الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة العربي التبسي – تبسة
Université Larbi Tebessi – Tébessa
معـــــــــهد المـــــناجم
Institut des mines
قسم الإلكتروميكانيك
Département d'électromécanique

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master académique

Filière : Génie minier

Option : électromécanique minière

Optimisation des opérations de broyage et de transport dans la mine de fer d'Ouenza NE de l'Algérie a fin de contrôler la qualité de minerai de fer

Présenté et soutenu par :

Guedadchia Anouar et Redjimi Haroun

Devant le jury :

Président :	**Mounia Taleb**	**MCB**	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Encadreur :	**Khaled Rais**	**MCB**	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Examinateurs:	**Messoud louafi**	**PROF**	Université Larbi Tebessi - Tébessa

Promotion : 2020-2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l 'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ LARBI TEBESSI - TÉBESSA

INSTITUT des Mines

جامعة العربي التبسي-تبسة

معهد المناجم

تبسة في: 2020/06/27

رقم: ..... /م.م/2020

رفـــع التحفظـــات

سم و لقب الأستاذ المنـــاقش : P. Rahal Mohamed

عنـــوان المذكرة : optimisation des opérations de broyage et de transport dans la mine de fer d'Ouenza NE de l'Algérie afin de contrôler la qualité de minerai de fer

الطلبة :

1- ..... جمعي هارون .....

2- ..... عبد الباسط أبو .....

التخصص : هندسة مكانيك معدن، القسم: هندسة ميكانيك

☒ موافق على وضع المذكرة في المكتبة بعد إجراء التصحيح المطلوب

☐ موافق على وضع المذكرة في المكتبة و هي معفية من التصحيح

إمضاء الأستاذ المناقش

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Tebessi – Tébessa
Institut des Mines
Département Electromécanique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة العربي التبسي – تبسة
معهد المناجم
قسم الالكتروميكانيك

Année universitaire : 2020-2021

Tébessa le : 16/06/2021.

Lettre de soutenabilité

Noms et prénoms des étudiants :

1- Guedadchia Anouar.
2- Reabzimi Houssem
3-

Niveau : 2ème année Master Option : Electromécanique minière.

Thème : optimisation des opérations de Broyage et de Transport dans la mine de fer d'ouenza NE de l'Algérie afin de contrôler la qualité de minerai de fer.

Nom et prénom de l'encadreur :

Chapitres réalisés	Signature de l'encadreur
Généralité Sur la production du minerai de fer	
Présentation de la Mine de l'ouenza.	
La Méthode d'exploitation de la Mine de l'ouenza	
analyse et critique de l'état actuelle de l'exploitation dans la mine de fer de ouenza.	
caractéristique de la Technologie Rail-route. de Transport dans les Mines.	
optimisation des opération de Broyage.	

et de Transport dans la mine de déouenza N.E de l'algerie afin de contrôler la qualité de de minerai de fer

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي : جامعة العربي التبسي – تبسة

تصريح شرفي
خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أدناه،

السيد (ة)..... قداد شيخة أنور..... الصفة : طالب، أستاذ باحث، باحث دائم : ..... طالب .....

الحامل لبطاقة التعريف الوطنية رقم : ..... 100577669 ..... و الصادرة بتاريخ ..... 2016/04/15 .....

المسجل بمعهد ..... المناجم ..... قسم ..... الميكانيك ميكانيك ..... ميكانيك

و المكلف بانجاز أعمال بحث (مذكرة التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، أطروحة دكتوراه)، عنوانها :

optimisation des opérations de broyage et de transport dans la mine de fer d'ouenza N.E de l'Algérie a fin de contrôler la qualité de minerai de fer.

أصرح بشرفي أني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية و المنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و النزاهة الأكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ: 2021/06/15

إمضاء المعني (ة)

الجزائر 14 جوان 2021

إمضاء : مخابر تبسة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي : جامعة العربي التبسي – تبسة

تصريح شرفي
خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أدناه،

السيد (ة)...رجيمي هارون.....الصفة : طالب، أستاذ باحث، باحث دائم : ...طالب.....

الحامل لبطاقة التعريف الوطنية رقم : ...100306406... و الصادرة بتاريخ ...2016-03-31.....

المسجل بمعهد .....المناجم..... قسم.....الكسرة ميكانيك منجمي.....

و المكلف بانجاز أعمال بحث (مذكرة التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، أطروحة دكتوراه)، عنوانها :

optimisation des opérations de broyage et de transport dans la mine de fer d'Ouenza N.E. de l'Algerie a fin de contrôler la qualité de minerai de fer

اصرح بشرفي أني التزم بمراعاة المعايير العلمية و المنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و النزاهة الأكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ:...2021.06.15...

إمضاء المعني (ة)

شوهد للمصادقة على التوقيع
السيد(ة): رجيمي هارون
100306406
2016.03.31
طالب دكتوراه
15 جوان 2021

Remerciement

Nous voudrions remercier, tout d'abord, ***Allah*** *Tout-Puissant pour nous avoir donné la force necessaries terminer Ce travail.*

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à Ce travail ET nous ont aidés pendant cette période.

Sincères remerciements pour l'encadreur de notre mémoire Dr. Khaled rais ET les efforts du parti, malgré Sa maladie et demander à Dieu de le guérir

Nous le remercions de nous avoir proposé ce sujet, de nous avoir guidés et d'avoir consacré tant de temps précieux à ce travail.

Nous tenons à exprimer ma gratitude aux membres du jury, le Dr Taleb Mounia ET le professeur louafi Messoud, qui nous ont donné l'honneur ET le plaisir d'accepter d'examiner Notre memorandum.

Nous remercions également tous les amis et la famille, merci à tous pour votre soutien.

Dédicace I

Je dédie ce travail, en premier lieu, aux êtres les plus chers au monde : mon père Farouk et ma mère Leila

Peu importe ce que je fais, je ne pourrai pas faire une partie de ce qu'ils m'ont fait; si vous venez à cet endroit et que vous avez ce succès, c'est grâce à vous.

Que Dieu les bénisse, leur accorde longue vie et les protège.

A mes sœurs, Nahla et Asma

A mes frères lamine et Oussama et Baha et zaza

A mon binôme Haroun redjimi

A Mon meilleur ami à l'université iheb et ziad

A toute ma famille et toutes mes amies

A ma princesse lamoura

Pour chaque personne qui a contribué à notre arrivée financièrement et moralement a ce modeste travail

Guedadchia Anouar

Dédicace II

Je dédie ce modeste travail à: Ma cher maman

(Romana)

Qui ont été à coté de moi pendant toutes les

Étapes de mes études

A ma grande mère (Fatima)

Et tous mes oncles

Et

Mes cousins

Aussi à mes sœurs et tous mes voisins

A' toute ma famille et mes amis surtout

Ziad, iheb, Anouar, et les autres

Et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à

La réalisation de ce mémoire

Redjimi Haroun

Résumé

L'économie algérienne a souffert de nombreuses crises, en particulier sa dépendance aux carburants comme principale source de production nationale, et en raison de la grève des prix mondiaux et de son faible stock de réserves, elle a dû sérieusement envisager de valoriser toutes ses ressources en fer, phosphate et autres matières premières afin de faire progresser l'économie algérienne.

La mine de fer d'Ouenza est l'un des plus importants de ces défis car elle contient une quantité importante des réserves aves des teneurs variable (pauvre avec un teneur de 34% et des réserves de 20% et moyen avec un teneur de 44% et des réserves estimé de 38% et riche avec un teneur de 55% et des réserves de 42 %),ce qui nécessite d'étudier tous les moyens disponibles pour essayer en trouvant des systèmes qui permettent un processus de mixage propice à l'obtention d'un produit homogène avec une concentration constante Et acceptable à l'usine d'El-Hadjar 48.5%.

Dans ce travail, nous avons proposé que le processus de fragmentation et de concassage précède le processus de mélange ou bien le mixage entre les trois secteurs de minerai de fer riche, pauvre et moyen utilisant des concasseurs mobiles à chaque front de travail et c'est le contraire de ce qui est utilisé dans la mine où le mixage est fait avant le concassage, et Nous avons également proposé de changer les moyens de transport et de s'appuyer sur la technologie moderne rail-veyor , est une technologie nouvellement innovante avec une faisabilité économique élevée et très sûre et en raison de ses caractéristiques pourrait devenir l'avenir du transport et du mixage dans le monde minier en général.

Abstract

The Algerian economy has suffered from many crises, in particular its dependence on fuel as the main source of national production, and due to the strike of world prices and its low stock of reserves, it had to seriously consider valuing all its resources in iron, phosphate and other raw materials in order to advance the Algerian economy.

The Ouenza iron mine is one of the most important of these challenges because it contains a significant amount of reserves with variable contents (poor with a content of 34% and reserves of 20% and medium with a content of 44% and estimated reserves of 38% and rich with a content of 55% and reserves of 42 %),which requires to study all available means to try by finding systems that allow a mixing process conducive to obtaining a homogeneous product with a constant And acceptable concentration at the El-Hadjar plant 48.5%.

In this work, we proposed that the fragmentation and crushing process precedes the mixing process or else the mixing between the three sectors of rich, poor and medium iron ore using mobile crushers at each working front and this is the opposite of what is used in the mine where the mixing is done before the crushing , and We also proposed to change the means of transportation and rely on modern technology rail-veyor, is a newly innovative technology with high economic feasibility and very safe and because of its characteristics could become the future of transportation and mixing in the mining world in general.

ملخص

لقد عانى الاقتصاد الجزائري من أزمات عديدة ، لا سيما اعتماده على المحروقات كمصدر رئيسي للإنتاج الوطني ، وبسبب اضطراب الأسعار العالمية وانخفاض مخزونه من الاحتياطيات ، كان عليه أن ينظر بجدية في تقييم جميع موارده من الحديد والفوسفات والمواد الخام الأخرى من أجل النهوض بالاقتصاد الجزائري.

يعد منجم الونزة للحديد من أهم هذه التحديات لأنه يحتوي على كمية كبيرة من الاحتياطيات ذات المحتويات المتغيرة الفقيرة ذات تركيز 34 ٪ مع نسبة احتياط تقدر ب 20٪ والمتوسطة ذات تركيز 44 ٪ مع نسبة احتياط تقدر ب 38٪ والغنية ذات تركيز 55 ٪ مع نسبة احتياط تقدر ب 42٪ ، الأمر الذي يتطلب دراسة جميع الوسائل المتاحة لمحاولة المواءمة من خلال إيجاد أنظمة التكسير و النقل والخلط التي تسمح بعملية الخلط التي تساعد على الحصول على منتج متجانس بتركيز ثابت ومقبول في مصنع الحجار بنسبة 48.5٪.

في هذا العمل ، اقترحنا إدخال عملية التجزؤ والسحق قبل عملية الخلط بين القطاعات الثلاثة الغنية والفقيرة والمتوسطة خام الحديد باستخدام الكسارات المتنقلة في كل واجهة عمل وهذا عكس ما هو متبع في المنجم حيث يتم الخلط قبل التكسير واقترحنا أيضا تغيير وسائل النقل والاعتماد على التكنولوجيا الحديثة تكنولوجيا السكك الحديدية فيور وهي تقنية مبتكرة حديثا ذات جدوى اقتصادية عالية وآمنة للغاية ونظرا لميزاتها يمكن أن تصبح مستقبل النقل والخلط في عالم المناجم بشكل عام.

Sommaire

Sommaire

Remercîment

Dédicace

Résumé

Introduction générale

***Chapitre I** : Généralités sur la production du minerai de fer*

I.1 Introduction ……..01

I.2 Le minerai de fer ……..01

I.1.1 Dans la construction……..02

I.1.2 Dans l'automobile ……..02

I.1.3 La sidérurgie de demain……..02

I.2 Dans le monde ……..03

I.3 En Algérie ……..05

I.4 Géologie de la région du djebel Ouenza……..07

I.4.1 Situation géographique……..07

I.4.2 Historique de la mine de l'Ouenza……..08

I.4.3 Type de gisement ……..09

I.4.4 Morphologie et structure de gisement……10

I.4.5 Minéralisation ……12

I.5 Capacité et régime de travail de la mine ……12

Sommaire

Chapitre II : *présentation de la mine d'Ouenza*

I.1 introduction ……14

II.1 Localisation et description du la mine ……15

II.1.1 Quartier chagoura Nord……15

II.1.2 Quartier chagoura sud ……17

II.1.3 Le quartier sainte barbe (ilot) ……19

II.1.4 Quartiers Douamis et Hallatif ……21

II.1.5 Quartier zerga ……22

II.1.6 Quartier Conglomérat ……22

Chapitre III : *La méthode d'exploitation du la mine de l'Ouenza*

III.1 Introduction……24

III.2 Exploitation a ciel ouvert ……24

III.3 Les caractéristiques géométriques des ouvrages……25

III.3 Organisation des opérations d'extraction……25

III.3.1 Travaux d'abattage……25

III.3.2 Foration……25

III.3.2.1 Foreuse pneumatique……26

III.3.2.2 Foreuses sur chenille……27

III.3.3 Travaux d'abattages……29

III.3.4 Le couple de chargement et transport……31

III.3.4.1Le chargement ……31

Sommaire

III.3.4.2 Le transport……34

III.3.5 Travaux de terrassement……38

III.3.5 Le traitement ……39

III.3.5.1 Traitement mécanique……39

***Chapitre IV** : analyse et critique de l'état actuelle de l'exploitation dans la mine de fer d'Ouenza*

IV .1 Introduction……43

IV.2 l'état de gestion de stock utilisé par la mine……43

IV .3 état des stocks non concassés au niveau de la mine de l'Ouenza ……47

IV .4 Critiques de méthodes présentées ……48

***Chapitre V** : caractéristique de la technologie rail-veyor de transport dans les mines*

V.1 Introduction……51

V.2 Historique ……52

V.3 Description de rail-veyor ……53

V.4 Procédé de commande d'un système de transport rail-veyor……54

V.5 Efficience et efficacité de rail-veyor……54

V.5.1 L'efficacité Énergétique……54

V.6 Caractéristique de rail-veyor……55

V.6.1 Flexibilité……55

V.6.2 Installation facil……55

V.6.3 Moins de pièces, moins d'entretien……55

Sommaire

V.6.4 Formation rapide ……56

V.6.5 Portabilité facile ……56

V.6.6 Déplacement ……56

V.7 fiche technique d'un rail-veyor……56

V .8 Avantages Environnementaux ……57

V .8.1 Empreinte carbone réduite……57

V .8.2 Absence des particules ……57

V .8.3 Moins de bruit, moins de poussière……57

V .8.4 Risqued'incendieréduit……58

V.9 Composition du rail-veyor et en quoi il consiste……58

V.9.1 Piste ……58

V.9.2 Voiture (wagon)……59

V.9.3 Train……60

V.9.4 La station de commande……61

V.10 Boucle de chargement et de déchargement de rail-veyor ……62

V.11 L'avantage concurrentiel entre les trois moyens de transport dans les mines……64

***Chapitre VI** : optimisation des opérations de broyage et de transport dans la mine de fer d'Ouenza NE de l'Algérie a fin de contrôler la qualité de minerai de fer*

VI.1 Introduction……66

VI.2 Situation des réserves des quartiers par plages de teneur……67

Sommaire

VI.2.1 Situation moyenne des réserves par plages de teneur au niveau des quartiers en activité……70

