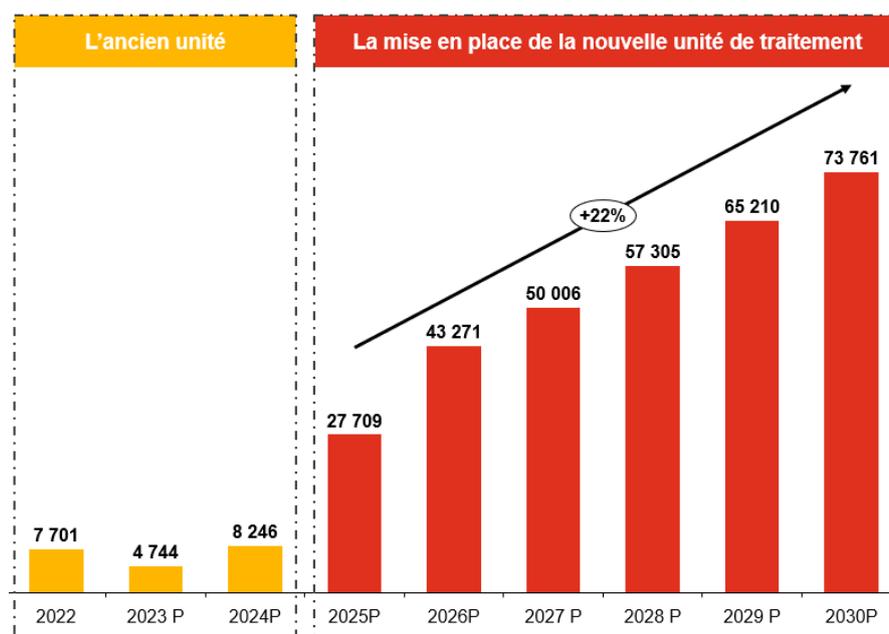


Figure 34- L'évolution de chiffre d'affaires en MDZD

D'après la figure 34, on constate que le chiffre d'affaires prévisionnel **augmente de 22%** au cours des cinq années d'exploitation. Cela est dû à l'augmentation de la production et à l'amélioration de la teneur en fer comme on a vu dans l'estimation de plan de production, ce qui entraîne aussi une augmentation des prix de vente.

L'entreprise atteint un chiffre d'affaires maximum lors de la dernière année d'exploitation, avec une valeur de **73,76 milliards de dinars**.

- **Hypothèses des coûts d'acquisition**

Les hypothèses des coûts d'acquisition ont été établies en se basant sur plusieurs références de prix proposées par le marché international, en utilisant des plateformes de vente en ligne afin de répondre aux besoins du projet.

L'investissement principal de ce projet consiste en l'acquisition de nouvelles machines de traitement, pour un coût total estimé de **220 267 500 DZD**, comprenant tous les frais associés. Le tableau ci-dessous récapitule les différents coûts estimés qui ont été pris en compte pour calculer le coût total de l'investissement.

Coûts d'investissement			
	Désignation	% par rapport au	Coûts USD
Equipement de production	Convoyeur vibrant	2%	30 000
	Broyeur à mâchoires	14%	200 000
	Concasseur à cône hydr	14%	200 000
	Tamis vibrant	3%	50 000
	Broyeur à billes	14%	200 000
	Classificateur spirale	3%	40 000
	Mélangeur	8%	120 000
	Machine de flottation	4%	60 000
	Concentrateur	1%	21 450
	Machine de séchage rot	7%	100 000
	Broyeur à boulets	14%	200 000
	Mélangeur pugmill	2%	24 000
	Disque de boulettes	2%	34 600
	Four rotatif	2%	35 000
Frais préliminaires	Etude du projet	10,2%	150 000
	Coûts d'installation	0,1%	1 500
	Travaux de construction	0,1%	1 900
Totale US			1 468 450
Totale DZD			220 267 500

Tableau 10 - Coûts total d'investissements en DZD

En analysant ce tableau, nous constatons que le coût global de l'investissement est estimé à **220,27 MDZD**. Pour financer ce projet, la société prévoit de solliciter un crédit bancaire correspondant à **100% du coût total du projet**, avec un **taux d'intérêt de 6,5%**. La durée du prêt est fixée à **7 ans**, et la date de déblocage des fonds est prévue pour l'année 2024.

● **Amortissement des investissements**

Il existe plusieurs types d'amortissements, j'ai fixé la durée de l'amortissement de la façon suivante :

- **10 ans** pour l'équipement de production et les machines avec un **taux de 10%**.
- **3 ans** pour les frais préliminaires avec un taux de **33,3%**.

Le calcul de l'amortissement est synthétisé dans le tableau ci-dessous :

Durée total	10ans										
	Amortissement										
Année	Total	2024P	2025P	2026P	2027 P	2028 P	2029 P	2030 P	2031 P	2032 P	2033 P
Taux %	100,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Equipement DZD	197 257 500	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750
Taux %	100%	33%	33%	33%							
Frais préliminaires DZD	23 010 000	7 670 000	7 670 000	7 670 000							
Amortissement	220 267 500	27 395 750	27 395 750	27 395 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750	19 725 750

Tableau 11 - Amortissement des investissements

- **Les charges du personnel**

Sur la base d'un effectif de **120 employés** en 2025 et afin d'intensifier la production souhaitée, le personnel requis pour ce nouveau régime de travail a une masse salariale annuelle globale de **11 MDZD**.

Elle a été déterminée sur la base de la première unité d'extraction de la filiale, ainsi les salaires annuels se verront augmenter d'un **taux de 3% chaque année**. A partir de ces informations, on peut présenter le tableau 11 qui illustre la masse salariale de la première année engendrée par ce projet.

Masse salariale			
Désignation	Nombre	Salaire / personne	Masse salariale
Cadre	10	250 000	2 500 000
Maîtrise	30	152 856	4 585 674
Exécution	80	50 029	4 002 294
Total	120	92 400	11 087 969

Tableau 12- Masse salariale

- **TCR Prévisionnel**

Le tableau de compte de résultat présenté ci-dessous résume les performances financières prévues du projet pour les années de 2023P à 2030P. Ces résultats comprennent la fusion de l'ancienne unité avec le nouveau projet, reflétant ainsi l'impact combiné des deux entités.

TCR en MDZD										
Année	2021	2022	2023 P	2024 P	2025 P	2026 P	2027 P	2028 P	2029 P	2030 P
I. Chiffre d'affaire	3 514	7 701	4 745	8 247	27 709	43 272	50 006	57 306	65 210	73 762
Achats consommés	-287	-1 309	-807	-1 397	-4 715	-7 361	-8 506	-9 747	-11 091	-12 545
Services extérieurs et autres consommations	-291	-2 466	-1 519	-2 637	-8 896	-13 875	-16 031	-18 368	-20 899	-23 637
II. CONSOMMATIONS DE L'EXERCICE	-578	-3 775	-2 326	-4 034	-13 611	-21 236	-24 537	-28 115	-31 990	-36 181
III. VALEUR AJOUTÉE D'EXPLOITATION (I - II)	2 936	3 926	2 419	4 213	14 098	22 036	25 469	29 191	33 221	37 581
Charges de personnel	-1 089	-1 144	-1 201	-1 261	-1 343	-1 425	-1 511	-1 602	-1 697	-1 796
Impôts, taxes et versements assimilés	-61	-77	-47	-82	-277	-433	-500	-573	-652	-738
IV. EXCÉDENT BRUT D'EXPLOITATION	1 786	2 706	1 171	2 869	12 478	20 178	23 458	27 016	30 872	35 047
Autres produits opérationnels	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Autres charges opérationnelles	-102,3	-99,8	-97,3	-112,5	-110,1	-107,8	-103,6	-99,2	-94,8	-90,2
Dotations aux amortissements et aux provisions et perte de valeur	-335	-343	-350	-370	-382	-395	-402	-413	-423	-432
V. RÉSULTAT OPÉRATIONNEL	1 396	2 362	820	2 499	13 094	21 397	24 932	28 765	32 919	37 418
Produits financiers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charges financières	-102,3	-99,8	-97,3	-112,5	-110,1	-107,8	-103,6	-99,2	-94,8	-90,2
VI. RÉSULTAT FINANCIER	-102,3	-99,8	-97,3	-112,5	-110,1	-107,8	-103,6	-99,2	-94,8	-90,2
VII. RÉSULTAT ORDINAIRE AVANT IMPÔTS (V + VI)	1 294	2 263	723	2 387	12 984	21 289	24 829	28 665	32 824	37 328
Impôts exigibles sur résultats ordinaires	-269	-430	-137	-453	-2 467	-4 045	-4 717	-5 446	-6 237	-7 092
VIII. RÉSULTAT NET DES ACTIVITÉS ORDINAIRES	1 025	1 833	586	1 933	10 517	17 244	20 111	23 219	26 587	30 236

Tableau 13- Tableau de compte de résultat TCR

Le compte de résultat révèle une tendance à la croissance du chiffre d'affaires annuel de l'entreprise tout au long de la période sous revue.