VI.3 Calcul de la production journalière ……71

VI.4 Calcul des différentes quantités à extraire de déférents quartiers pour assurer une teneur exigés……73

VI.5 Calcul de la distance de sécurité pour l'emplacement de concasseur mobile……76

VI.6 Processus de chargement……78

VI.6.1 Calcul de rendement de la chargeuse……78

VI.7 Le processus de concassage proposé pour la mine d'Ouenza……80

VI.8 L'utilisation de la nouvelle technologie rail-veyor comme moyen de transport et de mixage pour l'optimisation de la teneur du minerai de fer de la mine d'Ouenza ……83

VI.9 Description de la trémie de chargement proposée ……84

VI.9.1 Fiche technique de trémie de chargement de type CMBB-80 ……85

VI.10 calcul de la capacité d'un wagon ……85

VI.11 Calcul de la longueur et le nombre des wagons……87

VI.11.1 Calcul de nombre de wagon pour chaque différente quantité par poste ……87

VI.11.2 Calcul de la longueur de rail-veyor pour chaque différente quantité……88

VI.12 Choix de la distance optimal pour le processus de mixage……89

VI.12.1 Calcul de La distance optimale……90

VI.13 Temps de cycle ……90

VI.13.1 Calcul de Nombre de cycle par poste ……92

VI.13.2 Calcul de production par cycle……92

Sommaire

VI.14 Processus de mixage ……93

VI.14.1 Calcul des dimensions de la trémie en spirale ……95

VI.14.2 Calcul de la vitesse de déchargement pour les autres quantities ……95

Conclusion générale

Références bibliographiques

Liste des Tableaux

Tableau 1 : production mondiale en minerai de fer (MT)…… 04

Tableau 2 : quelques caractéristiques des minerais algériennes……..06

Tableau 3 : la répartition de la production ……..13

Tableau 4 : états des réserves exploitables par plage de qualité de quartier chagoura nord au 30/09/2017 ……16

Tableau 5 : Distance de transport entre le quartier chagoura Nord et les 2 concasseurs ……17

Tableau 6 : états des réserves exploitables par plage de qualité de quartier chagoura sud au 30/09/2017 ……18

Tableau 7 : états des réserves exploitables par plage de qualité de quartier de sainte barbe (Ilot) au 30/09/2017 ……20

Tableau 8 : les caractéristiques d'une sondeuse de type Ingersoll Rand 10 -2004…26

Tableau 9 : les caractéristiques d'une sondeuse de type Atlas Copco ROC L8 - 2-2008. ……27

Tableau 10 : paramètre de tir utilisé dans la mine d'Ouenza ……..29

Tableau 11 : fiche technique de la pelle Liebherr R 9100 ……32

Tableau 12 : fiche technique de la chargeuse de type CAT 990K - 7 2017 ……..33

Tableau 13 : fiche technique d'un camion de type Caterpillar 775G……35

Tableau 14 : caractéristique de type de concasseur dans la mine d'Ouenza……40

Tableau 15 : les stocks non concassés au niveau de la mine ……47

Tableau 16 : fiche technique de la technologie moderne (rail-veyor)……56

Tableau 17 : tableau montrant l'avantage concurrentiel entre les trois moyens de transport dans les mines ……64

Tableau 18 : fiche technique d'un concasseur mobile de type Fabo MCK-110……81

Tableau 19 : les caractéristiques techniques de la trémie choisi ……85

Liste des figures et schémas

Figure 1 : Principaux flux de minerai de fer à travers le monde en 2009 ……..03

Figure 2 : situation géographique de la zone d'étude…… 07

Figure 3 : Coupe dans la structure anticlinale du gisement de l'Ouenza……10

Figure 4 : Quartiers d'exploitation du gisement de l'Ouenza……11

Figure 5 : localisation de La ville de l'Ouenza……14

Figure 6: le quartier chagoura Nord……16

Figure 7 : le quartier chagoura sud……19

Figure 8 : le quartier saint barbe (ilot)……21

Figure 9 : Sites d'Exploitation et Sites d'Exploration au niveau de la mine D'Ouenza……23

Figure 10 : sondeuse de type ingersoll-rand T4BH……27

Figure 11 : sondeuse de type atlas copco ROC L8 - 2-2008……28

Figure 12 : schéma de tir et de connexion du la mine de l'Ouenza……30

Figure 13 : pelle Liebherr R 9100 au front de taille……32

Figure 14 : chargeuse CAT 990K - 7 2017……34

Figure 15 : camion de type cat 775G……36

Figure 16 : convoyeur à bonde……37

Figure 17 : les étapes d'extraction de minerai de fer de la mine de l'Ouenza…….41

Figure 18 : Processus de compensation des stocks pauvre et moyens en termes de concentration……44

Figure 19 : Processus de compensation des stocks riche et moyens en termes de concentration……45

Figure 20 : Processus de compensation des stocks pauvre et riche en termes de concentration……46

Figure 21 : stock non concassé au niveau de la mine de l'Ouenza……48

Figure 22 : vue globale de rail-veyor……52

Liste des figures et schémas

Figure 23 : système de rail-veyor……53

Figure 24 : la piste de rail-veyor……58

Figure 25 : Rail-Veyor-Voitures……59

Figure 26 : Standard de 30" (0.765m) – vs - en option 48" (1.222 m)……59

Figure 27 : un wagon Standard de 30" (0.765m) et de 470 KG Tare Poids……60

Figure28 : la Topographie de Rail-Veyor- et le Rayon de braquage……60

Figure 29: une station de commande……61

Figure 30 : chargement de rail-veyor avec une goulotte……62

Figure 31 : déchargement de rail-veyor……63

Figure 32 : configuration de rail –veyor……63

Figure 33 : Vidéo conférence internationale avec des représentants de la société productrice de technologies rail-Veyor……65

Figure 34 : Représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer au quartier chagoura sud……67

Figure 35 : Représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer au quartier chagoura nord……68

Figure 36 : Représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer au quartier Ilot ……69

Figure 37 : représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer dans les trois quartiers en activité……70

Figure 38 : représentation de la distribution des quantités en qualité par distribution en réserve……74

Figure 39 : Arrondissement de la répartition des quantités en termes de qualité par répartition en réserve pour l'optimisation avec la teneur exigé……75

Figure 40 : Concasseur mobile de type FABO MCK-110……82

Figure 41 : Schéma du concasseur mobile avec ses éléments……..83

Figure 42 : processus de transport de la mine de l'Ouenza……..83

Figure 43 : trémie de chargement de type CMBB-80……..85

Figure 44: schéma de chargement de rail-veyor de notre étude……..89

Figure 45 : schémas Générale de mixage proposé……94

Liste des schémas

Schéma01 : le transport dans la mine de l'Ouenza……35

Schéma02 : traitement mécanique de la première station(803)……40

Introduction générale

La mine d'Ouenza est une mine de fer située dans la ville d'Ouenza, dans la wilaya de Tébessa, dans le Nord Est de l'Algérie. Cette mine est la plus grande mine de fer d'Algérie. Ainsi que la mine Ghar Djbilet qui présente une richesse de 1,5 milliard de tonnes de minerai gris, qui n'est pas encore en activité.

La production de minerai de fer de la wilaya de Tébessa à travers les mines d'Ouenza et de Boukhadra au cours de l'année écoulée s'élevait à environ 1,5 million de tonnes, dont la majeure partie était destinée à approvisionner le complexe sidérurgique El-Hadjar à Annaba, alors que les responsables attendaient la production augmenter avec l'année en cours pour atteindre les limites de 2 millions de tonnes.

Vu l'importance du complexe pour l'économie nationale Cela demande des soins constants pour assurer le bon fonctionnement de ce complexe Techniquement et logistiquement.

la situation qui prévaut dans le complexe d'El-Hadjar suite à l'arrêt du Haut Fourneau (HF2) opéré le 02 septembre dernier, en raison de l'épuisement du stock de minerai au complexe suite à des problèmes techniques au niveau des mines qui ont perturbés l'acheminement de la matière première de teneur de (48.5%)Adapté et compatible avec les conditions industrielles pour assurer la continuité de la production d'acier à partir des gisements de Ouenza et Boukhadra.

Et puisque la mine de Ouenza se caractérise par une turbulence et une fluctuation notables dans la qualité et la concentration du fer, les réserves du minerai de fer de Ouenza présente trois types de minerai de fer, pauvre, moyen et riche qui varie entre 34% à 55% ce qui constitue une pierre d'achoppement vis à vis la commercialisation du minerai de fer.

Et comme toute institution économique, la mine d'Ouenza doit adopter des méthodes de commercialisation modernes. Les règles de marketing doivent être respectées. Qui dépend principalement sur que ce marketing doit déterminer les besoins et désirs du marché et, trouver une manière de lui fournir les satisfactions désirées de façon rentable et plus efficaces.

Introduction générale

Ce qui détermine la nature de la relation qui incarne la relation entre une entreprise aux besoins et désirs de ses clients afin d'obtenir le bon produit, Accomplissement des objectifs d'une entreprise au travers d'une meilleure rencontre des besoins du client par un processus de gestion qui identifie, anticipe et fourni efficacement et profitablement les exigences du client.

L'exploitation rationnelle qui assure la durée de vie maximale de mine par l'extraction de la totalité des réserves quel que soit leur teneur et non d'exploiter le secteur riche seulement comme il était déjà fait au niveau de la mine dans quelque période.

À partir de là, il est devenu nécessaire pour la mine d'Ouenza d'adopter des stratégies et des capacités de production appropriées pour éviter les problèmes récemment enregistrés par le complexe sidérurgique Sidr El-Hadjar à Annaba en raison de la perturbation de sa production en termes de quantité et de qualité.

Dans ce contexte, la mine d'Ouenza a suivi les meilleures méthodes à sa disposition, à moins que le minerai riche ne soit utilisé seul.
En les utilisant, un système de stock de réserve des trois types de minerai de fer, pauvre, moyen et riche, est proche de la station de concassage, où il mélange le minerai entrant au concasseur et celui disponible dans la zone de stockage, où il ajoute son équivalent Autrement dit, si le travail est dans l'atelier riche, le chargement est issu du stock pauvre et vice versa.

Cette méthode n'a pas atteint l'objectif souhaité, et la mine a été exposée à des pertes matérielles importantes en raison du rejet de nombreuses expéditions, et le travail de l'usine d'El-Hadjar a été perturbé à plusieurs reprises.

À travers notre étude dans le projet de Master, nous avons présenté une nouvelle technologie qui est principalement utilisée dans le domaine du transport minier, qui est la technologie Rail-Veyor qui a été inventée en 2014 et a commencé à fonctionner aux États-Unis d'Amérique et au Canada. en 2018. À travers notre étude, nous avons suggéré l'utilisation de la technologie Rail-Veyor comme méthode non seulement pour le transport du minerai de fer dans la mine de Ouenza, mais aussi comme méthode pour mettre en œuvre un processus de mélange et mixage précis qui vise à atteindre un mélange homogène des trois types de minerai, pauvre, moyen et riche,

afin d'assurer l'acceptation du produit dans l'usine d'Al-Hajjar, ainsi que l'exploitation optimale de la quantité des gisements de la mine.

Et nous avons contacter directement la compagnie productive de la technologie Rail–Veyor global INC, situé au Texas aux États-Unis d'Amérique, par une rencontre a travers la technique de visioconférence ou ils ont nous salué et nous encourager pour ce projet et nous avons été grandement soutenus.et pour assurer une homogénéisation plus précise nous avons proposé l'utilisation d'un système de concasseurs mobile au niveau de chaque chantier afin réduire les dimensions des particules du minerai avant l'opération du mixage contrairement a ce qui est utiliser actuellement au niveau de la mine.

A travers ce mémoire divisé en six chapitres, nous avons présenté dans un premier temps une introduction générale.

Dans le premier chapitre nous avons parlé de Généralité sur la production du minerai de fer

Et dans le deuxième chapitre nous avons fait une présentation de la mine d'Ouenza et nous avons parlé de touts les quartiers avec sons réserves

Et dans le troisième chapitre nous avons expliqué La méthode d'exploitation actuelle du la mine de l'Ouenza.

Et au quatrième chapitre Nous avons appris les solutions utilisées à la mine d'Ouenza pour résoudre le problème de la variabilité de la qualité du minerai de fer comme nous l'avons mentionné ses effets négatifs, avec quelques critiques.

Et dans le cinquième chapitre Nous avons parlé des avantages et des caractéristiques de la nouvelle technologie rail-veyor.

*Et dans le sixième chapitre nous avons proposé une optimisation des operations de broyage et de transport dans la mine de fer d'Ouenza NE de l'Algérie a fin de contrôler la qualité de minerai de fer.**

Et au final, nous avons présenté les résultats de ce travail.

Chapitre I : Généralité sur la production du minerai de fer

I.1 Introduction :

Le fer, dont l'invention, au sens des techniques humaines, date de 1 500 avant J.-C, a permis l'essor de l'industrie moderne. Les sources de fer sont essentiellement les minerais et la récupération des ferrailles. Ce dernier produit sera cependant toujours un approvisionnement complémentaire des minerais, malgré le tonnage élevé consommé. En France, un tiers de la production d'acier est élaboré à partir de ferrailles, leur part dans la production d'acier étant de plus en plus importante. Très abondant sur la Terre, le fer y est aussi très dispersé. Aussi n'est-il pas un pays, sinon les plus petits, qui ne produisent cette matière première. Les formes et compositions des minerais sont fort diverses. Par ailleurs, ce ne sont pas nécessairement les minerais qui contiennent les plus fortes teneurs en fer qui sont les plus intéressants à utiliser.

L'industrie du minerai de fer était devenue très vivace en raison des besoins croissants de la sidérurgie. Le développement du transport maritime par des minéraliers de plus en plus puissants et la découverte en de nombreux points du monde d'importants gisements de minerais riches en ont considérablement modifié le commerce. Ainsi sont apparues des difficultés dans les pays occidentaux dont les approvisionnements étaient purement locaux.
Dans ce chapitre, nous parlerons du minerai de fer et de son importance dans le monde en général, des pays producteurs les plus importants et de sa localisation en Algérie.

I.2 le minerai de fer :

Premièrement, le fer est l'un des métaux les plus abondants de la nature. Le minerai de fer est une roche contenant du fer, généralement sous la forme d'oxydes, comme l'hématite et magnétite et limonite et sidérite.

Le minerai de fer est une matière première essentielle au développement de nos économies modernes. En effet, environ 98% de sa production totale sont utilisés pour produire de l'acier. L'acier est un composant indispensable au développement industriel d'une économie. Il a de nombreux usages possibles, et est principalement utilisé dans l'industrie de la construction automobile, La sidérurgie de demain etc. [1].

I.1.1 Dans la construction :

Les inventions de bessemer, martin et thomas en permettant de fabriquer un acier normalisé et standardisé ont ouvert la voie à une production de masse. A partir de cette époque, l'acier a commencé à être plus généralement employé notamment dans la réalisation d'ouvrages architecturaux. Il est aujourd'hui le métal le plus utilisé dans ce secteur où il sert notamment à la réalisation d'ouvrages d'arts tels que des ponts par exemple. Même s'il n'en constitue pas le matériau de base, l'acier est presque toujours présent puisqu'il sert à armer le béton, permettant ainsi de renforcer les fondations et de le rendre plus résistant aux années. Il permet également de fermer le squelette de certains bâtiments. La construction est le premier secteur d'utilisation de l'acier.

I.1.2 Dans l'automobile

Le secteur de l'automobile est le deuxième marché pour l'acier. Les pièces en acier représentent de 55% à70% du poids d'un véhicule. Au sein de cette industrie, l'acier va servir à fabriquer des châssis, des pièces de carrosserie ou de moteur. Sous forme de fils, il peut entrer dans la réalisation de carcasse de pneu. Si l'acier est employé sous sa forme brute, il devra être traité contre la corrosion (application d'une couche de zinc et d'une couche de peinture, pour les carrosseries notamment) [2].

I.1.3 La sidérurgie de demain :

Le coût, la résistance aux chocs et à la température rendent les aciers encore aujourd'hui irremplaçables. Toutefois cette suprématie s'émousse face à la concurrence chaque jour plus important des matériaux de synthèse. On s'oriente donc vers de nouveaux marchés, de nouvelles niches, telles que celles crées par les aciers à haute limite élastique (HLE), les aciers cryogéniques, les aciers à inclusions contrôlées, les aciers inoxydables ou l'association avec d'autres éléments comme dans le cas de l'acier zingué ou de la tôle sandwich acier polypropylène-acier [2].

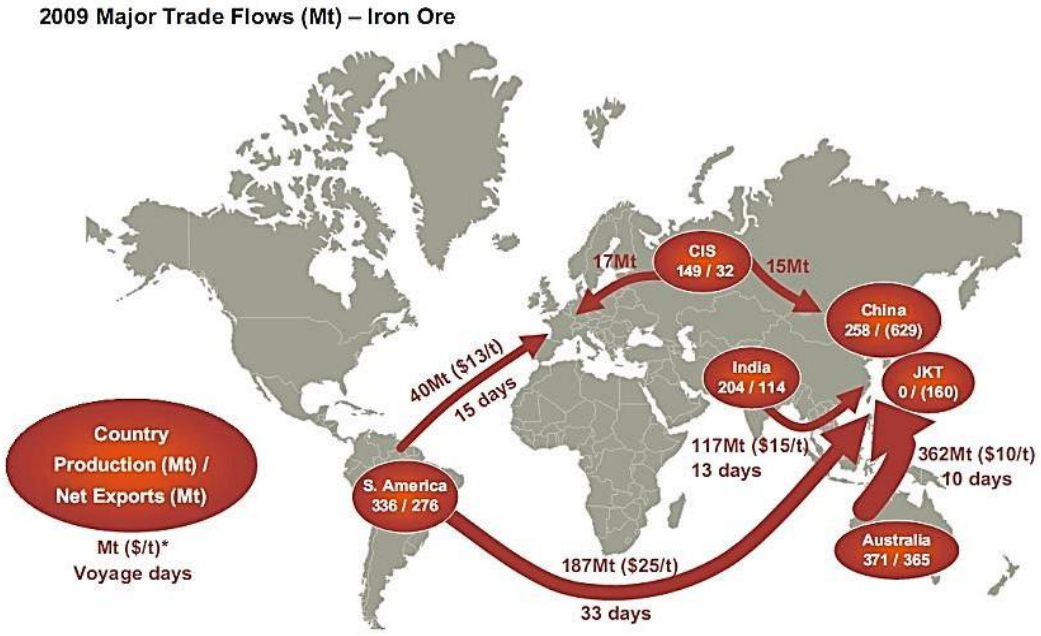


Figure 1 : Principaux flux de minerai de fer à travers le monde en 2009

Sur cette carte du monde présentant les principaux flux d'échanges de minerai de fer à travers le monde, on peut tout d'abord constater que le cœur du marché se situe effectivement en Asie avec la majorité des flux venant des principaux pays producteurs se dirigeant vers cette zone. On peut également remarquer l'épaisseur du trait des flèches qui représente l'importance des flux en volume [3].

I.2 Dans le monde :

La production mondiale d'acier pratiquement augmenté pour suivre une telle évolution de la production des minerais marchands est passée durant cette même période (2005 à 2013) de 522 à858.8 millions de tonnes. Si l'on se déplace toujours à l'échelle mondiale, une telle tendance devrait en s'accélérant dans les prochaines années. Encre qui concerne le minerai de feront cherchera cette augmentation de production en faisan t'intervenir simultanément teneures et tonnages traités.

Le fer est un métal commun qui se trouve dans la croûte terrestre, Et est produit dans des nombreux pays comme indiqué dans le tableau suivant [4] **:**

Tableau 1 : Production mondiale en minerai de fer (MT) :

Tableau 1: Production mondiale en minerai de fer (MT)

Continents / pays	2011	2012	2013	Fe%
Europe				
France	36	35	36	27
Suède	12.81	13.3	14.1	47
U.r.s.s.	258	261	140	44
Amérique				
u.s.a.	37	39.5	42.7	79
brésil	139.4	140	140	77
canada	17.18	19.82	19.8	70
Venezuela	10.81	11.10	11.9	72
Chili	72.6	76.20	83	69
Afrique				
Liberia	22	45.5	45	68
Afrique du sud	22.4	23.3	24	62
Mauritanie	6.2	6.7	6.5	65
Asie				
Chine	72.6	76.2	83	56
Inde	50.7	60.3	67.5	61
Corre du nord	1.2	1.5	1.3	50
Australie	112.5	113.5	116.32	70

Nous remarquons une dépendance plus ont plus croissante des pays Pour les pays de la C.E.E le pourcentage de ces importations a augmenté de 20à64 alors qu'en même temps la production de minerai baissée proportionnellement

grâce aux pays en voie de développement qui possède de grandes réserves de minerai riches [5].

I.3 En Algérie :

En dehors des hydrocarbures, le fer est l'un des principales richesses minières de l'Algérie, L'exploitation des gisements des minerais de fer a toujours eut une place prépondérante dans L'industrie extractive du paye.

Les ressources nationales en matière du minerai de fer sont localisées et réparties sur six gisements dont ceux de l'Ouenza et Boukhadra situés à l'Est du pays exploités par le groupe Arcelor-Mittal Tébessa, les réserves géologiques sont de 87 millions de tonnes avec 48 % Fe. Avec une production de 2 millions de tonnes/an, la minéralisation hématitique est encaissée dans les calcaires récifaux Aptiens Actuellement dans la même région, le gisement de Chaabet-el-Ballout(Souk-Ahras), de réserves géologiques de 10 millions de tonnes avec 53% Fe.

La minéralisation ferrifère localisée au contact Calcaires-formations gréso-marneuses du Crétacé, et actuellement en phase d'étude afin de relancer son exploitation.

La filiale somifer-spa, du groupe Ferphos à travers ses mines de Khanguet (Tébessa), Sidi Maarouf(Jijel), Djebel Anini(Sétif) ce dernier a des réserves Géologiques de 6,75 millions detonnes avec 55 % Fe [4].

La Minéralisation hématitique encaissée dans les calcaires du lias sous forme de filons et de poches. Le gisement de Rouina (Ain Defla) assure une production du minerai de fer représenté par de l'hématite destinée essentiellement pour la fabrication duciment.

Certains autres gisements de fer de réserves plus réduites sont dans les Prospectives d'une exploitation et d'autres épuisées ou en voie d'épuisement (Béni-saf).

Les autres gisements non encore exploités se trouvent dans la région du sud-ouest du pays : Il s'agit de grand gisement de Gara-Djebilet : les réserves géologiques arrivent jusqu'à 2 milliards de tonnes avec 57% Fe et de

minéralisation ferrifère oolithique sous forme de corps lenticulaires encaissés dans les grès du Dévonien inférieur (Praguien).

Mecheri-Abdelaziz : réserves géologiques sont de 1 350 millions de tonnes avec 52% Fe, une minéralisation ferrifère oolithique localisée sous forme de lentilles dans les grès du Dévonien Supérieur [4].

Tableau2 : Quelques caractéristiques des minerais algériennes :

Tableau 2: Quelques caractéristiques des minerais algériennes

Gisements	Type de minerai	Fe	SiO_2	AL_2O_2	Cao	Mn	S	P	Réserves-en (MT)
Ouenza	Hématite Rouge	52	3.6	0.5	4.5	2	0.05	0.05	100
Boukhadra	Hématite Rouge (sidérose)	58	4	0.6	2.5	1.5	-	0.03	50
Gara-Djebilet	Magnétite (lithiques)	54/58	4.7	1.5	1.5	-	-	0.8	3245
Méchai Abdelaziz	Hématite	52	-	-	-	-	-	0.78	1960
Timezrit	Hématite sidérose	52/56	2	-	-	-	-	0.01	4
Zaggar	Hématite sidérose	37/51	5.7	-	-	-	0.02	0.02	2
Béni-saf	Hématite Goethite	50/56	5	-	-	-	-	0.02	2
Khanguet el-mouhad	Hématite Goethite	52	3.2	-	-	-	-	0.02	2
Ain babouche	Goethite	47/52	5-12	-	-	-	0.1	0.80	12

Béni douale	Magnétite	48	-	-	-	-	-	0.01	2

●Le tableau se montre les plus importants gisements de fer dans l'Algérie et ses réserves géologique et ses caractéristiques.

I.4 Géologie de la région du djebel Ouenza :

Le complexe minier de djebel l'Ouenza est une unité de production du minerai de fer principale activité de la société est la production du produit marchand de ce minerai et leurs commercialisations par chemin de fer vers le complexe sidérurgique d'El Hadjar de la Wilaya de Annaba. La mine d'el Ouenza est la plus grande mine d'Algérie avec une réserve de 120 millions de tonnes de minerai d'une teneur de 55% en moyenne. C'est une unité de production d'EN FERPHOS (entreprise national du fer et du phosphate) décret 82-448 du 16juillet 1983[6].

I.4.1 Situation géographique :

La mine de l'Ouenza exploite le minerai de fer par la méthode à ciel ouvert. Il est situé à 90 km au nord de la ville de Tébessa et à 190 km au sud de la ville d'Annaba, où se trouve le complexe sidérurgique d'El Hadjar, seule destination pour la production de minerai de fer à partir de la mine, qui subira divers traitements métallurgiques [7].

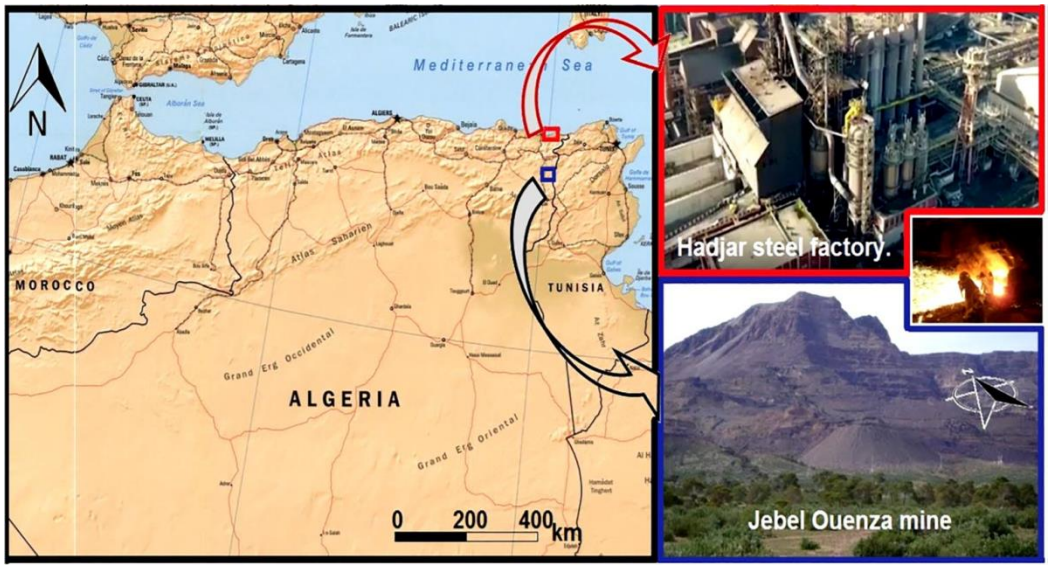


Figure2: situation géographique de la zone d'étude

I.4.2 Historique de la mine de l'Ouenza :

La mine de l'Ouenza est l'une des plus anciennes mines d'Algérie. Elle fût le fleuron de l'industrie minière en Algérie au début du siècle précédent.

C'est une mine de fer dont l'exploitation remonte à la période Romaine où des vestiges d'exploitations sont découverts au niveau des quartiers Douamis et Hallatif, sous formes de puits et galeries. Aucune donnée originale ne signale l'exploitation du fer à cette période. Par contre, l'exploitation du cuivre était l'activité principale.

Les premières informations géologiques sur le gisement de fer de la mine de l'Ouenza fussent révélées par l'ingénieur minier J. Tissot en 1875. Ce n'est qu'en 1895 que les travaux de recherches débutèrent pour n'en finir qu'en 1901.
Ce n'est qu'aux environs de 1913 que la Société de l'Ouenza fut créée. Elle a débuté l'exploitation de la mine au début des années vingt (1921).

L'électrification de la ligne, terminée en 1939, a permis d'assurer le transport avec des moyens plus puissants; L'après indépendance a connu une mutation très importante, plusieurs évènements se succèdent :
-En 1966, il y avait la nationalisation des mines
-En 1983, c'était la restructuration de la SONAREM et la création de l'entreprise de recherche.
- En 2001, un premier contrat de partenariat avec une firme étrangère fût signé. Il s'agit d'une entreprise Indienne ISPAT.

Ce partenariat s'est développé en 2006 avec l'accaparement des actions d'Arcelor par le groupe Métal Steel détenteur de l'entreprise indienne ISPAT. Une OPA qui donna naissance au groupe Arcelor-Métal détenteur de 70% des actions de la mine de l'Ouenza contre 30% uniquement pour FERPHOS.

En Octobre 2013, l'état algérien a repris le contrôle de la mine en achetant 21% des actions d'Arcelor Métal dans la mine de l'Ouenza pour devenir majoritaire à hauteur de 51 % et 49 % pour Arcelor Métal[8].

I.4.3 Type de gisement :

Le gisement ferrugineux de l'Ouenza repose sur le flanc nord d'une chaîne de montagnes, qui culmine à 1288 km, il s'étend sur une longueur de 12 Km et une largeur de 5 Km [9].

Le long de la frontière Algéro-tunisienne, un certain nombre de dépôts sont localisés près de diapirs évaporitiques du Trias. Les carbonates de fer (ankérite-sidérite), oxydés partiellement en hématite près de la surface, sont associés généralement à des concentrations de Pb, Zn, Cu, Ba et F. Certains gisements de fer, importants, contiennent de la galène, sphalérite, barytine et fluorine (Ouenza, Boukhadra, Djérissa), alors que certains gisements de Pb-Zn contiennent de faibles concentrations de sidérite (Slata, Bou Jabeur, Mesloula). Les gisements sidéritiques associés à des roches carbonatées marines sont connus principalement en Europe et en Afrique du Nord où ils se produisent dans des environnements métamorphiques ou sédimentaires (Bilbao en ESPAGNE ; Ouenza en ALGERIE; Djérissa et Hammeima en TUNISIE)[10]

Les roches les plus réactives aux fluides minéralisateurs sont les dolomies ou les calcaires et les corps minéralisés sont stratiformes, massif ou dans les veines. Les sulfures, la barytine et rarement la fluorine sont associés aux carbonates de fer.