En 2030, le chiffre enregistré a frôlé les **74 milliards de dinars**. Néanmoins, il y a eu également une augmentation des achats consommés et des services extérieurs ainsi que de plusieurs autres dépenses. Indépendamment de cela, la croissance de l'entreprise est

constante, ce qui témoigne de la productivité des opérations de fabrication et de la rentabilité des projets.

Sur la période étudiée, les résultats financiers du projet indiquent qu'il maintient une solide performance et génère des profits substantiels. En ce qui concerne spécifiquement le résultat net des activités ordinaires, il a connu une augmentation régulière pour atteindre finalement **30,3 milliards de dinars en 2030 P.**

Dans l'ensemble, les résultats du tableau de compte de résultat indiquent clairement que le projet est rentable et améliore les résultats de l'entreprise dont la marge nette (résultat net / CA) est passée de **29,4% en 2021 à 40% en 2030.** La croissance constante du chiffre d'affaires, la progression de la valeur ajoutée d'exploitation et le résultat net positif témoignent de la viabilité économique du projet. Cela renforce la confiance dans sa capacité à atteindre les objectifs fixés et à générer des rendements satisfaisants pour les parties prenantes.

- **Calcul des flux de trésorerie**

À partir des données financières du compte de résultat, j'ai réalisé le calcul des flux de trésorerie annuels pour la période d'analyse choisie. Ces flux de trésorerie représentent les entrées et les sorties cash du projet au cours de chaque année. Les résultats sont regroupés en **annexe H.**

- **Indicateur de rentabilité**

Les indicateurs de rentabilité économique de notre projet ont été évalués en utilisant la fonction qu'on a vu dans le chapitre l'état de l'art (1.2.3), ce qui m'a permis d'obtenir les valeurs suivantes :

Indicateur de rentabilité	
Taux d'actualisation	10%
VAN	1 081 994 026
TRI	19%
IP	5,91
DC	2 ans et 3 mois

Tableau 14- Tableau des indicateurs de rentabilité

❖ Interprétation des résultats :

La Valeur Actuelle Nette (VAN) de plus de **1090 MDZD sur 5 ans**, confirme que les flux de trésorerie futurs générés par le projet sont supérieurs au coût initial de l'investissement, ce qui est très positif et qui me permet déjà de dire que le projet est rentable.

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) de **19%** indique que le projet offre un rendement attractif pour les investisseurs. Cela signifie que le taux de rendement du projet est supérieur au taux d'actualisation de référence, ce qui est une bonne nouvelle pour les parties prenantes.

L'Indice de Profitabilité (IP) de **5.91** indique que pour chaque dinar investi, le projet génère un profit de 4.95 dinars. Cela démontre la rentabilité du projet et sa capacité à générer des bénéfices significatifs.

Le délai de récupération du capital (DR) est estimé à **2 an et 3 mois**, ce qui signifie que l'investissement initial sera récupéré relativement rapidement.

En conclusion de cette étude, les résultats financiers du projet sont très favorables, avec une VAN positive, un TRI élevé, un IP **supérieur à 1** et un délai de récupération court. Cela indique que le projet présente de solides perspectives de rentabilité et justifie pleinement l'investissement.

3.3 Action stratégique et recommandation :

Après avoir réalisé l'étude approfondie et identifié les facteurs clés influençant la rentabilité de l'entreprise du minerai de fer, il est temps de passer à la phase des actions stratégiques. Cette phase vise à mettre en œuvre les plans d'action développés dans le cadre de l'étude (qui est détaillé en **annexe I**), afin d'améliorer la rentabilité de l'entreprise et d'atteindre les objectifs fixés.

Voici les actions stratégiques recommandées pour mettre en place une nouvelle stratégie de l'entreprise :

Axe stratégiques	Objectifs	Initiatives	Actions	
Améliorer la qualité du minerai et le volume de production.	L'obtention d'une teneur en fer minimale de 62%	Implémentation de processus d'homogénéisation du minerai entre les deux mines.	Analyser les caractéristiques du minerai provenant des deux mines. Mettre en place un stock commun entre les deux mines pour assurer l'homogénéisation des minerai. Effectuer des tests pour vérifier l'homogénéité du minerai.	
		Implémentation de processus d'enrichissement et pelletisation.	Lancer les procédures de la mise en place des deux processus d'enrichissement et pelletisation. Mise en place un système de contrôle qualité Lancer les recrutements et organiser des sessions de formation pour les nouveaux employés Lancer le l'activité d'enrichissement et pelletisation. Former le personnel sur les normes de qualité, les techniques d'analyse et les méthodes de contrôle. Effectuer des audits réguliers pour s'assurer de la conformité aux spécifications et de la qualité constante des produits.	
		Augmentation des capacités de production.	Mettre en place des programmes de formation et de développement pour renforcer les compétences techniques et opérationnelles du personnel. Mettre en place un système de planification de la production basé sur la demande du marché et les capacités de production. Assurer la maintenance des équipements et établir un plan de maintenance préventive régulière pour minimiser les temps d'arrêt non planifiés. Mise en place un plan de développement R&D.	
			Satisfaction des besoins des clients.	Fiabiliser les quantités demandées et mettre en place un système de suivi de la demande pour anticiper les fluctuations et ajuster la production en conséquence. Garantir la livraison dans les délais et Coordonner les activités de transport et de distribution pour assurer une planification efficace. Assurer la qualité des services périphériques (qualité totale)
				Diversification des clients.
		Augmentation des capacité logistique à court terme temporaire	Prévoir plus de wagons et négocier la maintenance de la voie ferroviaire Prévoir plus de camion et négocier des contrats de transport avantageux et fiables avec les transporteurs spécialisés. Mettre en place un système de suivi et de coordination des opérations de transport avec les partenaires.	
	Amélioration de la capacité de transport		Opter pour le transport par pipeline à long terme	

Vous trouverez dans l'**annexe J** le récapitulatif du plan d'action en détails.

Les actions principales qu'il faut mettre en place :

- Pour l'axe de la qualité et la production :
 - Mettre en place d'un processus d'homogénéisation pour garantir la commercialisation d'un minerai de qualité homogène.
 - Lancer l'activité d'enrichissement pour atteindre une teneur minimale de **62%** et satisfaire les besoins des clients.
 - Implémenter le processus de pelletisation pour une meilleure manutention et un transport plus efficace.
 - Établir des partenariats avec d'autres acteurs du marché sidérurgique national et international afin d'exploiter de nouvelles opportunités commerciales.
 - Développer des procédures d'assurance qualité rigoureuses pour garantir la conformité des minerais aux spécifications demandées par le marché.
 - Mettre en place des systèmes d'information intégrés pour une gestion efficace de l'ensemble des processus de l'entreprise.
 - Former le personnel aux nouvelles technologies et aux meilleures pratiques de l'industrie pour améliorer les compétences et les connaissances techniques.
 - Investir dans des technologies respectueuses de l'environnement pour réduire les émissions et les déchets.

- Pour l'axe de la logistique externe :
 - Prévoir plus de wagons et négocier des accords de maintenance pour assurer un transport ferroviaire fluide et efficace à court terme, en vue de la réalisation ultérieure d'un transport par pipeline.
 - Mettre en place le transport par pipeline, ce qui permettrait de réduire les coûts et les délais de livraison, tout en améliorant la fiabilité et l'efficacité de la logistique externe.

En mettant en œuvre ces actions stratégiques recommandées, l'entreprise cliente sera en mesure d'améliorer sa rentabilité, d'optimiser ses ressources et de répondre aux besoins de ses clients de manière plus efficace. Ces actions doivent être mises en place de manière progressive, en tenant compte la disponibilité des ressources et en évaluant régulièrement les résultats obtenus.

Conclusion

Dans ce dernier chapitre de mon travail, j'ai pu élaborer des objectifs stratégiques clairs et proposer une série d'actions stratégiques concrètes à travers une étude approfondie de la rentabilité du projet proposé. Ces actions stratégiques sont essentielles pour garantir la rentabilité de l'entreprise cliente.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le présent travail réalisé en collaboration avec le cabinet de conseil PwC, plus précisément au sein de son service Advisory, s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'un plan stratégique visant à améliorer la rentabilité d'une entreprise d'exploitation de minerai de fer. Cette mission structurante pour l'entreprise a été menée dans un contexte économique où les secteurs miniers, tant au niveau local que mondial, connaissent des évolutions significatives, ouvrant de nouvelles opportunités de croissance et de développement.

En réponse à la problématique, une solution de la mise en place des processus d'enrichissement et de pelletisation, visant à exploiter pleinement les capacités de production et à améliorer la qualité du minerai de fer.