L'origine de ces gisements a été attribuée à des fluides magmatiques hydrothermaux ou à des formations sédimentaires cynégétiques. Récemment, il a été suggéré que ces gisements ont été formés par la circulation en profondeur des formations ou eaux métamorphiques.

Le massif de l'Ouenza est situé dans un bassin en subsidence dans l'avant-pays de l'orogenèse de l'Afrique du Nord. Cet autochtone plié est caractérisé par de nombreux diapirs évaporitiques du Trias, qui sont traversés par des grabens du tertiaire. La séquence sédimentaire est mince (0-50m) sur la crête de la zone élevée et plus épaisse (5000m dans le crétacé) vers les zones périphériques relativement éloignés. Il est composé principalement de calcaire, de marnes et de grès.

À Ouenza, la séquence du Crétacé est plissée en un anticlinal orienté NE-SW. Le cœur (noyau) de ce pli est occupé par des formations triasiques (diapirisme), qui a pénétré la couverture sédimentaire du Crétacé au cours des étapes intermédiaires et tardives de l'évolution du bassin [10].

I.4.4 Morphologie et structure de gisement :

Le gisement de l'Ouenza se situe dans le Djebel Ouenza qui est un grand anticlinal de direction SW-NE. Si l'on s'éloigne de la partie périclinale SW qui se présente d'une matière spectaculaire pour aller vers le NE on verrait la masse énorme des calcaires récifaux de l'aptien qui forme l'ossature de la montagne[11].

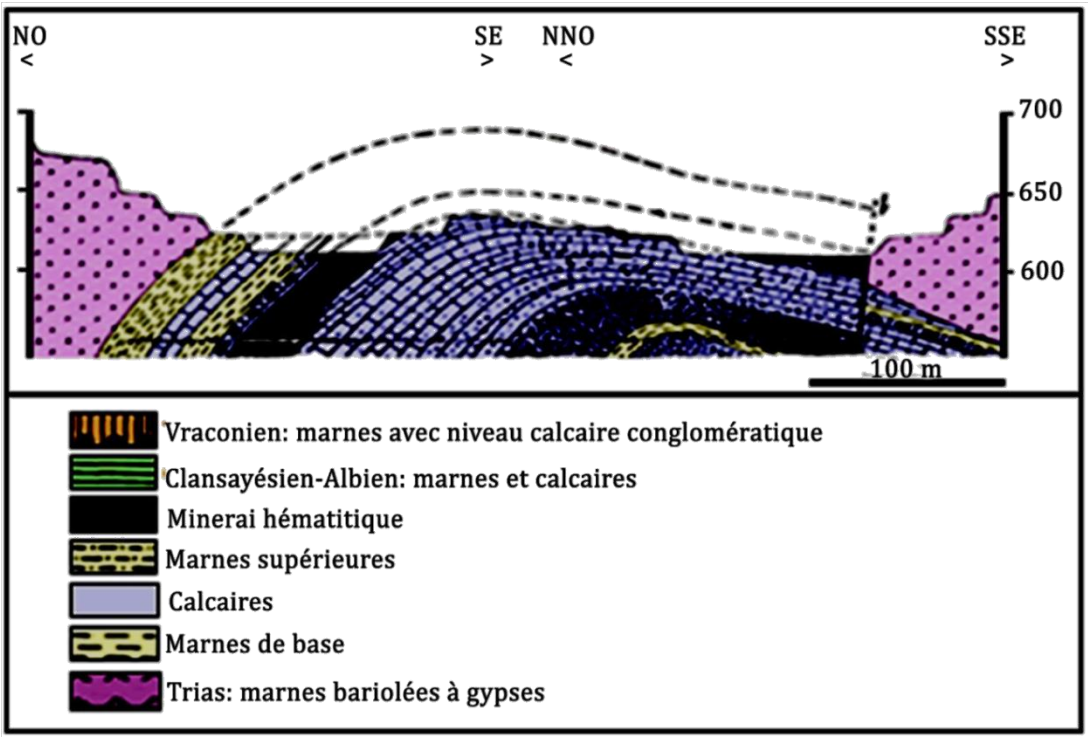


Figure3 : Coupe dans la structure anticlinale du gisement de l'Ouenza

Une grande faille longitudinale qui coupe le récif aptien dans une zone où il devait avoir tendance à s'amincir abaisse les terrains situés au SE du Djebel. Celle-ci se prolonge vers le NE en passant au pied du pic de l'Ouenza, et après avoir été éjecté par de petits accidents secondaires logent au Nord des parties minéralisées de la mine entre 06 Mai et Hallatif.

Deux lames triasiques viennent s'injecter dans les marnes de l'albien au Nord et au Sud du Djebel. La lame Sud a fait remonter des lambeaux d'aptiens minéralise (Quartier Zerga).

Le diapir de l'Ouenza se compose de trois parties : une zone axiale où les formations triasiques sont enracinées et deux épaulements latéraux où elles sont extravasées. L'épanchement du trias a induit l'ébauche du double renversement des séries Albo-Aptiennes, tel qu'on peut l'observer aujourd'hui. Probablement avant le Vraconien. Le dispositif ainsi esquissé a été par la suite exagéré par les compressions néogènes [9].

Le gisement est divisé en sept (07) quartiers principaux dont chagoura Sud-PIC, chagoura Nord, sainte barbe (Ilot), Conglomérat, Hallatif, Douamis et Zerga.

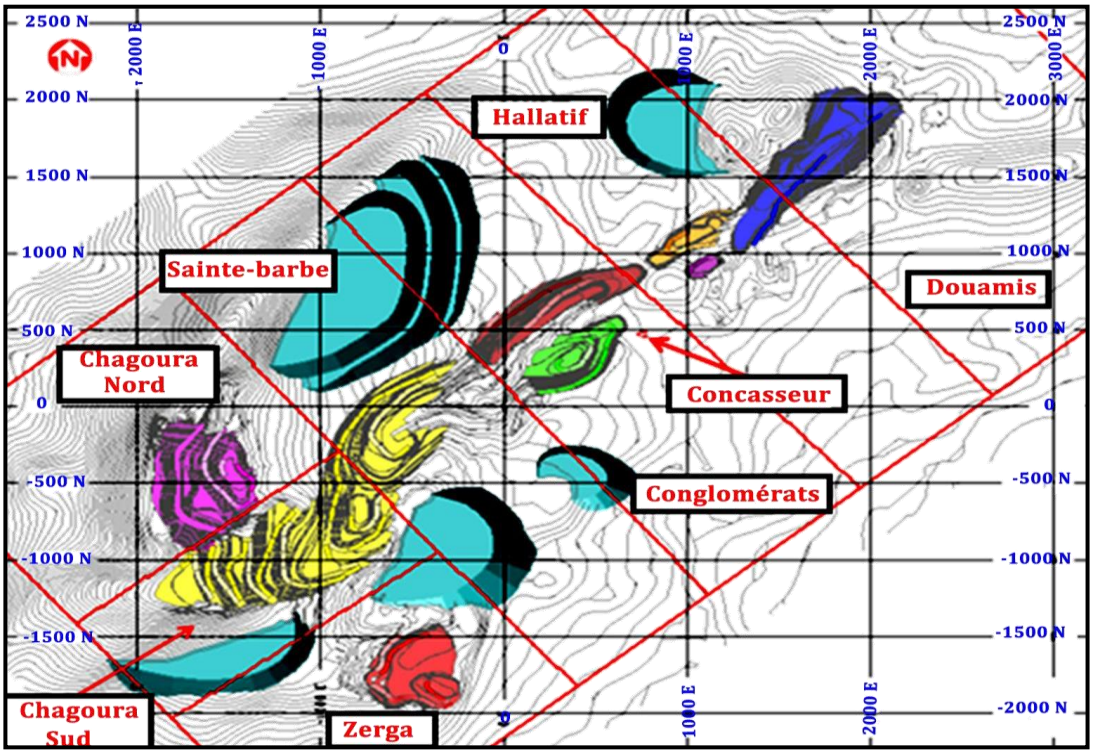


Figure4 : Quartiers d'exploitation du gisement de l'Ouenza [10]

I.4.5 Minéralisation :

La mine de l'Ouenza renferme d'énormes quantités d'un minerai de fer non phosphoreux, très riche et très pur, d'une teneur moyenne de 53%.

Les phénomènes de métasomatose ont donné naissance à de grandes masses d'hématite rouge. Le minerai affleure sur des longueurs atteignant parfois 250 mètres et des hauteurs de 45 mètres, réalisant les conditions types pour une exploitation à ciel ouvert. La teneur moyenne de l'hématite est de 45 à 60 % de fer.

Elle contient entre autre 2 % de manganèse, 0,005 % de phosphore, 0,03 % de soufre, 0,02 à 0,03 % de silice et 1,50 % de magnésie [10].

Les minerais sont constitués essentiellement d'hématite qui résulte de l'oxydation des amas de sidérose et de pyrite. Le carbonate provient lui-même de la métasomathose des calcaires récifaux de l'aptien par des venues minéralisantes sulfureuses. Les hydroxydes de fer sont le résultat de la désagrégation de l'hématite.

Une série d'intermédiaire entre le minerai primaire et le secondaire constitue une part importante dans les réserves de la mine, Outre le minerai de fer, il faut signaler une très faible présence de minéralisation poly métallique (Pb, Cu…, le long de la faille du pic).

Notons enfin que le patrimoine minéralogique de la région de l'Ouenza est tés riche et varié : Gypse (Saccharoïde et fer de lance), barytine (feuilletée et massive) Quartz (parfois d'une pureté exceptionnelle et offrant des cristaux d'une rare régularité), pyrite, Fluorine (en cristaux blancs ou violets) calcite et Aragonite sous diverses formes et particulièrement en stalactite et stalagmite), Azurite, malachite. Cette liste ne pourrait pas être exhaustive et une étude microscopique Généralisée sur tout le gisement en déceler d'autre [12].

I.5 capacité et régime de travail de la mine :

La production annuelle planifiée varie de 1200000 en 2014 jusqu'à 2000000 entre 2016 et 2023, avec une durée de vie de estimé à 10 ans et un régime de travail réparti comme suivant :

- Nombre de jours ouvrables par an : 302 J/an
- Nombre de postes ouvrables par an : 906P/an
- Nombre de jours ouvrables par semaine : 06 J

- Nombre de postes par jour : 03 P
- Durée d'un poste : 7.5 H
- Coefficient d'utilisation du temps: 0.8

La capacité de production de la mine est donnée dans le tableau suivant [13]**:**

Tableau3 : La répartition de la production :

Tableau 3: La répartition de la production

production	postiére	Mensuelle	Annuelle
Minerai (tonnes)	2200	171600	2000000
Stérile (tonnes)	8830	686400	8000000
Taux de découverture	04	04	04

Remarque : *le travail dans ce mémoire est consacré uniquement au minerai.*

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'importance du minerai de fer à la fois globalement et localement, et nous avons parlé de gisement de l'Ouenza et dans le prochain chapitre nous expliquerons l'état actuel de la mine d'Ouenza.

Chapitre II : présentation de la mine d'Ouenza

I.1 introduction :

La Daïra de l'Ouenza se trouve à 90km au nord du chef lieu de la Wilaya de Tébessa. Elle est située à 120 kilomètres au Sud-sud-est d'Annaba. Elle est aussi limitée à l'est par la frontière Algéro-tunisienne et au nord par la wilaya de Souk-Ahras, et est limitée par deux oueds appelés respectivement « Oued Mellegue » et « Oued Kseub ». Elle est reliée à Annaba par la route nationale N°82B et une voie ferroviaire par laquelle est acheminée toute la production de l'unité de l'Ouenza vers l'installation portière ou elle serait expédiée vers le complexe sidérurgique d'El-Hadjar.



Figure 5 : localisation de La ville de l'Ouenza (image Google earth d'une altitude de 220.01km)

II.1 Localisation et description du la mine :

La mine d'el Ouenza est la plus grande mine d'Algérie avec une réserve de 120 millions de tonnes de minerai d'une teneur de 55% en moyenne. C'est une unité de production de EN FERPHOS (entreprise national du fer et du phosphate) crée par le décret 82-448 du 16juillet 1983 [14].

L'anticlinal de l'Ouenza, présente dans sa partie SO une fermeture périclinale. Ce périclinal est recoupé par de nombreuses failles décrites par Dubourdieu (1956). Les plus importantes sont celles orientés N-S à NE-SO (faille du Pic, faille de Kef el Ahmar).

Le massif de l'Ouenza présente un cas exceptionnel de point de vue composition minéralurgique et morphologique s'étend sur une longueur de 12 Km avec une largeur de 5Km Il est partagé en zones dites "quartiers" , Le gisement est divisé en sept (07) gîtes (quartiers) principaux dont, Chagoura Nord, Chagoura Sud-PIC, Sainte Barbe (Ilot), Conglomérat, Hallatif, Douamis et Zerga [14].

II.1.1 Quartier chagoura Nord :

Le gisement de Chagoura Nord est localisé dans la partie N.E du quartier pic de l'Ouenza, sur des affleurements aptiens ouest de la structure en fer à cheval ouvert au N.E.

Il présente une structure simple en forme de pli anticlinal d'axe SW-NE

Le gisement a été prospecté par des sondages et des travaux miniers implantés sur des profils transversaux de direction N.E suivant une maille de 50x50 m sur différents niveaux (950 ;965; 980 ;995; 1010 ;1025 et1040 ;1055)[15].

Et ce quartier contient des réserves exploitables et par niveaux selon des plages des teneurs cité dans le tableau suivant [16]**:**

Tableau04 : états des réserves exploitables par plage de qualité de quartier chagoura nord au 30/09/2017

Niveaux	35-40	Fe%	40/45	Fe%	45-50	Fe%	50-55	Fe%	<55	Fe%	<35%	Fe%
1100/1115	225	38,5										
1085/1100												
1070/1085							0	0				
1055/1070			0	0,0	0	0,0	2808	54,2	0	0,0		
1040/1055	376	38,9	554	43,3	0	47,1	1000	53,41	4050	55,5	10139	28,46
1025/1040	58610	37,5	3038	42,1	63443	47,1	77132	50,7	13085	57,2	104928	29,2
1010/1025	67419	36,6	14939	42,8	33530	48,0	193297	50,8	148659	56,8	300943	29,2
995/1010	94831	39,1	28958	43,3	253051	47,1	81405	51,6	79718	57,6	178984	27,7
980/995	118428	38	85706	42,6	390347	47,7	197033	52,1	65264	57,7	161703	28,2
965/680	253142	37,2	44172	41,4	129284	47,4	505337	53,3	265559	56,8	188204	30
950/965	301463	38,2	115155	41,6	226423	47,4	528717	51,5	270500	56,9	185415	30
935/950	294435	38,1	77356	43,0	98010	47,9	543210	52,3	250695	57,2	129115	29,2
920/935	122310	37	136013	42,3	65853	48,3	438750	52,7	358757	57,4	102195	30
905/920	47439	37	115552	43,6	60804	49,1	160105	52,5	485217	57,4	22734	26,2
890/905	60391	37,7	69712	42,7	137930	48,3	167833	53	384143	57,3	10611	23
875/890	10962	38,5	26325	43,2	138952	49,1	271755	52,1	86938	56,5		
860/875	80393	38,7	46845	43,2	243861	49,2	202500	53	14175	56,3		
845/860	18900	36,8	17415	42,9	95688	48,8	60750	52,6			108135	31,8



Figure 6 : le quartier chagoura Nord

Au fur et au mesure de l'exploitation le minerai doit être acheminé jusqu'au concasseur 803 et 660 sur des distances et par plages des niveaux comme cité dans le tableau suivant [17]:

Tableau 05 : Distance de transport entre le quartier chagoura Nord et les 2 concasseurs

Quartier	niveau	Distance en mètre		Destination	Distance en mètre		Destination
Chagoura Nord	1055/1070						
	1040/1055	3100		Concasseur 803	6160		Concasseur 660
	1025/1040	3080		Concasseur 803	6100		Concasseur 660
	1010/1025(sup)	3170		Concasseur 803	6080		Concasseur 660
	1010/1025(inf)	3150		Concasseur 803	6060		Concasseur 660
	995/1010	3220		Concasseur 803	6050		Concasseur 660
	980/995	3100		Concasseur 803	6000		Concasseur 660
	965/980	3050		Concasseur 803	6000		Concasseur 660
		21870	3124		42450	6064	

II.1.2 Quartier chagoura sud :

Le quartier Chagoura Sud constitue la terminaison S.O de la branche N.E de la structure en Fer à cheval caractérisant le complexe de l'Ouenza. Il s'étend sur une longueur de 750 m environ à l'E.N.E du pic.