Le déroulement de notre étude a suivi une méthodologie en trois étapes clés : un diagnostic stratégique, la définition des objectifs et l'élaboration d'un plan d'action. À chaque étape, j'ai utilisé des outils académiques et techniques pour une analyse approfondie.

Le diagnostic stratégique m'a permis d'identifier les principaux facteurs influençant la rentabilité de l'entreprise cliente, notamment :

- L'instabilité de la qualité du minerai due au non-respect du processus d'homogénéisation entre les mines.
- L'absence du processus d'enrichissement du minerai au niveau des mines qui a engendré la détérioration de la qualité du minerai de fer.
- Les perturbations rencontrées au niveau du transport ferroviaire qui achemine le minerai de fer vers les clients ce qui a engendré un recours au transport routier et donc un retard dans le rythme d'enlèvement.
- La faible capacité des équipements dont dispose l'entreprise ainsi que la détérioration de ces derniers ont impacté négativement la performance industrielle des mines.

Ces éléments ont orienté nos objectifs stratégiques, qui visent à améliorer la qualité et le volume de production du minerai, ainsi que la logistique externe

Conclusion Générale

Mon travail a consisté en l'élaboration d'une étude ainsi que la formalisation d'un plan d'actions détaillé qui vise à atteindre les objectifs stratégiques suivants :

- L'obtention d'une teneur en fer minimale de 62%
- L'augmentation de la capacité de production des minerais enrichis et des boulettes à 3 millions de tonnes à l'horizon de 2030 pour satisfaire le besoin des clients.
- L'amélioration de la capacité de transport et réduction de la sous-traitance.

Ce travail, validé par le service Advisory, a été une occasion pour moi de mener à bien la mission qui m'a été confiée et de proposer une solution adaptée aux besoins du client. Il m'a également permis de mettre en pratique mes connaissances académiques dans le domaine du génie industriel et d'affiner ma compréhension de la stratégie d'entreprise.

De plus, il est crucial pour l'entreprise cliente de poursuivre ses efforts de développement et de s'engager dans une démarche d'amélioration continue pour prospérer à long terme. Pour cela je propose à l'entreprise :

- De mettre en place des systèmes d'information pour la gestion et la centralisation de l'ensemble des processus et pour le suivi des actions stratégiques.
- L'exploration de l'option du transport par pipeline.

En conclusion et d'un point de vue personnel, la réalisation de cette mission complexe a été une opportunité enrichissante pour approfondir ma compréhension des missions de conseil et des méthodologies utilisées par les cabinets pour résoudre des problématiques complexes à grande échelle. Cette expérience m'a permis d'acquérir une perspective approfondie sur le secteur minier, tant au niveau mondial qu'en Algérie. J'ai pu constater la complexité inhérente aux projets d'envergure, ce qui m'a permis d'apprécier davantage ma formation en génie industriel, qui favorise le développement d'une double compétence technique et managériale.

Cette expérience m'a également enseigné l'importance des compétences relationnelles et de l'engagement dans le monde professionnel. J'ai pris conscience que la communication efficace, le travail d'équipe et l'esprit d'initiative jouent un rôle essentiel dans la réussite d'une entreprise quel que soit son domaine.

BIBLIOGRAPHIE

- [13] « Les leaders mondiaux de l'industrie minière ». In : Xerfi (2021). Code d'étude 22XMET12
- [14] Gouvernement du Canada, Utilisations du minerai de fer à l'échelle mondiale, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Faits sur le minerai de fer \(canada.ca\)](#)
- [15] Planes, Utilisations du fer dans l'industrie, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Utilisations du fer dans l'industrie - ferrosplanes](#)
- [16] Anesrif, Ligne minière SNTF, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Redirecting \(google.com\)](#)
- [17] Unit EU, Procédés de traitement et de valorisation, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Procédés de traitement et de valorisation - Définition d'un procédé de valorisation des ressources minérales \(unit.eu\)](#)
- [18] Y. BAGHLI et Y. SAHAR, 2006, Système de mesure de la performance et pilotage stratégique, Mémoire de fin d'étude, département Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Alger, Algérie.
- [19] M. AIB, 2005, La performance globale et le pilotage stratégique dans l'entreprise, Mémoire de magister, département Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Alger, Algérie.
- [20] A.D. CHANDLER, 1972, Stratégies et structures de l'entreprise, éditions d'organisation, France
- [21] M. Mohamed Tayeb OUDJET et M. Abdelmadjid OULMANE 2009, Conception et développement d'un logiciel de simulation du processus stratégique, Mémoire de fin d'étude, département Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Alger, Algérie.
- [22] Dominique Siegel. « Réflexion sur la Stratégie ». In : La Revue des Sciences de Gestion (2008), p. 15-23. doi : DOI10.3917/rsg.230.0015.
- [23] B. MEBREK 2022, Elaboration d'une planification stratégique pour une entreprise industrielle de chaudronnerie et de construction métallique, Mémoire de fin d'étude, département Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Alger, Algérie.
- [24] M. Nour Idriss BENTOUMI et M. Nassim ILMANE 2010, Outil d'aide à la décision stratégique : conception et déploiement d'une méthodologie de mise en œuvre appliquée au domaine de la distribution pharmaceutique, Mémoire de magister, département Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Alger, Algérie.
- [25] Conseil et accompagnement aux certifications QSE, Méthode 5M ou diagramme d'Ishikawa [En ligne], [Consulté le 12/05/2023]. Disponible sur : <https://www.certification-qse.com/methode-5m-ou-diagramme-dishikawa/>

- [26] Asana, Qu'est-ce que l'analyse SWOT ?, [En ligne], [Consulté le 12/05/2023]. Disponible sur : [Qu'est-ce que l'analyse SWOT ? Exemples et méthode \[2023\] • Asana](#)
- [27] SCRIBD, Exploitation Miniere, [En ligne], [Consulté le 12/05/2023]. Disponible sur : [Exploitation Miniere | PDF | Exploitation minière | Forage \(scribd.com\)](#)
- [28] ResearchGate, Collection « La mine en France » – Tome 6, [En ligne], [Consulté le 12/05/2023]. Disponible sur : [Procédure du traitement du minerai de cuivre \(Source :... | Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#)
- [29] Le monde, Un nouvel âge du fer, sous emprise chinoise, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Un nouvel âge du fer, sous emprise chinoise \(lemonde.fr\)](#)
- [30] Parlons sciences, Les mines et l'exploitation minière, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Les mines et l'exploitation minière | Parlons sciences](#)
- [31] Gatalise, Traitement du minerai, [En ligne], [Consulté le 13/05/2023]. Disponible sur : [Traitement du minerai : tout ce que vous devez savoir ! \(catalisajr.com.br\)](#)
- [32] Ministère de l'Énergie, Cérémonie de signature d'un Protocole d'Accord entre le Groupe MANAL Spa et la Société Turque OZMERT Algérie, [En ligne], [Consulté le 18/05/2023]. Disponible sur : <https://www.energy.gov.dz/?article>
- [33] Tosyali Algérie, Présentation du Complexe, [En ligne], [Consulté le 18/05/2023]. Disponible sur : tosyali-algerie.com/fr/le-complexe-siderurgique/presentation-du-complexe
- [34] MIDREX, ALGERIAN-QATARI STEEL (AQS), [En ligne], [Consulté le 18/05/2023]. Disponible sur : <https://www.midrex.com/tech-article/algerian-qatari-steel-aqs-at-first-glance/>
- [35] APS, Le complexe sidérurgique Sider El Hadjar d'Annaba, [En ligne], [Consulté le 18/05/2023]. Disponible sur : <https://www.aps.dz/economie/136820-sider-el-hadjar>
- [36] Jacky, K. O. E. H. L. "Les choix d'investissement". Edition Dunod, Paris 2003. P40. ISBN 2-10-006926-8
- [37] Trabelsi, M., and FX SIMON. "Préparer et défendre un projet d'investissement." Edition Dunod, Paris 2005. P90. ISBN 2-10-007310-9
- [38] HESSAS Nacer et TERMOUL Hakim, Etude et évaluation des projets d'investissement par le Business plan, Mémoire de fin d'étude, département Sciences de Gestion, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- [39] Pierre, Vernimmen. "Finance d'entreprise." Dalloz. 6ème édition par Pascal Quiry et Yann Lefur 2005. P754. ISBN 2247063268
- [40] NATHALIE, MOURGUES. "Critères de choix et rentabilité des investissements". Edition Economica, 2010. P25. ISBN 978-2-7178-5931-7

- [41] Bridier, Manuel, and Serge Michailof. "Guide pratique d'analyse de projets". Edition Economica, 1984.P35. ISBN 978-2-7178-2826-9
- [42] NATHALIE, MOURGUES. "le choix des investissements dans l'entreprise". Edition, Economica, 1994. P36. ISBN 2-7178-2693-9
- [43] MEYE, Frank Olivier. "Evaluation de la rentabilité des projets d'investissement : Méthodologie pratique". Paris : 3ème édition. Harmattan, 2007. P296. ISBN 978-2296039124
- [44] Edito, Comment extraire le minerai de fer, [En ligne], [Consulté le 27/05/2023]. Disponible sur : [Comment extraire le minerai de fer ? - Edito Matières Premières \(edito-matieres-premierres.fr\)](http://www.edito-matieres-premierres.fr)
- [45] TAHCHI BELGACEM. "Les ressources de l'Algérie." Outre-Terre 2, 2016. P152. ISBN 9782847953701.
- [46] IspatGuru, Introduction aux boulettes de minerai de fer et aux procédés de bouletage, [En ligne], [Consulté le 31/05/2023]. Disponible sur : [Introduction aux boulettes de minerai de fer et aux procédés de bouletage – IspatGuru](http://www.ispatguru.com)
- [47] FEECO, Boulage du minerai de fer, [En ligne], [Consulté le 31/05/2023]. Disponible sur: [Le boulage du minerai de fer est essentiel pour répondre aux besoins futurs en acier \(feeco.com\)](http://www.feeco.com)
- [48] BOUKABOUS Ali. Génie Industriel : Méthodes et outils de prévision. Alger : Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 2021, 200p.

ANNEXE

Annexe A : Processus / procédés de pelletisation

- **Introduction :**

La pelletisation est un procédé qui consiste à mélanger des particules très finement broyées de fines de minerai de fer d'une taille inférieure à 200 mailles (0,074 mm) avec des additifs tels que la bentonite, puis à les façonner en billes presque ovales/sphériques d'une taille comprise entre 8 mm et 16 mm de diamètre par un pelletiseur et à durcir les billes en les cuisant avec un combustible. Il s'agit d'un procédé d'agglomération consistant à convertir les fines de minerai de fer en « boulettes de minerai de fer de taille uniforme » qui peuvent être chargées directement dans un haut fourneau (BF) ou dans un four vertical ou un four rotatif normalement utilisé pour la production de fer réduit direct (DRI).[46]

- **Technologie des procédés :**

La production de boulettes de minerai de fer comporte quatre étapes. Ces étapes comprennent : la préparation des matières premières, la formation de billes vertes ou de pellets, l'induration des pellets, et le refroidissement, le stockage et le transport des pellets.

1. Préparation des matières premières :

Pendant le processus de pelletisation, le concentré de minerai de fer de l'usine d'enrichissement du minerai de fer est séché et chauffé à environ 120° C. Le matériau séché est introduit dans un concentrateur ou un broyeur.

Un minerai de fer concentré/broyé d'une taille typique de 80 % inférieure à 45 microns (0,045 mm) avec une teneur en humidité d'environ 9 % est nécessaire pour la production de pellets. Un liant approprié (normalement de la bentonite) est ajouté au concentré qui est soigneusement mélangé dans un mélangeur à haute intensité.[46]

2. Formation de boules vertes ou de granulés :

Les granulés verts d'une taille comprise entre 8 mm et 16 mm sont préparés dans un tambour à billes ou dans un pelletiseur à disque. Le pelletiseur à disque est préféré pour la production de granulés verts de qualité, car dans le pelletiseur à disque, il est facile de contrôler le fonctionnement avec un minimum d'espace pour les pieds. Le granulateur à disque est un bac incliné d'environ 5 mètres (m) à 7,5 m de diamètre. Il tourne à environ 6 tr/min (rotations par

minute) à 8 tr/min. L'inclinaison du disque est d'environ 45 degrés et il peut être ajusté en position hors ligne entre 45 degrés et 49 degrés.

Le mélange préhumidifié est introduit dans le disque à un rythme contrôlé. Dans le disque, le matériau est coagulé et, en raison du mouvement rotatif continu, se forme en nodules / pastilles. Les fines de minerai sont soulevées vers le haut jusqu'à ce que le frottement soit surmonté par gravité et que le matériau roule jusqu'au fond du disque. Cette action de roulement forme d'abord de petits granules appelés graines. La croissance se produit dans les révolutions ultérieures du disque par l'ajout d'aliments plus frais et par collision entre de petits granules. Au fur et à mesure que les granules grossissent, ils migrent vers la périphérie et vers le haut du lit dans les disques, jusqu'à ce qu'ils débordent du bord. La croissance des granules est contrôlée par la petite quantité d'eau pulvérisée dans le disque et l'ajustement de la vitesse de rotation du disque. Ces granules sont appelés granules verts car ils n'ont pas la résistance requise. Les granules verts sont ensuite criblés dans un crible à rouleaux et le matériau de taille requise est introduit dans la grille mobile d'une machine de granulation.

La tension superficielle de l'eau, l'action capillaire de l'eau et la force gravitationnelle dans le disque de boule sont les forces qui agissent sur les particules de minerai. Par conséquent, ils fusionnent ensemble et forment des noyaux qui grandissent en taille et en forme de boule. Ces forces responsables de l'agglomération des fines de minerai de fer sont générées dans le disque de boule en raison du mouvement de rotation dans le disque de balle. Lorsque les particules solides entrent en contact avec l'eau, la surface du minerai est mouillée et recouverte d'un film d'eau. En raison de la tension superficielle du film d'eau, des ponts liquides se forment. En raison du mouvement des particules à l'intérieur du disque à billes et de la combinaison des gouttelettes d'eau individuelles contenant des grains de minerai, les particules s'agglomèrent d'abord. L'agglomération initiale des particules provoque la formation de graines. Les ponts liquides à l'intérieur de ces graines maintiennent les particules ensemble comme si les particules étaient dans un réseau. Avec l'approvisionnement en eau, les agglomérats se condensent et deviennent plus denses. Les forces capillaires des ponts liquides sont plus actives à ce stade de formation de boules vertes. L'optimum de cette phase de formation de billes est atteint lorsque tous les orifices à l'intérieur des billes sont remplis de liquide. Lorsque les particules solides sont entièrement recouvertes d'eau, la tension superficielle des gouttelettes d'eau devient pleinement active en dominant les forces capillaires. Outre cet effet, le mouvement de roulement des grains et le

mouvement ou le déplacement des particules les unes par rapport aux autres jouent également un rôle important.[46]

3. Induration des pellets :

Pendant l'induration, le durcissement thermique des granulés verts est effectué. L'induration des granulés verts comprend trois étapes principales, à savoir le séchage des granulés verts, la cuisson des granulés à environ 1300 °C pour fritter les particules d'oxyde de fer, et le refroidissement des granulés chauds avant décharge.[46]

4. Refroidissement et manipulation des granulés

Les granulés sont refroidis et criblés après l'induration. Les granulés surdimensionnés sont broyés et envoyés avec les sous-dimensionnés aux bacs de stockage où ils sont retraités. Les granulés refroidis sont envoyés au stockage pour être transportés vers les usines en aval pour un traitement ultérieur.[46]

• Avantage des pellets :

Les boulettes de minerai de fer offrent également un certain nombre d'avantages aux producteurs d'acier, dont certains comprennent :

- Amélioration de la productivité par mètre cube de haut fourneau
- Les pellets ont une bonne réductibilité car ils ont une porosité élevée (25 % à 30 %). Normalement, les boulettes sont réduites beaucoup plus rapidement que l'aggloméré ainsi que les morceaux de minerai de fer. Une porosité élevée contribue également à une meilleure métallisation dans la production de DRI.
- Amélioration de la manutention et du transport, les pellets ont une résistance mécanique élevée et uniforme et peuvent être transportés sur de longues distances sans génération de fines. En outre, il a une résistance à la désintégration.
- Les granulés (les pellets) ont une taille uniforme généralement dans une plage de 8 mm à 16 mm.
- Meilleure performance dans le four (les granulés transfèrent mieux la chaleur que la poudre)
- Réduction des besoins en charbon à coke
- Réduction de la perte de produit.[47]

Annexe B : Benchmark international de la SNIM

La tendance du secteur tend vers l'homogénéisation et l'enrichissement du minerai, ce qui permet aux mineurs, à l'instar de la SNIM, de gagner en valeur ajoutée...

La société nationale industrielle et minière est une entreprise mauritanienne créée en 1972. L'entreprise est spécialisée dans l'exploration, l'exploitation, le traitement, l'enrichissement ainsi que la commercialisation du minerai de fer de la Mauritanie.