Il est limité au Nord par le quartier de Chagoura Nord et vers l'Est par le quartier de Sainte Barbe.

Le quartier de Chagoura Sud est caractérisé par une structure anticlinale à pendage de 30° à 45° vers le S.E[15].

Les réserves exploitables dans le quartier chagoura sud par niveaux et cité dans le tableau suivant :

Tableau 06 : états des réserves exploitables par plage de qualité de quartier chagoura sud au 30/09/2017 [16]

Niveaux	35-40	Fe%	40/45	Fe%	45-50	Fe%	50-55	Fe%	>55	Fe%	<35%	Fe%
980/995												
965/980			2227	42,7	8910	47,2			20269	56,8		
950/965			13365	42,9					10530	57,1	1620	34
935/950			19237	43,2					6480	56,7		
920/935			7495	44,5	20173	48,1	51635	52,4				
905/920	10421	37,4	11313,5	43,8	20213	48,0	135675	53,4			7695	34
890/905	1822	36,7	3645	42,9	15147	49,6	26652	53,7				
875/890	12700	38,7	27200	41,7	7900	47,7	42000	52,8	449	56,5	4327	33,9
860/875	3750	36,4	26838		76685		44224	52,9	28795	56,0	4383	32,2
845/860	8500	37,5	34100	42,8	29100	46,3	73400	52	25925	57,4	41504	30,5
830/845	2795	38,85	23600	42,3	38800	48,3	77575	52,7	24100	56,3	30000	29,4
815/830	13800	39,2	60700	42,8	42800	47,3	30200	52,6	39100	57,0	8924	24,6
800/815	47925	39,1	203225	43,2	260173	48,1	60466	53,3	110968	58,0	32198	31,2
785/800	59738	38,8	142802	42,6	225247	47,3	126009	53,4	82619	58,6	20115	31,3
768/785	30847	37,7	242595	41,7	160677	47,8	128337	53,5	84725	58,1	20318	31,5
751/768	48883	36,9	101061	42,9	38880	47,9	78259	53,3	44159	58,0	22640	26,7
733/751	83781	37,2	84132	42,2	49653	47,8	47817	54	33615	55,9	26244	29,6



Figure 7 : le quartier chagoura sud

Le déroulement des travaux et accompagné toujours par l'élargissement et le réaménagement des pistes des niveaux programmés, afin de faciliter l'accès au concasseur 803.

Le minerai doit être acheminé au concasseur 803 avec une distance moyenne de 1028 m [17].

II.1.3 Le quartier sainte barbe (ilot) :

Le quartier de Sainte-Barbe constitue le prolongement vers l'E.N.E des quartiers de Chagoura Sud et Pic. Il est localisé sur la branche Est de la structure en fer à cheval typique du complexe de Ouenza, entre les quartiers de Chagoura Sud et conglomérat. Le gisement de Sainte-Barbe est représenté par des formations carbonatées aptiennes ; il s'étend sur une longueur de 750 m et une largeur avoisinant 300 m [18].

Et ce quartier contient des réserves exploitables et par niveaux selon des plages des teneurs cité dans le tableau suivant [16]:

Tableau 07: états des réserves exploitables par plage de qualité de quartier de sainte barbe (Ilot) au 30/09/2017

Niveaux	35-40	Fe%	40/45	Fe%	45-50	Fe%	50-55	Fe%	<55	Fe%	<35%	Fe%
836/845											5670	30,5
824/836			5934	41,8							29884	31,5
812/824	33939	37,9	22636	41,6	11164	47,9					82555	29,2
800/812	7452	38,3	12312	42,3	11909	47,1	1080	54			14916	26,2
785/800			19170	41,8	1620	46,5	21343	54,8	11249	58,1		
769/785	3888	36,8	49464	42,3	46980	48,5	33966	52,2			3402	29
751/769	41375	36,8			44686	47,7			7182	55,5	22426	34,2
733/751			53433	43,4	105284	47,9	25538	53,5	34884	57,7		
721/733	25056	35,2	3888	40,8	38150	47,1	45224	52,7	13770	55,5	23976	29,6
709/721	8235	39,9	92794	42,1	95932	47,3	114426	53,1	5184	57,0	22653	32,2
697/709	63502	37,7	150545	41,7	68185	47,1	70260	53,1	7614	56,6	16848	34,5
685/697	18164	36,4	122310	41,0	121738	46,2	297359	52,9	27540	56,8	37400	31,9
673/685	13322	37,8	170194	42,5	144626	47,9	236634	52,6	25433	55,8	18954	30
660/673	13770	36,5	121053	42,2	118594	47,7	194811	53	27313	55,5	648	30,5
648/660	6480	36,9	117612	42,3	80188	47,4	225828	52,7	24408	56,7		
636/648			37827	43,2	42930	47,7	193914	52,7	25434	56,2		
624/636			8424	41,0	72738	48,3	134530	52,6	48546	56,3		
612/624							84242	51,5	19764	56,5		
600/612					4536	49,0	64606	53				
588/600	7614	39,8			13365	49,0	76351	52,6				
576/588	19116	39,8	5508	41,9	19602	48,5	29160	51				
565/576	24300	39,7			18468	49,0	46170	51,1				
552/564	3888	39,8			3240	48,2	107750	51,6			2970	



Figure 8 : le quartier saint barbe (ilot)

L'extrait en minerai du quartier Ilot des niveaux inférieurs est transporté vers le concasseur secondaire 660 avec une distance moyenne calculée estimé de 2250 m [16].

Remarque : *cette trois quartiers précédents sont les quartiers actuellement en activité et comprennent les travaux miniers.*

II.1.4 Quartiers Douamis et Hallatif :

L'interprétation des données géologiques existante, a permis de mettre en évidence dans ces deux corps minéralisés localisés au sud et au nord de l'axe du gisement. L'allure générale des corps miniers de Douamis est très régulière et homogène.

La teneur moyenne en fer, contrairement aux autres quartiers est supérieure à 45%.

La teneur moyenne pour les deux corps est quasiment identique, soit 53%. Quant à la teneur en silice, elle est légèrement différente pour les deux corps, c'est-à-dire 5% pour le corps n°1 et 2% pour le corps n°2 qui est situé au sud de l'axe. Le gisement de Douamis se distingue des autres quartiers par la présence de minéraux de cuivre sulfureux (Chalcopyrite, Tétraèdrite) et les carbonates de

cuivre hydratés (Malachite et Azurite).

Cette minéralisation se présente sous forme de mouchetures, parfois en remplissage des microfissurations (Minéralisation secondaire). La teneur en cuivre est très hétérogène. Elle varie de la trace jusqu'à 0.4%. La teneur moyenne pour l'ensemble du gisement de Douamis est de 0.184%.

Pour ce qui est du quartier Hallatif, qui a une liaison directe avec les corps miniers de Douamis, plus de 80% des réserves sont déjà épuisées ce qui reste n'est que les dernières racines des corps principaux. La teneur moyenne en fer dans ce quartier « Hallatif » est quasi identique à celle de Douamis. Notons qu'au niveau de ce gisement existe de la baryte sous forme de filonnet.

Les travaux miniers dans ces deux quartiers est expiré a cause l'épuisement de minerai dans le quartier hallatif et le problème de cuivre dans le quartier douamis [15].

II.1.5 Quartier zerga :

Toute la région est accidentée par un grand nombre de failles de faibles ampleurs et de différentes directions bien marquées par des plans de glissements bien dessinés sur les contacts des roches de types variés avec des réserves exploitables estimées 2350266 tonnes .

Pendant l'exploitation des affaissements ont été observés. L'affaissement le plus important s'est produit à la fin de 1978 dans la partie centrale du quartier, après quoi ce quartier s'est vu presque hors exploitation pendant une longue période Jusqu'à aujourd'hui [16].

II.1.6 Quartier Conglomérat:

Ce quartier représente de rares affleurements se rapportant au trias qui recouvre au NW et SW l'aptien minéralisé d'où les réserves sont de l'ordre :

- **Réserves géologiques :** 6011290 tonnes avec une teneur de 47.4% en fer
- **Réserves exploitables :** 376686 tonnes avec une teneur de 46.6% en fer [15].



Figure 9 : Sites d'Exploitation et Sites d'Exploration au niveau de la mine d'Ouenza

Conclusion :

Sur la base de ce qui a été étudié dans ce chapitre, nous notons que le gisement de l'Ouenza présente une irrégularité dans les teneurs en minéraux utiles, et cette divergence dans les teneurs en fer nécessite une étude détaillée afin de développer une méthode rationnelle et correcte d'exploitation de ce type de gisement.
Dans le chapitre suivant, nous expliquerons l'état actuel de la méthode d'exploitation dans la mine de l'Ouenza.

Chapitre III : La méthode d'exploitation du la mine de l'Ouenza

III.1 Introduction :

Au cours des temps géologiques, des gisements de minerais de différentes natures se sont constitués Depuis l'antiquité, les hommes se sont mis à exploiter ces matériaux en employant différents Procédés d'exploitations.

Généralement, pour extraire un gisement, on a recours à deux sortes d'exploitation

- Soit l'exploitation à ciel ouvert (en carrière)
- Soit l'exploitation en souterrain

On appelle carrière ou découverte l'ensemble des ouvrages réalisés pour l'exploitation des gisements minéraux à ciel ouvert .Elle est exploitée à l'air libre, soit à flanc de colline, soit dans une fosse qui va en s'approfondissant et en s'élargissant.

Les gisements minéraux sont exploités à ciel ouvert lorsqu'ils reposent à une faible profondeur et quand le prix de revient du minéral utile ainsi extrait est inférieur à celui qu'on obtiendrait en employant l'exploitation souterraine.

Dans le cas de la mine d'Ouenza l'extraire de gisement est par l'exploitation à ciel ouvert.

III.2 exploitation a ciel ouvert :

L'exploitation d'une mine à ciel ouvert (MCO ou « open pit » en anglais) consiste à exploiter le minerai depuis une excavation créée en surface après avoir enlevé les matériaux stériles qui le surmontent. Les MCO concernent l'exploitation de parties de gisement situées proches de la surface topographique (typiquement entre 0 et 400 m de profondeur).

On distingue classiquement, selon la disposition des zones minéralisées :

- Exploitations en découverte (lorsque le gisement est stratiforme, peu profond et s'étend sur une grande surface horizontale).
- Exploitations en fosse (lorsque le gisement s'enfonce dans le sous-sol avec une extension latérale réduite) [19].

Les exploitations à ciel ouvert requièrent généralement des engins de chantier aux gabarits imposants et peu communs aux autres secteurs de l'industrie (pelles, roues-pelles, draglines, tombereaux, foreuses)[19].

III.3 Les caractéristiques géométriques des ouvrages :

- Hauteur moyenne du gradin en exploitation Hg = 15 m
- Largeur des bermes de travail, Btr = 30 m**.**
- Largeur de la berme de sécurité = 5 m
- Largeur de la piste de roulage EST de 12 m
- La pente de la piste de roulage varie de 08 à 10 %
- Angle de talus du gradin ET l'angle du bord final d'exploitation**:** 70°

Dans le cas du gisement de l'Ouenza :

- Pour le minerai de fer - hématite
- Angle du talus : 65 à 70°
- Angle du bord final moyen: 55°
- Pour le stérile
- Angle du talus: de 65° à 70°
- Angle du bord final : 55°[20]

III.3 Organisation des opérations d'extraction :

Les exploitations à ciel ouvert requièrent généralement des engins de chantier Imposants et peu communs aux autres secteurs de l'industrie (pelles, chargeuses camion, tombereaux, foreuses).

Tout exploitation en MCO (mine a ciel ouvert) comprend les étapes de travail suivantes:

III.3.1 Travaux d'abattage :

Tenant compte des caractéristiques physico mécaniques de la roche à extraire, l'abattage se fera par la Méthode de foration et de tir à l'explosif pour l'extraction du minerai et du stérile.

III.3.2 Foration :

Le gradin destiné à l'exploitation fait l'objet d'un découpage ; Juste après les travaux d'ouverture et de terrassement; c'est le rôle du topographe qui vient pour implanter les trous d'abattage selon la maille indiqué sur le plan de tir transmis a la direction des mines et de l'industrie de la wilaya de Tébessa : il reporte la

disposition des rangées sur un plan en précisant: les limites du front, la maille. La sur-profondeur, le numéro de la volée, les coordonnées et l'angle du talus.

La représentation de toutes ces informations sur un plan constitue ce qu'on appelle : le plan de foration ; qui sera transmis aux structures d'abattage pour élaboration du plan de tir de la grosse volet et la structure du contrôle de qualité pour traitement , Pour ce faire, des moyens modernes et puissants ont été utilisés dans la mine d'Ouenza et sont [21]:

III.3.2.1 Foreuse pneumatique :

Une seule foreuse de ce type qui est utilisé et le model Ingersoll Rand 10 -2004 et nous montrons dans le tableau suivant ses caractéristiques les plus importantes :

Tableau 08 : les caractéristiques d'une sondeuse de type Ingersoll Rand 10 - 2004[14]

N°	Caractéristique de ce type de foreuse	
01	TYPE	T4BH 900HR4
02	ANNEE	2004
03	moteur (cv)	HP 525
04	Marque du moteur	CAT 3408
05	tonne/ cycle/H	15 m/h
06	Vitesse (ch) Km pH	30
07	H-de vie-rebuilt	30000



Figure 10 : sondeuse de type ingersoll-rand T4BH

III.3.2.2 Foreuses sur chenille :

Une seule foreuse de ce type qui est utilisé et le model Atlas Copco ROC L8 - 2-2008, La chenille descendante pour une productivité élevée dans les carrières et les mines à ciel ouvert De Diamètre : 110-165 mm, dont les caractéristiques techniques sont représentées dans le tableau suivant [22]:

Tableau 9: les caractéristiques d'une sondeuse de type Atlas Copco ROC L8 - 2-2008.

Paramètres	Valeur	Unités
Moteur	CAT C13 diesel	
Mécanisme de travail	Sur chenille	
Diamètre de trou foré	165	mm
Vitesse de rotation du trépan	177	Tour/min

Vitesse de forage	30-80	Tour/min
Longueur de la tige	5	M
Vitesse de déplacement	3.5	Km/h
Angle de forage	60-90	Degré (°)
Profondeur maximale de forage	75	M
Poids de la sondeuse	22700	Kg
Pousse axiale	25	Bar
Marteau perforateur hydraulique	COP45 GE	



Figure 11 : sondeuse de type atlas copco ROC L8 - 2-2008.

III.3.3 Travaux d'abattages :

L'objectif d'abattage est la fragmentation des roches afin de répondre aux exigences des matériaux destinés à l'alimentation des concasseurs et à l'extraction des matériaux stériles au moindre coût dans des conditions sécuritaire.

L'abattage à l'explosif Il existe deux types utilisé :

- le tire électrique.
- le tire pyrotechnique

La différence entre ces deux types de tir apparait dans la mise à feu dont le premier se déclenche à l'aide d'un fil électrique et un exploseur, alors que le deuxième se déclenche à l'aide d'une mèche lente [18]

Dans le tableau suivant nous allons montrer les paramètres de tir utilisés dans la mine d'Ouenza [15]:

Tableau 10 : paramètre de tir utilisé dans la mine d'Ouenza

Paramètre	Unité	Valeurs
Hauteur de gradin (H)	m	15
Diamètre de foration (D)	mm	165
Inclinaison du trou	Degré	90
Ligne de moindre résistance(D)	m	5-6
Distance entre les trous (a)	m	4-5
Largeur de sous forage	m	02
Longueur de trou	m	17
Longueur de bourrage	m	5.5

Longueur de la charge	m	11.5
Volume abattus par trou	m3	250
Consommation spécifique d'explosif	Kg/m3	0.5
Quantité de la charge par trou	Kg	175
La charge est constitué de :		
Anfomil	Kg	123
Marmanite	Kg	53
Mise à feu	Électro-détonateur à micro retard et cordeau détonant	

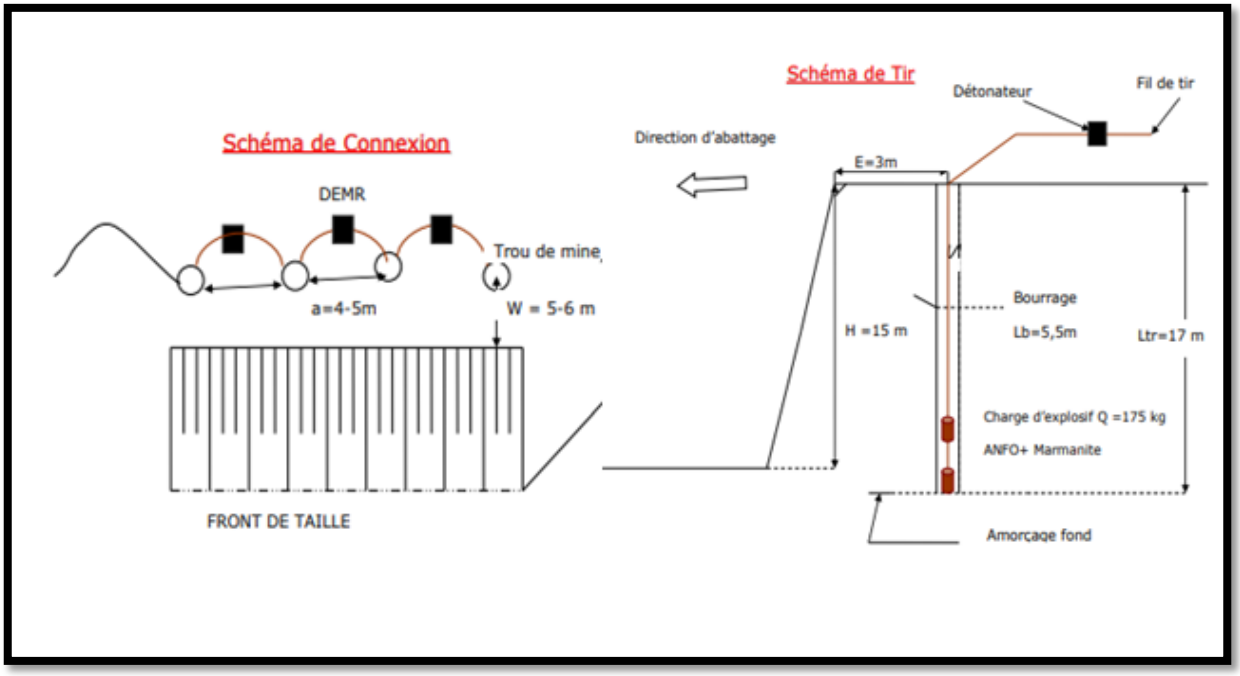


Figure 12 : schéma de tir et de connexion du la mine de l'Ouenza

III.3.4 Le couple de chargement et transport :

III.3.4.1 le chargement :

Le fonctionnement d'une mine à ciel ouvert est conçu et organisé au tour des engins choisi pour le chargement des matériaux ; de leur choix dépend pratiquement de celui des autres matériels sets leur mise en œuvre, Considéré comme maillon principal de la chaine technologique d'exploitation minière à ciel ouvert, l'engin de chargement définit le niveau de production d'une mine à ciel ouvert, La détermination du type d'engin d'excavation et de chargement se base sur les facteurs suivant :

- La nature des matériaux.
- La méthode d'exploitation.
- La production envisagée.
- Les mesures de sécurité.

L'adoption des engins de grandes capacités est conditionnée par les dimensions et les réserves importantes du gisement [23].

Dans les conditions de la mine de l'Ouenza, les travaux de chargement s'effectuent à l'aide De deux types de chargeuses : Chargeuse sur pneu et pelles mécaniques (rétro) qui font deux opérations à la fois, l'extraction et le chargement de la masse abattue, et Les tableaux suivants montrent les caractéristiques de cet équipement :

Tableau 11 : fiche technique de la pelle Liebherr R 9100 [24]

Caractéristique de la pelle	
Poids	108.5 t
Capacité de godet	6,8 m^3
Largeur de patins	600 mm
Max porté	13 m
Prof de dragage	7.15 m
force d`extraction	404 kn
Puissance du moteur	565 kW
Vitesse de déplacement	0-3,5 km / h



Figure 13 : pelle Liebherr R 9100 au front de taille

Tableau 12 : fiche technique de la chargeuse de type CAT 990K - 7 2017 [25]

Caractéristique de la chargeuse	
Poids	80.97 t
Pneumatiques standard	45/65 R39
Largeur d` godet	4.61 m
Capacité du godet min.	7.4 m^3
Capacité du godet max.	14.9 m^3
Longueur de transport	13.07 m
Largeur de transport	4.45 m
Hauteur de transport	5.24 m
Vitesse	24.5 km/h
Déversement hauteur max.	4.06 m
Rayon de braquage à l'extérieur	10.38 m
Puissance de levage	589.9 Kn
Puissance du moteur	521 KW



Figure 14 : chargeuse CAT 990K - 7 2017

III.3.4.2 le transport :

Dans les mines à ciel ouvert l'objectif de transport est le déplacement des charges « soit minéraux utiles, soit roches stériles » depuis les fronts de travail vers les lieux de déchargement (stocke, usine de traitement, station de concassage) pour (les substances utiles, et les terrils pour les roches encaissantes (stériles).

Le transport de minerai dans la mine de l'Ouenza il est montré dans le schéma suivant :

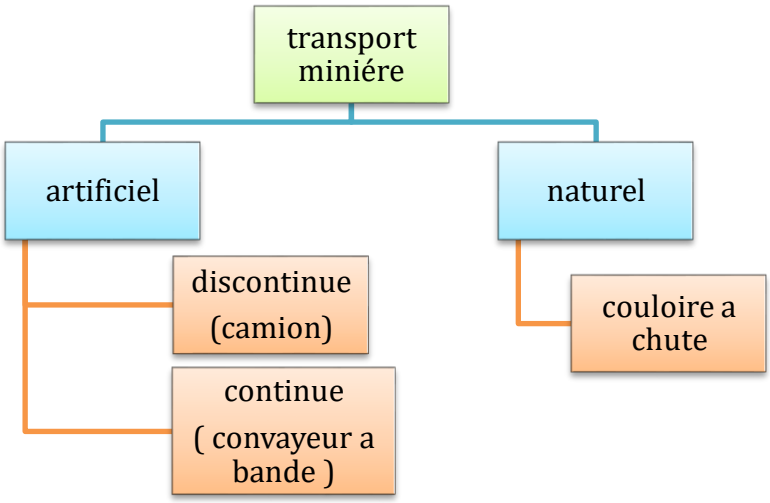


Schéma 1 : le transport dans la mine de l'Ouenza

***Remarque** : le couloir a chute dans la mine de l'Ouenza inactif Parce qu'il est venu en des gradins avec des réserves exploitables, Et aussi en raison du risque de chute de l'équipement.*

Au niveau da la mine de Ouenza, l'engin de transport discontinue utilisé est des camions de type Caterpillar 775G et pour transport continue le convoyeur a bande**.**

À notre tour, nous mentionnerons les caractéristiques les plus importants de ces moyens dans les tableaux suivants pour mieux les connaître.

Tableau 13: fiche technique d'un camion de type Caterpillar 775G [26]

Caractéristique du camion	
poids	50.2 t
Pneumatiques standard	24.00 R35
Capacité benne	42.2 m^3
Charge utile	63.674 t

Longueur de transport	10.151 m
Largeur de transport	4.411 m
Hauteur de transport	4.457 m
Vitesse	66.9 km/h
Rayon de braquage à l'extérieur	26.1 m
Puissance du moteur	615 kW



Figure 15 : camion de type cat 775G

Le minerai est achemine à la gare du chemin de fer par convoyeur à bonde à une longueur de (2380m) avec Un contrôle systématique est effectué par un surveillant pour détecter les anomalies constatées concernant l'acheminement du produit concassé y compris la granulométrie et la salissure [18].



Figure 16 : convoyeur à bonde

● Fiche techniques pour partie de convoyeur à bande utilisée [27]:

Transporteur T4 bis :
Tapis largeur (4 plis) …1000 mm
Epaisseur 15 mm
Entraxe des tambours extrêmes … 12.50 m
La vitesse 2 m/s
Marque (bandes d'origine 4 plis) Trelleborg
Type : 1000 RTP 400
Revêtement nature … Anti-abrasif
Epaisseur supérieur. 6 mm
Epaisseur inférieur 2 mm

Rouleaux et supports (largeur= 1350 mm)

Support supérieures :

Diamètre……133 mm
Jupe longueur ……380 mm
Nombre de support... 14
Nombre de rouleaux … 42
Ecartement..... 1, 20 m
Auge du support..... 30

Rouleaux Inferieur (Retour Bande):

Diamètre..... 133 mm
Jupe langueur..... 1115 mm
Nombre de Support..... 07
Nombre de rouleaux..... 07
Ecartement..... 03m
Rouleaux Inferieur Auto-centreur
Diamètre..... 133
Jupe longueur ……. 380
Nombre de support ….. 01
Nombre de rouleaux …. 03

Groupes de commandes :

- Moteur.
- Réducteur.
- Accouplement G.V.
- Accouplement P.V.
- Tambour (tambour de commande, tambour de retour).
- 4 paliers

III.3.5 Travaux de terrassement :

Étant donné que le relief de la région est montagneux, Nous avons besoin d'une opération essentielle et pour but :

- Le nettoyage de la différente place de travail.
- Permet d'assures les ouvertures des pistes et les descenderies a fin d'accéder au gisement.
- La préparation des plateformes la ou se déroulent la foration et le chargement.

● Le débouchement de la verse de stérile et l'élargissement de celle de stock de minerai.

Cette opération se fait directement après l'arrivée du minerai au stock par le camion, le bulldozer début du réaménagement et assembler le Minerai au point début du de décharge vers la zone de stock.

Dans la mine d'Ouenza les travaux de terrassement sont réalisés par 5 Bulldozer Caterpillar de type D9N, D9R, D9T, D10N et 02 niveleuse de type GD825A-2, 770G [15].

III.3.5 Le traitement :

Le minerai extrait du massif a une granulométrie qui ne répond pas à l'exigence de transport par convoyeur ou par train, c'est pour cette raison que n'import quelle type de minerai subi un traitement soit mécanique, chimique,…etc.

III.3.5.1 Traitement mécanique:

Dans la carrière de l'Ouenza la première station de concassage est située au niveau (803m). Elle est alimentée par des camions venant des quartiers, le déchargement se fait dans une trémie de réception de capacité de 450 tonnes.

La deuxième station se située au niveau (660m) prés de la gare d'expédition elle se compose des éléments suivants:

●Trémie de réception dont la capacité est de (160/200) tonnes.
●Alimentateur (extracteur).
●concasseur à cône [23].

Ces deux concasseurs stationnaire contient des caractéristique montre dans le tableau suivant:

Tableau 14 : caractéristique de type de concasseur dans la mine d'Ouenza

paramètres	valeurs	Unités
Louverture de concasseur	01	M
densité max de fer	2.7	t/ m^3
Humidité max	02	%
Dimension après concassage	0-300	mm
Débit moyen	900	t/h
poids	200	T
Dimension max	1200	mm

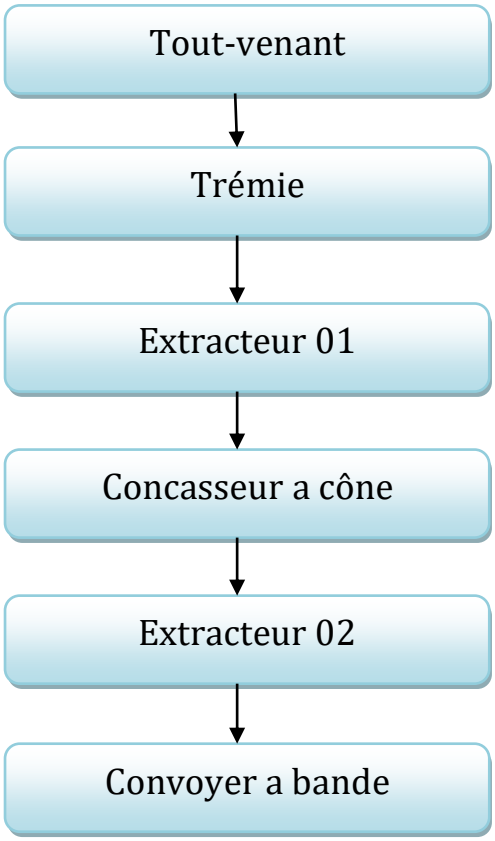


Schéma 2: traitement mécanique de la première station (803).