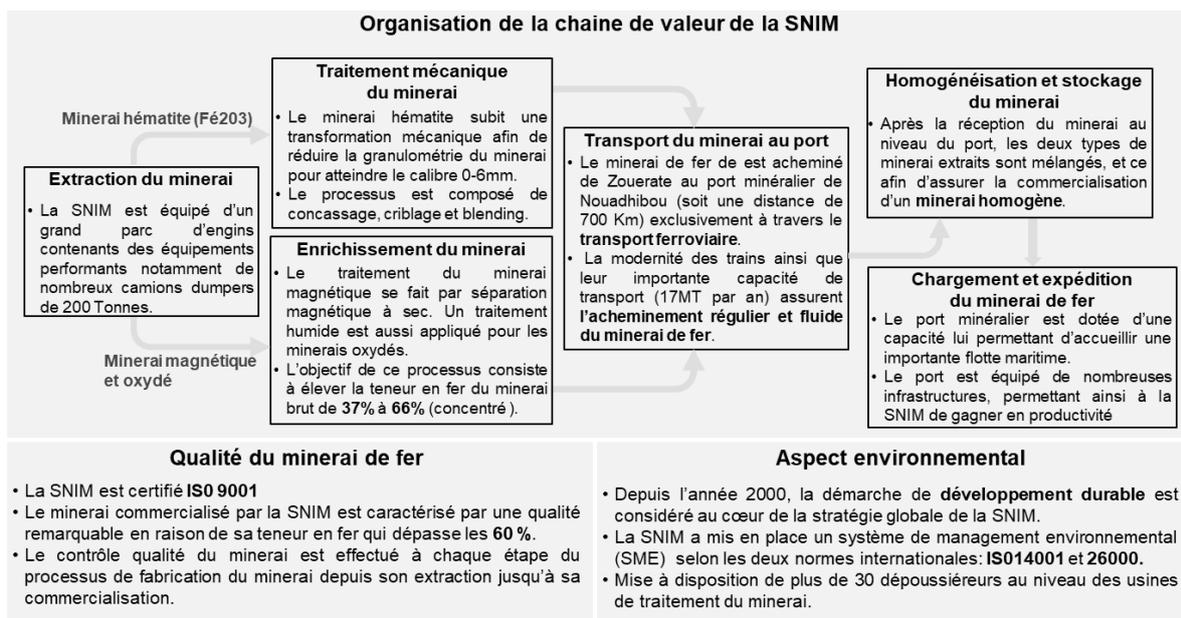
La SNIM est l'une des plus grands acteurs économiques de la Mauritanie avec 11% du produit intérieur brut et 43% des exportations du pays. [Analyse PwC]

Activité de la SNIM



- Réserves estimées : 1 500 MT
- Gisements en exploitation : TO14 (Kédia), MHaoudatt et Guelb El Rhein
- Principal gisement inexploité : El Aouj
- Types de minerai extraits : Hématite et magnétique
- Date de début d'exploitation des ressources : Avril 1963
- Mode d'exploitation : A ciel ouvert
- Volume d'extraction 2021 : 11 MT.
- Volume de production 2021 : 13 MT de minerai marchand
- Capacité annuelle de traitement du minerai : 9,5 MT
- Exportation : 60% du minerai est exporté en Chine
- Client algérien : Tosyali Algérie

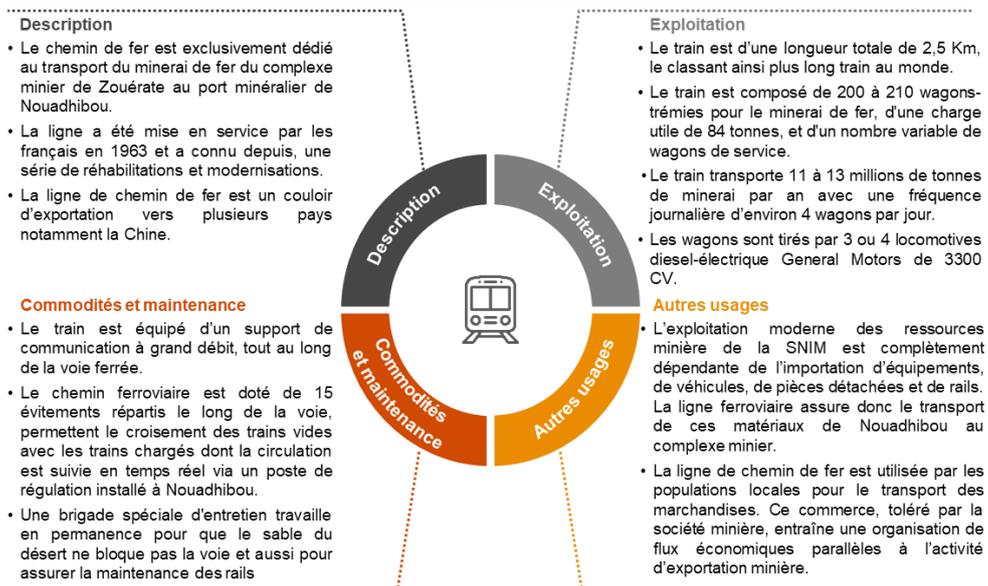
Voici la chaîne de valeur de l'entreprise :



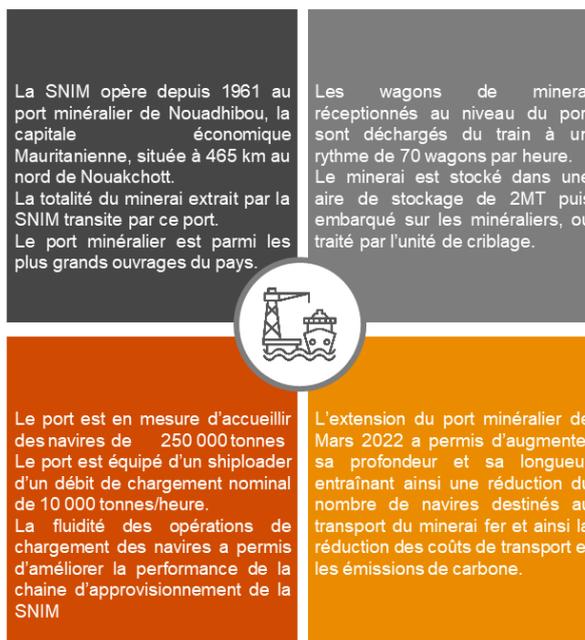
La commercialisation du minerai repose essentiellement sur des infrastructures logistiques pouvant acheminer le minerai depuis la mine vers le port. C'est pourquoi, la Mauritanie y investit continuellement pour assurer le support nécessaire aux activités de la SNIM.

Afin d'assurer l'exploitation minière, la société nationale industrielle et minière (SNIM) assure la gestion d'un système composé du processus d'extraction minière, de transport et d'exportation du minerai. La ligne ferroviaire et le port minéralier qui sont mis à la disposition de la société extractrice, sont considérés comme une artère économique de la Mauritanie. [Analyse PwC]

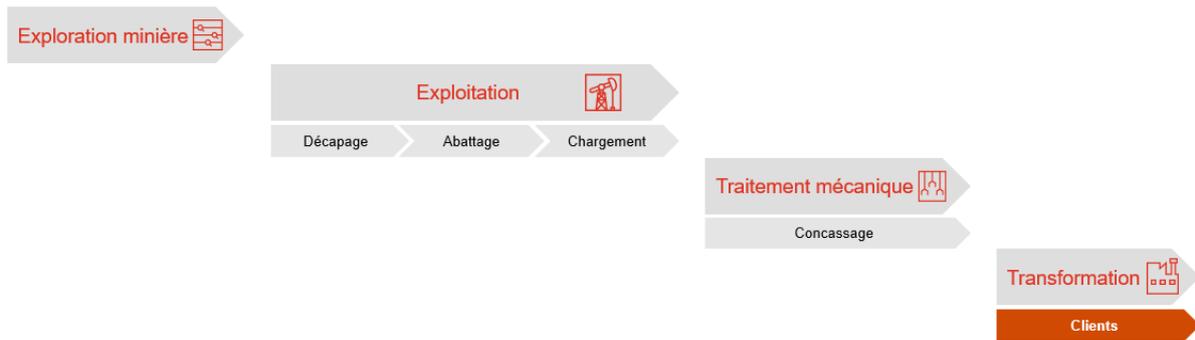
Voie ferroviaire



Infrastructures portuaires



Annexe C : Analyse chaîne de valeur



Exploration minière :

L'exploration minière est le premier maillon de la chaîne de valeur car elle couvre l'ensemble des minerais et reste une étape charnière pour l'industrie minière. Elle consiste à identifier les gisements de minerai de fer à la filiale chargée de la recherche du potentiel minier (ORGM) géologique, géophysique et topographique.

Exploitation / Extraction :

Au niveau de la mine utilise deux modes d'exploitation qui sont :

A. Ciel-ouvert :

L'ouverture est faite au moyen de tranchées communes multiples, la hauteur du gradin est de 8 à 15 m dans les parties amont, 12m dans les parties aval. L'exploitation passe par les phases suivantes :

Le forage est effectué en utilisant des sondes, des chariots et des marteaux perforateurs, avec des diamètres de trous respectifs de 160mm, 80mm et 26mm.