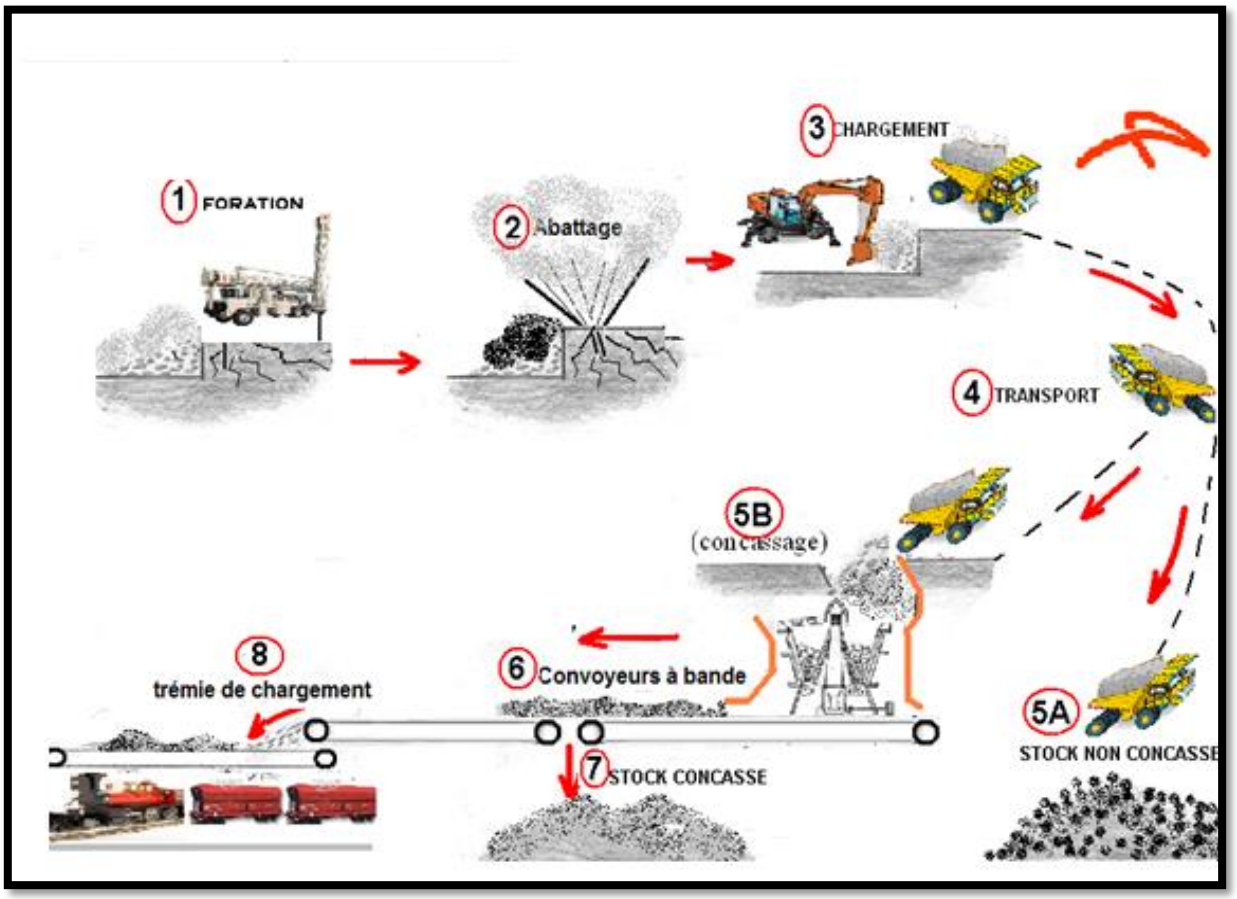


Figure 17 : les étapes d'extraction de minerai de fer de la mine de l'Ouenza

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons brièvement discuté des étapes que la mine suit dans le processus de production en fonction des conditions actuelles et des possibilités disponibles dans la mine du forage et du tir et abattage puis du processus de chargement et de transport, qui se déroule en deux étapes différentes :

la première au niveau de front de taille , La deuxième est au niveau du stock non concassé sur lequel la mine s'appuie dans le processus de mixage pour assurer la qualité du minerai requis selon les exigences industrielles ainsi que les processus de terrassement et la gestion du stock non concassé.

Dans le chapitre suivant, nous allons critiquer et analyser des avantages et inconvénients de la méthode actuelle d'exploitation et mettre en évidence les défauts de la technique de mixage actuellement utilisée.

Chapitre IV : analyse et critique de l'état actuelle de l'exploitation dans la mine de fer d'Ouenza

IV .1 Introduction :

La variabilité morphologique du corps du gisement de l'Ouenza ainsi que l'irrégularité des teneurs minérales bénéfiques dans les quartiers en activités ce qui est un obstacle en termes d'économie en général et de duré de vie de la mine en particulier nécessitent des études scientifiques pour trouver une solution à ce problème.

Dans ce chapitre, nous examinons certaines des solutions proposées et travaillons en ce moment pour résoudre ce problème**.**

IV.2 l'état de gestion de stock utilisé par la mine :

Le premier est au niveau de la mine Créer des zones de stockage à proximité de station de concassage dédiées à chaque type de minerai de fer (teneur riche, pauvre et moyenne).

Avant l'abattage, des échantillons de la poussière qui sort pendant le processus de forage sont prélevés dans chaque trou et traités dans un laboratoire dédié pour déterminer la teneur moyenne de ce volume, nous allons abattre.

Si la teneur en fer de ce volume qui sera détruit est riche, nous effectuons une opération de compensation à partir du stock pauvre et moyen dans le composant pour stabiliser la concentration en fonction des conditions industrielles où les camions transportent le minerai détruit à station de concassage et en retour il y a un camion qui effectue le processus de compensation à partir du stock nécessaire. Et le déchargement est au niveau de la trémie du concasseur.

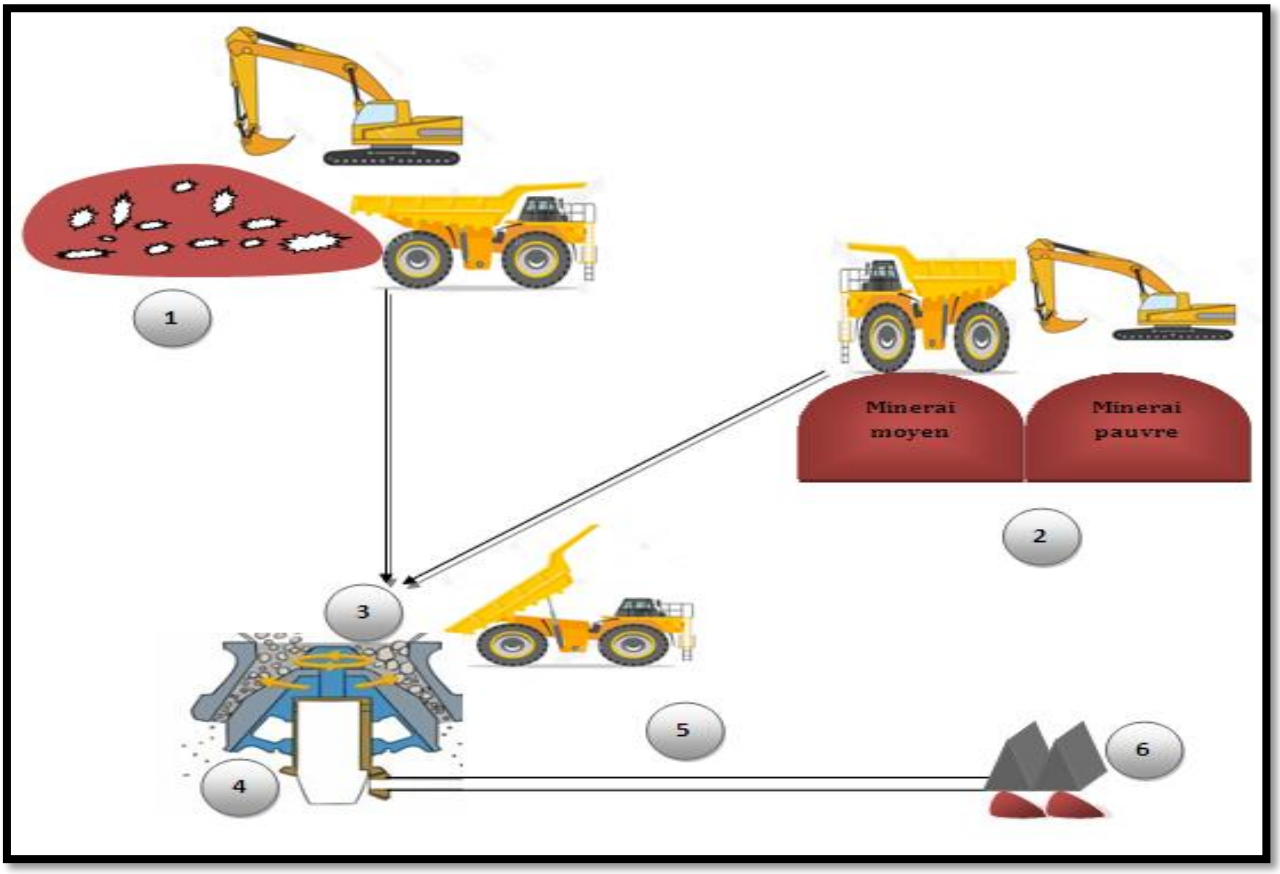


Figure 18 : Processus de compensation des stocks pauvre et moyens en termes de concentration

1- le tat abattu

2- les stocks non concassé

3- diversement au niveau de trémie de concasseur

4- concasseur

5-convoyeur a bande

6- Le stock d'expédition

Lorsque la teneur en fer de ce volume à détruire est pauvre, nous effectuons une opération de compensation à partir du stock riche et moyen du composant pour stabiliser la concentration comme le montre le contraste de la figure:

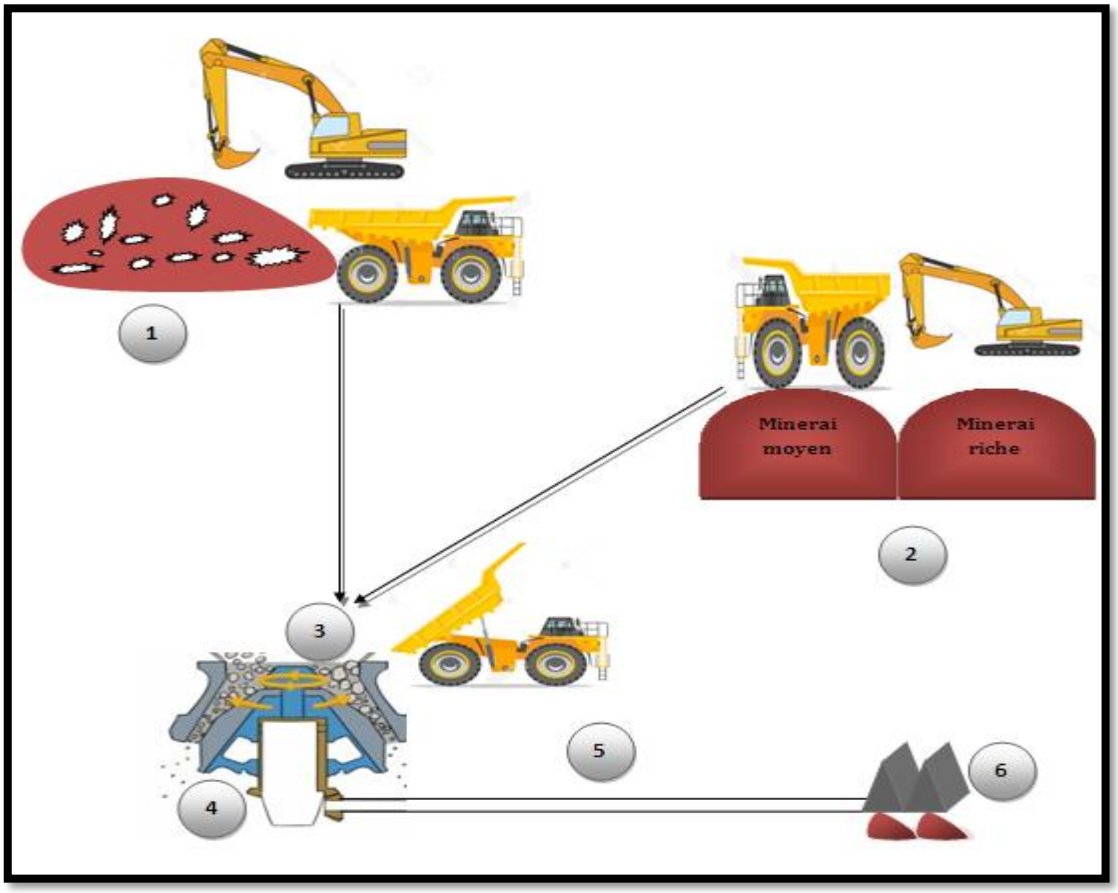


Figure 19 : Processus de compensation des stocks riche et moyens en termes de concentration

Finalement Lorsque la teneur en fer du volume à détruire est moyenne, nous effectuons le processus de compensation à partir du stock riche et pauvre du composant pour stabiliser la concentration Et le processus de chargement et de transport du minerai du front de taille et du stock requis pour compenser à la

trémie du concasseur se fait de la même manière et avec le même équipement et la figure suivante le montre.

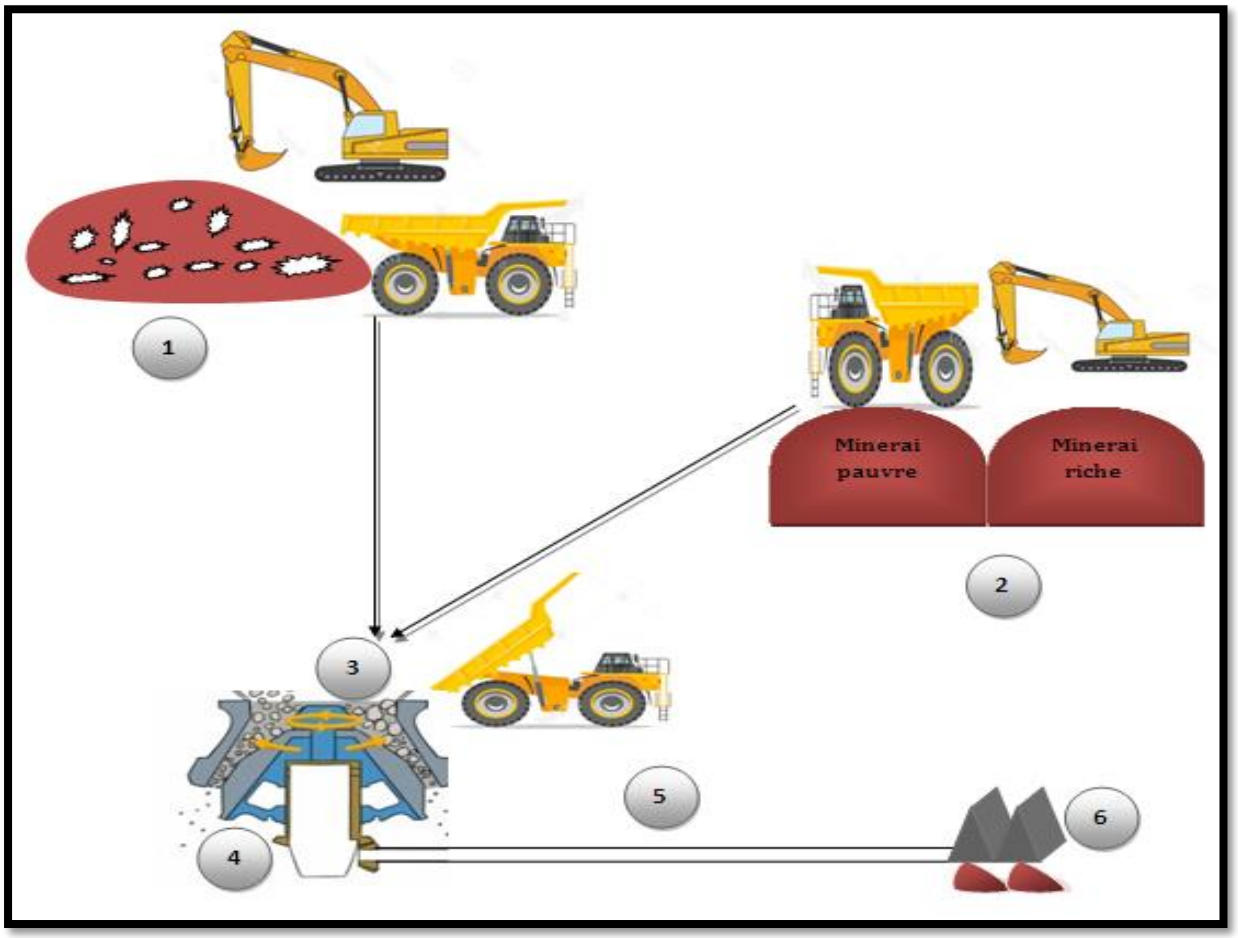


Figure 20 : Processus de compensation des stocks pauvre et riche en termes de concentration

Remarque:

Comme il n'y a pas de fichier ou de référence parlant du processus de mixage pour améliorer la qualité du minerai de fer dans la mine d'Ouenza , nous avons essayé de

l'exprimer bien sûr après notre entretien avec l'ingénieur d'exploitation et les opérateurs et en tenant compte de ce qu'ils nous ont expliqué et nous avons consolidé les informations avec des schémas pour définir davantage le processus.