L'abattage s'effectue à l'explosif par tir électrique ; le chargement est fait au moyen de pelles mécaniques et de chargeuses sur pneus de capacité respectives de : 3,22 m³; 5,55 m³ et 6,3 m³

Le chargement de la masse rocheuse est opéré à l'aide de pelles mécaniques et de chargeuses sur pneus de capacité respective de : 3.22, 5.55 et 6.3m³.

Le transport est effectué à l'aide de camions de carrière qui transportent le minerai sur une distance d'un kilomètre jusqu'au terril extérieur situé hors du périmètre d'exploitation, ainsi que vers le concasseur.

B. Souterrain :

Plusieurs méthodes d'exploitation souterraine ont été expérimentées sur la partie du corps minier situé sur l'axe nord (saturé) telles que : chambre magasin, sous niveaux foudroyés et sous niveaux abattus. Il a été retenu la méthode d'exploitation par sous niveaux abattus qui se résume comme suit :

- Creusement des ouvrages préparatoires et de découpage ;
- formation de la coupure verticale ;
- Abattage de la chambre ;
- Récupération des piliers et des couronnes.

La hauteur des sous-niveaux est de 30 m pour la première phase, de 15m pour la deuxième phase et de 20 m pour la troisième et la quatrième phase. L'exploitation souterraine passe par les phases suivantes :

Le forage : est réalisée par trous profonds en éventail et s'effectue par des chariots de foration.

L'abattage : on emploie des explosifs lors de l'abattage des roches minières (généralement on utilise la MARMANITE comme charge d'amorçage et l'ANFOMIL comme charge principale utilisée les détonateurs électriques pour provoquer la détonation et des cordons détonnant simples). Il est exigé au préalable l'établissement d'un plan de tir composé de paramètres bien déterminés (dans notre cas ils ont utilisé le plan de tir en éventail) pour effectuer l'opération technologique relative à l'abattage et contrôler la qualité de ce dernier.

Le chargement et le transport : la masse abattue à l'intérieur du souterrain s'effectue à l'aide de pelles chargeuses des fronts d'abattage aux recettes de stockage. Le transport du minerai du fond vers le jour à partir du niveau de base de roulage est assuré par des camions navettes de 20 Tonnes de capacité. et à ce point-là on trouve une autre chargeuse à roues CATERPILLAR qui fait chargée pour deux camions pour le transportée jusqu'à le concasseur.

Concassage :

Dans la mine d'après l'abattage de minerai par deux méthodes à ciel ouvert et souterraine, le minerai est parti au concasseur giratoire pour réduire les dimensions des minerais,

Traitement :

Dans la mine d'après l'abattage de minerai par deux méthodes à ciel ouvert et souterraine, le minerai est parti au traitement mécanique qui s'effectué avec un concasseur giratoire d'une capacité de 300 T/h et de granulométrie variable de 250 à 300 mm pour réduire les dimensions des minerai, Le minerai qui a été broyé est acheminé par une bande transporteuse sur une distance de 1 km jusqu'aux trémies de chargement situées à la gare, où il sera ensuite évacué dans des wagons de 60 T de charge utile en destination du complexe sidérurgique.

Transformation :

C'est une nouvelle chaîne de valeur réalisée par les clients de notre entreprise cliente.

Annexe D : Analyse opérationnelle

Mine A :

- Matière :

- **Qualité** : Le minerai est auto-fondant et est saturé de calcaire. Moyenne
- **Teneur en fer (% Fe)** : 49%
- **Stérile** : 2,4T de stérile pour tonne de minerai extraite
- **Forme** : (criblage, diamètre...)
- **Malus** sur la qualité en teneur et indice de basicité (IP)
- **Commercialisation vers les clients** : 75% à partir de la mine de la mine A

- Matériel :

- **Équipements de manutention pour le transfert des flux physiques** : Bande transporteuse, camions, trémie de chargement.
- **Logistique externe (expédition)** : Train et camions
- **Concassage primaire** : Réduction du diamètre de 1m à 40 cm jusqu'à 25cm et mise sur le tapis mécanique. Le concasseur 603 s'occupe de la partie basse et le 803 de la haute partie.
- **2 Concasseurs giratoires** 603 et 803 (belge) : très anciens et ont une capacité totale de concassage de 600 Tonnes/h
- **2 Trémies de chargement** : avec une capacité de 70 K T et 90 KT (160 KT au total)
- **Alimentation électrique** : transformateur de 90KV

- Méthodes :

- **Mode d'extraction** : ciel ouvert
- **Méthodes utilisées** : abattage à l'explosif
- **Certifié** : Norme Jork
- **Processus de production** : La foration, L'abattage, Chargement et transport par camions, Concassage du minerai et enfin expédition
- **Mode d'expédition** : Train à 60 % et camions à 40 %

- **Cadence du transport** : 1,3 à 2 ram (normalement il devrait y avoir 3 navettes) et 46 camions par jour
- **Volumes d'expédition** : 1400 Tonnes (24/25 Wagons) par navette et les camions sont remplis à moitié (maximum à 75%)

- **Main d'œuvre :**

- **L'effectif de la mine** : 76% de l'effectif de la mine sont des employés des départements techniques (Production et maintenance)
- **L'effectif de production** de la mine est de 216 employés en 2021
- **Un employé de la mine** produit un peu plus de 8500 tonnes de minerai concassé par an.
- **Productivité par personne** : 2840 T en 2021

- **Milieu**

- **Superficie** : 8180 Ha
- **Impact environnemental** : 1 camion arroseur qui fait 3 navettes par jour.

Mine B:

- **Matière :**

- **Qualité** : hydrothermale. SiO₂ + CaO
- **Teneur en fer (% Fe)** : 55 %
- **Stérile** : 7T de stérile pour 1 tonne de minerai extraite
- **Forme** : lenticulaire
- **Taux de découverte** : 46% ciel ouvert et 6% souterrain
- **Malus** sur la qualité en teneur et indice de basicité (IP)
- **Commercialisation vers les clients** : 25% à partir de la mine de B

- **Matériel :**

- **Équipements de manutention pour le transfert des flux physiques** : 6 camions dumpers d'une capacité de 20T chacun, Bande transporteuse.
- **Concasseur mobile**
- **Trémie de chargement** : des wagons d'une capacité de 100000 Tonnes

- **Méthodes :**

- **Mode d'extraction :** ciel ouvert et souterrain (30% des réserves à ciel ouvert et 70% des réserves en souterrain)
- **Certifié :** Norme Jork
- **Mode d'expédition :** Train à xx % et camions à xx %
- **Cadence du transport :** 1 à 2 ram et xx camions par jour
- **Transport du minerai :** vers les clients est exclusivement gérée par la SNTF et les clients eux même.

- **Main d'œuvre :**

- **L'effectif de la mine :** 76% de l'effectif de la mine sont des employés des départements techniques (Production et maintenance)
- **L'effectif de production** de la mine est de 128 employés en 2021
- **Un employé de la mine** produit un peu plus de 16000 tonnes de minerai concassé par an.

- **Milieu**

- **Superficie :** 310 Ha
- **Impact environnemental :** Camion arroseur.
- **Accident de travail :** 3 décès au niveau du 3ème étage

Annexe E : Initiatives pour les objectifs

Etape 01 : Identifier les constats

Etape 02 : Proposer des recommandations

Etape 03 : Proposer des initiatives

Le tableau suivant résume les 3 premier étapes :



Etape 04 : Choisir les objectifs pertinents en utilisant la matrice de décision

Variable :

Poids	Variables
1	Peu important
2	Plutôt peu important
3	Moyennement important
4	Assez importat
5	Très important

Evaluation	Niveau
1	Très bas
2	Bas
3	Moyen
4	Elevé
5	Très élevé

Matrice de décision :

	Min	Max	Min	MIN	MAX	MAX	MAX
	Risque	Fiabilité	Coûts	Temps	Client	Technologie (Chain de valeur)	Compétence
	3	5	4	3	4	5	2
Homogénéisation	5	4	3	3	5	4	3
Enrichissement	5	5	1	3	5	4	2
Pelletisation	5	5	1	3	5	4	2
Criblage	3	4	3	4	3	3	5
Contrôle qualité	4	5	3	3	5	1	1
Equipements	2	2	1	3	3	1	3
Partenariats	1	1	5	1	3	1	1
Etudes géologique	1	4	5	5	1	1	5
Pipeline	4	5	4	3	5	1	5
wagons	4	4	1	3	3	1	3
voie ferroviaire	4	4	1	3	5	1	5
Transport routier	1	1	1	3	1	1	3

Résultat :

	Risque	Fiabilité	Coûts	Temps	Client	Technologie	Compétence	Total
	3	5	4	3	4	5	2	
Homogénéisation	15	12	9	9	15	12	9	81
Enrichissement	15	15	3	9	15	12	6	75
Pelletisation	15	15	3	9	15	12	6	75
Criblage	9	12	9	12	9	9	15	75
Contrôle qualité	12	15	9	9	15	3	3	66
Equipements	6	6	3	9	9	3	9	45
Partenariats	3	3	15	3	9	3	3	39
Etudes géologique	3	12	15	15	3	3	15	66
Pipeline	12	15	12	9	15	3	15	81
wagons	12	12	3	9	9	3	9	57
voie ferroviaire	12	12	3	9	15	3	15	69
Transport routier	3	3	3	9	3	3	9	33

Annexe F : Les Méthodes prévisionnelle auto-projectives ou modèles de séries temporelles

Les méthodes auto-projectives sont fondées presque exclusivement sur des données historiques. Son concept de base consiste à filtrer la série y avec des outils mathématiques et statistiques pour trouver les valeurs futures y_{t+h} . Il s'agit, en effet, de prévoir la valeur de l'endogène (y) à partir de sa série chronologique uniquement d'où la qualification « auto-projection ».

C'est une méthode purement technique et ne repose sur aucune théorie économique. Elle utilise des séries historiques afin de prévoir des données futures en se basant sur l'idée que le comportement passé et les modèles proposés peuvent être utilisés pour prédire le comportement et les modèles futurs.

Chaque chronique ou série temporelle a ses composantes comme suit : $Y_t = S(t) + M(t) + U(t)$
Où S : fonction de saisonnalité M : fonction de tendance U : fonction aléatoire [49]

Les étapes principales des méthodes auto-projectives sont résumées dans la figure suivante :

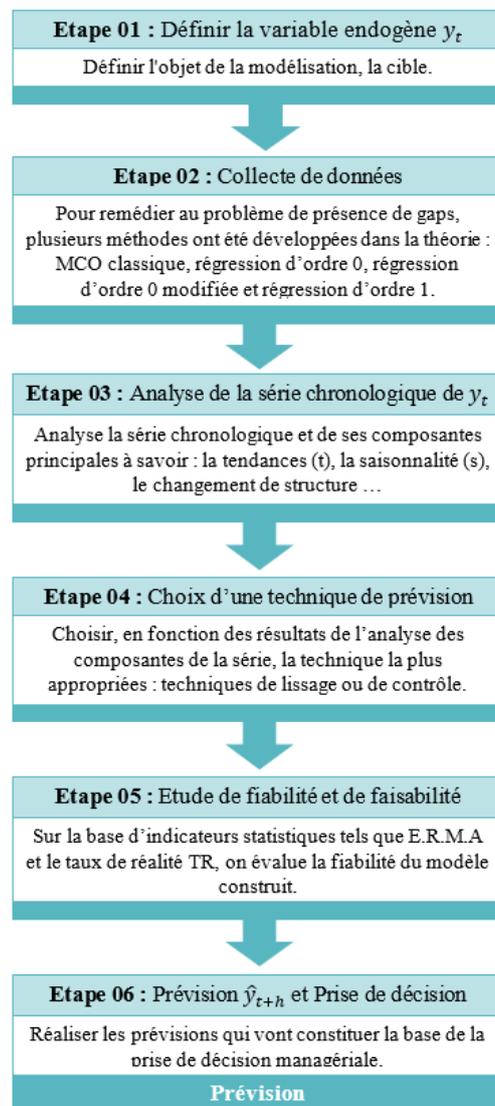


Figure : Etapes des méthodes auto-projectives

Dans mon étude j'ai utilisé une méthode des techniques de lissage, aussi appelées filtres linéaires, sont les plus communément utilisées pour des prévisions à court terme. Leur but est de faire la distinction entre les fluctuations aléatoires et la loi de base des données en « filtrant » les valeurs historiques pour éliminer ces variations. Avant d'introduire les filtres les plus utilisés pour le traitement d'un historique de données, nous allons tout d'abord introduire la notion de filtre linéaire. [49]

Un filtre linéaire f_t est la combinaison linéaire de « s » anciennes données de la série chronologique initiale. Les deux grandes familles de filtres utilisées pour le traitement des séries chronologiques sont : les moyennes mobiles et les lissages exponentiels.

- **Moyenne Mobile (MM)** : Elle consiste à faire la moyenne arithmétique des s dernières données. Cette méthode est utilisée lorsque la demande est quasi constante avec une faible variance (ni saisonnalité, ni changement de structure). Elle peut également être utilisée pour réduire les perturbations dans la série chronologique. (Hubert, 2013)
- **Lissage Exponentiel** : Le lissage permet une pondération particulière des données passées. Il est adéquat pour des séries sans saisonnalité ni tendance apparentes (séries stationnaires). Par lissage des observations historiques, nous parvenons à éliminer leur contenu aléatoire et estimer une valeur de prévision. La méthode accorde le plus grand poids à l'observation la plus récente et des poids décroissants aux valeurs les plus anciennes. (Hubert, 2013)
- **Lissage exponentiel simple (LES)** : Ce type de modèle est généralement utilisé dans le cas où la série ne présente aucun caractère ni de saisonnalité ni de tendance. Cette méthode permet de donner un poids dégressif aux données passées en fonction de leur antériorité, suivant le paramètre $\alpha \in [0,1]$.
- **Lissage exponentiel double (LED)** : ou modèle de Holt, cette technique consiste à effectuer un lissage de la série déjà lissée en utilisant le même principe que celui du LES. L'avantage de cette méthode est qu'elle peut prendre en compte le caractère tendanciel de la série chronologique mais en faisant abstraction du caractère saisonnier de celle-ci. Ce type de lissage est aussi connu sous le nom de lissage de Brown.
- **Lissage exponentiel triple (Holt-Winters)** : Les techniques de Holt-Winters sont des améliorations des techniques de moyennes mobiles et du lissage exponentiel. Elles traitent toujours des chroniques homogènes par rapport à la tendance et la saisonnalité. Il s'agit d'un lissage exponentiel double de Holt à deux paramètres pour la partie non saisonnière et d'un lissage exponentiel saisonnier à un paramètre de Winters. Elle comporte donc, trois paramètres à estimer : α paramètre de tendance, γ paramètre de variation et δ paramètre de saisonnalité tel que $\alpha, \gamma, \delta \in [0,1]$.

Il en existe deux versions : une version multiplicative et une version additive.[49]

Annexe G : Modèle mathématique

Nc	Nr		P
23620,53226	708,616		1464473
33648,82258	1009,46		2086227
37033,82258	1111,01		2296097
40418,82258	1212,56		2505967
43803,82258	1314,11		2715837
47188,82258	1415,66		2925707
	Ctc	Ctr	Ctt
	2,7E+08	265730988	5,3E+08
	3,8E+08	378549254	7,6E+08
250	4,2E+08	416630504	8,3E+08
45	4,5E+08	454711754	9,1E+08
1500	4,9E+08	492793004	9,9E+08
20	5,3E+08	530874254	1,1E+09
1400			
5078579516			
1464473			
2086227			
2296097			
2505967			112
2715837			3
2925707			

Solver Parameters

Set Objective:

To: Max Min Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

SBS20:SBS25 >= SE52:SE57
 SD59:SD514 = SC59:SC514

Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Solving Method
 Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

Annexe H : Tableau des flux de trésorerie

Tableau des flux de trésorerie en DZD							
Année	2024 P	2025 P	2026 P	2027 P	2028 P	2029 P	2030 P
Excédent brut d'exploitation EBE	2 869 050 405	1 413 704 275	2 262 874 007	2 626 179 857	3 020 212 891	3 447 138 176	3 909 259 540
Variation BFR	-3 329 255 486	-4 395 105 171	-3 539 369 168	-1 094 805 666	-1 122 430 793	-1 154 531 647	-1 190 857 358
Impot sur les bénéfices des sociétés IBS							
Trésorerie d'exploitation	-460 205 080	-2 981 400 896	-1 276 495 161	1 531 374 191	1 897 782 097	2 292 606 529	2 718 402 182
Investissements	-220 267 500	0	0	0	0	0	0
Investissements intermédiaires		-154 187 25	-154 187 25	-154 187 25	-154 187 25	-154 187 25	-154 187 25
Trésorerie d'investissement	-220 267 500	-15 418 725	-15 418 725	-15 418 725	-15 418 725	-15 418 725	-15 418 725
Nouveaux emprunts	220 267 500	0	0	0	0	0	0
Remboursement d'emprunts		0	-24 685 908	-26 660 780	-28 793 643	-31 097 134	-33 584 905
Remboursement d'intérêt		-17 621 400	-17 621 400	-15 646 527	-13 513 665	-11 210 174	-8 722 403
Trésorerie de financement	-634 129 229	-17 621 400	-42 307 308	-42 307 308	-42 307 308	-42 307 308	-42 307 308
Trésorerie nette	-1 768 041 881	-3 014 441 021	-1 334 221 194	1 473 648 159	1 840 056 065	2 234 880 496	2 660 676 149
Trésorerie cumulée	-19 697 596	-3 034 138 618	-4 368 359 811	-2 894 711 653	-1 054 655 588	1 180 224 908	3 840 901 057

Annexe I: Plan d'action de l'étude

Objectifs	Actions	Tâches	Responsable (s)	Durée
Mise en place des 3 processus	Effectuer des études sur la mise en place de l'unité d'enrichissement et pelletisation	Réaliser une étude de faisabilité technique et économique pour évaluer les avantages et les risques liés à l'implantation de l'unité.	Equipe de projet technique	3 mois
		Effectuer des analyses approfondies sur les processus d'enrichissement par flottation et de pelletisation pour identifier les paramètres clés à Collaborer avec des experts externes pour obtenir des recommandations basées sur les meilleures pratiques de l'industrie.		
	Lancer le plan de développement et recevoir le crédit d'investissement	Préparer un plan détaillé incluant les coûts, les délais et les ressources nécessaires pour l'ensemble du projet.	Chef de projet	1 mois
		Présenter le plan aux responsables et obtenir leur accords.	Chef de projet et équipe de direction	2 semaines
		Collaborer avec le service financier pour préparer les documents et les demandes de financement auprès de la banque.	Equipe financière et chef de projet	1 mois
	Réaliser le cahier des charges et choisir les fournisseurs	Définir les spécifications techniques et les exigences de qualité pour les équipements nécessaires à l'unité d'enrichissement et pelletisation.	Chef de projet et l'équipe technique	2 semaines
		Identifier les fournisseurs potentiels, évaluer leurs capacités et performances, et sélectionner les meilleurs partenaires.	Équipe achat et supply chain	1 mois
		Négocier les contrats avec les fournisseurs retenus en tenant compte des aspects financiers, des délais de livraison et de la qualité des équipements.	Équipe achat et juridique	2 semaines
	Importation du matériel et l'installation de l'usine	Gérer le processus d'importation du matériel en respectant les réglementations douanières et les normes de sécurité.	Responsable logistique	1 mois
		Coordonner les activités d'installation de l'usine en collaboration avec les équipes techniques et les fournisseurs.	Chef de projet et équipe technique	3 mois
		Effectuer des tests et des vérifications pour s'assurer que tous les équipements fonctionnent correctement avant de passer à la phase de production.	Equipe technique	1 mois
	Mettre en place un système de contrôle qualité	Élaborer des procédures de contrôle qualité pour chaque étape du processus d'enrichissement et de pelletisation pour garantir un teneur min de 62%	Responsable qualité	1 mois
		Former le personnel sur les normes de qualité, les techniques d'analyse et les méthodes de contrôle.	Responsable formation et qualité	2 semaines
		Effectuer des audits réguliers pour s'assurer de la conformité aux spécifications et de la qualité constante des produits.	Responsable qualité	/
	Lancer le recrutement et organiser des sessions de formation pour les employés	Définir les profils de compétences nécessaires et diffuser les offres d'emploi pour recruter du personnel qualifié.	Responsable ressources humaines	2 semaines
		Planifier des sessions de formation initiale et continue pour développer les compétences techniques et opérationnelles des employés.	Responsable ressources humaines	1 mois
		Mettre en place des programmes de motivation et de reconnaissance pour favoriser l'engagement et la rétention du personnel.	Responsable RH et formation	2 mois
	Lancer la production des minerais enrichis et des boulettes	Effectuer des tests de production pilote pour valider les paramètres de fonctionnement et ajuster les processus si nécessaire.	Chef de production et équipe technique	1 mois
		Assurer une planification rigoureuse de la production pour répondre à la demande des clients et optimiser l'utilisation des ressources.	Chef de production et équipe technique	/
		Surveiller les indicateurs de performance clés tels que le rendement, la qualité des produits et les coûts de production pour prendre des mesures correctives si nécessaire.	Responsable logistique	/
	Assurer la maintenance des équipements	Établir un plan de maintenance préventive régulière pour minimiser les temps d'arrêt non planifiés.	Responsable maintenance et équipe technique	1 mois
		Former le personnel de maintenance sur les procédures de maintenance et de dépannage des équipements.	Responsable maintenance	2 semaines
		Établir des partenariats avec des fournisseurs de services de maintenance externes pour les interventions.	Responsable maintenance et achat	/

Annexe J : Plan d'action et recommandation

Axe stratégiques	Objectifs	Initiatives	Actions	Responsable (s)	Durée
Améliorer la qualité du minerai et le volume de production.	L'obtention d'une teneur en fer minimale de 62%	Implémentation de processus d'homogénéisation du minerai entre les deux mines.	Analyser les caractéristiques du minerai provenant des deux mines.	Responsable R&D	2 semaines
			Mettre en place un stock commun entre les deux mines pour assurer l'homogénéisation des minerai.	Responsable de la production et équipe technique	1 mois
			Effectuer des tests pour vérifier l'homogénéité du minerai.	Responsable qualité	/
		Implémentation de processus d'enrichissement et pelletisation.	Lancer les procédure de la mise en place des deux processus d'enrichissement et pelletisation.	Chef de projet et équipe de direction	6 mois
			Mise en place un système de contrôle qualité	Responsable qualité	1 mois
			Lancer les recrutements et organiser des sessions de formation pour les nouveaux employés	Responsable ressources humaines	2 mois
	Lancer le l'activité d'enrichissement et pelletisation.		Chef de production et équipe technique	1 mois	
	Former le personnel sur les normes de qualité, les techniques d'analyse et les méthodes de contrôle.		Responsable formation	1 mois	
	Effectuer des audits réguliers pour s'assurer de la conformité aux spécifications et de la qualité constante des produits.	Responsable qualité	/		
	Augmentation des capacités de production.	Augmentation des capacités de production.	Mettre en place des programmes de formation et de développement pour renforcer les compétences techniques et opérationnelles du personnel.	Responsable RH et formation	2 semaines
			Mettre en place un système de planification de la production basé sur la demande du marché et les capacités de production.	Responsable production et commercial	1 mois
			Assurer la maintenance des équipements et établir un plan de maintenance préventive régulière pour minimiser les temps d'arrêt non planifiés.	Responsable maintenance et équipe technique	1 mois
		Satisfaction des besoins des clients.	Mise en place un plan de développement R&D.	Responsable R&D	2 semaines
			Fiabiliser les quantités demandées et mettre en place un système de suivi de la demande pour anticiper les fluctuations et ajuster la production en conséquence.	Responsable de la production	/
			Garantir la livraison dans les délais et Coordonner les activités de transport et de distribution pour assurer une planification efficace.	Responsable de la logistique	/
	Augmentation de la capacité de production pour satisfaire le besoin des clients.	Diversification des clients.	Assurer la qualité des services périphériques (qualité totale)	Responsable control qualité	/
			Étudier le processus d'exportation et Analyser les réglementations et les exigences liées à l'exportation de produits miniers vers des marchés spécifiques.	Responsable du commerce international.	2 mois
			Chercher des clients potentiels et développer des stratégies de prospection ciblées et des outils de communication attractifs.	Responsable commercial.	/
Diversification des clients.		Premières opérations d'exportation et coordonner les opérations logistiques pour garantir une expédition fluide et dans les délais vers les nouveaux clients.	Responsable du commerce international et équipe logistique.	/	
		Suivre les formalités douanières et les exigences documentaires spécifiques à chaque pays d'exportation.	Responsable du commerce international et équipe logistique.	/	
Améliorer la logistique externe	Amélioration de la capacité de transport	Augmentation des capacité logistique à court terme temporaire	Prévoir plus de wagons et négocier la maintenance de la voie ferroviaire	Responsable logistique et achats	2 mois
			Prévoir plus de camion et négocier des contrats de transport avantageux et fiables avec les transporteurs spécialisés.	Responsable logistique et achats	2 semaines
			Mettre en place un système de suivi et de coordination des opérations de transport avec les partenaires.	Responsable logistique et achats	1 mois
		Opter pour le transport par pipeline à long terme	Étudier la faisabilité de la mise en place d'un système de transport par pipeline	Equipe de projet technique	3 mois
			Négocier et conclure des accords avec les partenaires logistiques	Responsable logistique et des affaires juridiques	2 mois
	Amélioration de la capacité de transport	Opter pour le transport par pipeline à long terme	Mettre en œuvre le système de transport par pipeline, incluant le tracé, les équipements nécessaires et les coûts associés	Responsable logistique et équipe technique	6 mois
			Effectuer des tests et des vérifications pour assurer le bon fonctionnement du système	Responsable logistique et équipe technique	1 mois
			Lancer progressivement l'utilisation du transport par pipeline pour le minerai de fer	Responsable logistique et équipe technique	/
			Mettre en place un suivi régulier du transport par pipeline	Responsable logistique et équipe technique	1 mois