IV .3 état des stocks non concassés au niveau de la mine de l'Ouenza :

Aux alentours de la mine nous avons des stocks en minerai (triage), il se différent en qualité et en quantité, et leur dispositions par rapport aux deux concasseurs (803,660) comme cité dans le tableau suivant [23]:

Tableau 15 : les stocks non concassés au niveau de la mine

Stocks	Distances en mètres		Quantité (tonnes)	Qualité (Fe %)
	Concasseur 660	Concasseur 803		
900 chagoura sud	4275	1300	225240	35
882 zerga	3525	800	5120	38
770 zerga	2675	850	52836	39.1
800 6 mai	2600	4425	3520	46
760 stations bull	1650	3450	2620	46
660 douamis	1175	2995	37250	44
Stock 803	2425	250	30000	48
733 ilot	2300	1000	200000	38

670 bouadma	1125	2950	193414	38
Total			750000	37.9



Figure 21: stock non concassé au niveau de la mine de l'Ouenza

La mine d'Ouenza s'appuie également dans le processus de mélange sur le chargement des wagons où le minerai est transporté par convoyeur à bande et versé en piles jusqu'à ce que les wagons soient remplis et ici le mixage se produit.

IV .4 critiques des méthodes présentées :

Malgré ces solutions au niveau minier, elles présentent de nombreux inconvénients et ne constituent pas une solution définitive au problème de l'irrégularité de la teneur en minéraux et des inconvénients de cette dernière :

● Il nécessite un grand nombre d'équipements (chargement et transport) avec répétition des 02 processus.

● Le processus de création des stocks non concassé nécessite des équipements de transport et de chargement, ainsi qu'un bulldozer et une niveleuse pour régler ces stocks afin que le camion puisse décharger à nouveau et que le stock n'attrape pas une grande surface et ne soit pas un obstacle au mouvement d'autres équipements.

● le processus de création de ces stocks génère beaucoup de poussière, ce qui nécessite beaucoup d'arrosage, étant donné que la ville est très proche de la mine et La consommation annuelle utilisée pour l'arrosage des pistes exploitables atteindre les **40 000 m3/année**

● l'homogénéisation se fait de manière aléatoire. Il n'ya pas de nombre ou de quantité exacte.

● Le processus de mixage se fait avant le concassage où les granulométries sont des différentes dimensions, et l'hétérogénéité des cette granulométries empêche le processus de mélange parfait

● la teneur exigé de l'usine d'Al-Hajjar est de **48.5**, le processus étant effectué de manière aléatoire, la probabilité que la qualité de cette dernière soit inférieure, égale ou supérieure a la qualité requise dans les conditions industrielles.

Selon les informations obtenues de l'usine Al Hajjar :

Pour chaque livraison un taux de fer inférieur a 49% on applique une pénalité de **100 DA /T** pour chaque pourcent en moins.

Il existe un indicateur appelé **« indice de basicité »** Il fonctionne comme cela :

IP> 1.8 on applique une pénalité de **100 DA/T.**

Les envois reçus dont les teneurs inférieur a **44 %** ne serons pas contabilisées et serons a la charge de la mine.

Conclusion :

Sur la base de cette étude et malgré la consommation excessive d'équipements de chargement, de transport et de tassement, ainsi que l'équipement pour l'arrosage pour protéger l'environnement, cette méthode n'a pas montré son efficacité et n'a pas permis de stabiliser la qualité du minerai de manière à répondre aux conditions industrielles de l'usine d' El-Hadjar et cela entraine à des

pertes financières pour la mine, Aussi que Le processus de mixage qui est effectué avant le processus de concassage , au niveau de trémie du concasseur, qui est effectué sur des granulats de grandes dimensions jusqu'à 1200 mm, ce qui empêche d'obtenir un mélange homogène en termes de qualité.

Par conséquent, Ainsi il est devenu nécessaire de chercher un moyen de résoudre ces deux problèmes de manière à assurer une consommation raisonnable d'équipements et assurer la qualité acceptable industriellement et sur cette base, nous aborderons dans le chapitre suivant une nouvelle méthode qui raccourcit ces processus répétitifs (chargement et transport et terrassement) et assure pour donner une qualité exigée.

Donc, en utilisant la méthode de concassage avant le mixage avec l'utilisation de la technologie moderne rail-veyor comme un moyen de transport et de mixage.

Chapitre V : caractéristique de la technologie rail-veyor de transport dans les mines

V.1 Introduction :

Les procédés et agencements pour déplacer des matériaux en vrac dans des trains conventionnels, des camions, des bandes transporteuses, des tramways aériens ou sous forme de boue dans un pipeline sont bien connus et sont généralement utilisés dans diverses industries en raison des besoins ou de l'expérience spécifiques au site. Dans les industries des minéraux et des agrégats, par exemple, les matériaux en vrac sont déplacés des sites miniers ou d'extraction vers une installation de traitement pour être améliorés ou dimensionnés. Les camions étaient le système de choix depuis de nombreuses années pour le transport de matériaux en vrac. Les camions ont été agrandis pour les véhicules tout-terrain en raison de leur transport efficace de matériaux en vrac et de leur capacité accrue. Ces véhicules, cependant, sont limités à des applications spécifiques au site et sont fournis à un coût en capital élevé. Les grands camions tout-terrain ont évolué et nécessitent des routes très larges pour se croiser

Bien que le déplacement d'un endroit à un autre puisse être rentable, le coût supplémentaire de chargement et de déchargement d'un lot lors du transport sur des distances plus courtes au niveau de la mine de l'Ouenza réduit sa rentabilité et ne trouve pas de solution à la variabilité et à l'irrégularité de la qualité du minerai, de sorte que la technologie moderne Rail-veyor a été proposée.

V.2 Historique :

Le système de train léger Rail-Veyor a été démontré pour la première fois par son inventeur, Mike Dibble, en collaboration avec le Florida Institute of Phosphate Research de 1999 à 2001. Depuis lors, il a été installé commercialement par Harmony Gold dans sa mine d'or de Phakisaà Free State en Afrique du Sud [28].

L'entrepreneur canadien Risto Laamanen a incorporé l'entreprise, a obtenu les droits de distribution mondiaux et a mis en place un deuxième site de démonstration et de test avec Vale SA à leur mine Frood Stobie à Sudbury, Ontario, Canada en 2008[29].

Suite à des essais réussis du système sur le site d'essai de Frood Stobie, un système Rail-Veyor a été installé à la mine de corps de minerai 114 de Copper Cliff Mine de Vale et est devenu opérationnel en 2012[30], avec l'intention d'utiliser le système Rail-Veyor comme technologie habilitante pour le développement rapide de lamine et la production à grande vitesse [31].

Risto Laamanen est décédé le 7 juillet 2009[32] mais la famille Laamanen continue d'être de grands investisseurs dans la société privée Rail-Veyor Technologies Global Inc., avec des investisseurs du Canada et des États-Unis d'Amérique.

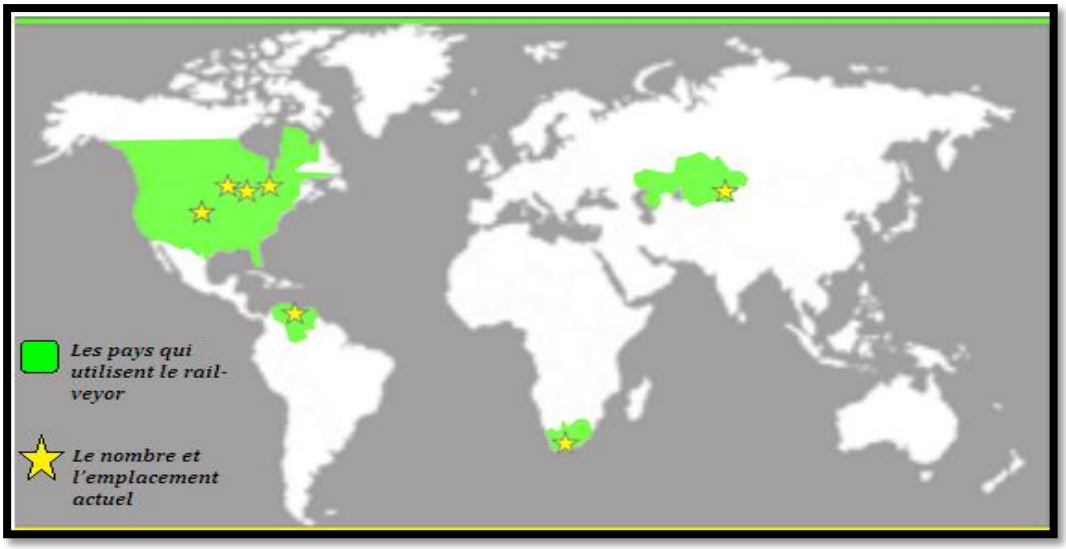


Figure 22 : vue globale de rail-veyor

V.3 Description de rail-veyor :

Rail-Veyor, une technologie innovante combinant la flexibilité du transport par camion et l'efficacité énergétique des convoyeurs et des voies ferrées, et une offre aux opérateurs miniers et aux autres manutentionnaires la possibilité de réduire considérablement les coûts d'exploitation.

Rail-Veyor, un système innovant qui utilise des trains automatisés sur des rails légers évolutifs et faciles à installer, s'est imposé comme la solution de transport la plus prometteuse pour la mine de demain. Les systèmes Rail-Veyor peuvent être installés à la place ou en conjonction avec des systèmes de transport traditionnels et conviennent pour une utilisation dans une grande variété d'applications :

- Exploitation minière à ciel ouvert
- Extraction souterraine de hard-rock
- Manutention des agrégats
- Exploitation des carrières

Offrant une combinaison vraiment unique de flexibilité, d'efficacité et de fiabilité, Rail-Veyor fournit une solution qui peut apporter des emplois et des opérations rentables à des sites miniers autrement impossibles [33].



Figure 23 : système de rail-veyor

V.4 Procédé de commande d'un système de transport rail-veyor :

Un train est entraîné par des stations d'entraînement positionnées le long d'une voie pour entrer en contact par friction avec les plaques latérales du train. La vitesse d'entraînement est commandée en réponse à des capteurs situés à chaque poste d'entraînement détectant une position d'une roue et d'une plaque latérale pour confirmer la présence du train. Une commande de démarrage est transmise de la station d'entraînement entraînant le train à une deuxième station d'entraînement en aval lorsqu'une voiture de tête se trouve à une distance présélectionnée de la deuxième station d'entraînement. La station d'entraînement au niveau de la seconde station d'entraînement est rapidement accélérée jusqu'à une vitesse cible pour synchroniser la première station d'entraînement avec la seconde station d'entraînement. Après avoir reçu le train, la deuxième station d'entraînement transmet alors une commande d'arrêt à la première station d'entraînement Pour une décélération rapide de la station d'entraînement jusqu'à l'arrêt **[34]**

V.5 Efficience et efficacité de rail-veyor :

Les systèmes de transport de matériaux Rail-Veyor offrent une gamme d'avantages, sans les compromis associés aux méthodes de transport traditionnelles. Alors que d'autres solutions obligent les opérateurs à accepter une consommation d'énergie élevée, des dépenses d'investissement élevées ou des fonctionnalités limitées, Rail-Veyor offre une efficacité énergétique, une installation flexible et une facilité d'utilisation dans pratiquement toutes les conditions d'exploitation.

V.5.1 L'Efficacité Énergétique :

Parmi les nombreux avantages de la technologie ferroviaire, l'efficacité énergétique est peut-être le plus important. Les systèmes Rail-Veyor utilisent une fraction de l'énergie consommée par les camions de transport et se comparent également favorablement aux convoyeurs traditionnels. La conception innovante de Rail-Veyor offre plusieurs avantages par rapport aux autres solutions de transport de matériaux [34].

La technologie Rail-Veyor permet des rapports de charge utile / poids similaires ou supérieurs à ceux des convoyeurs traditionnels, ce qui signifie que la majeure partie de l'énergie consommée (généralement75% ou plus) est utilisé pour déplacer du matériel, plutôt que d'être utilisé pour déplacer le mécanisme de transport lui-même.

Les systèmes Rail-Veyor peuvent tirer parti de la gravité sur la pente descendante pour régénérer l'électricité, réduisant considérablement les apports d'énergie nécessaires pour déplacer le matériau [34].

V.6 Caractéristique de rail-veyor :

Cette technologie moderne, en dehors des autres technologies de transport utilisées dans le monde minier, présente de nombreuses caractéristiques qui lui ont donné une telle efficacité.

V.6.1 Flexibilité:

En plus de leur efficacité énergétique inégalée, les systèmes Rail-Veyor offrent un haut degré de flexibilité, permettant aux exploitants de mines et autres manutentionnaires de mettre en œuvre et de reconfigurer leurs systèmes de transport en fonction de leurs besoins commerciaux

V.6.2 Installation facile :

Installation facile: Les rails Rail-Veyor sont assemblés à l'aide d'agrafes en acier entre les rails et les traverses, ce qui permet une installation et un déplacement rapides. L'assemblage du train est également facile, ne nécessitant qu'une simple connexion par broche de chape entre une voiture et la suivante.

V.6.3 Moins de pièces, moins d'entretien:

Camion d'entretien est fréquent, complexe, avec des révisions majeures et nécessite souvent des techniciens experts. Les composants Rail-Veyor sont très durables et faciles à remplacer lorsque l'entretien est nécessaire[35].

V.6.4 Formation rapide :

Bien que les conducteurs de camions de transport doivent être titulaires d'un permis et hautement qualifiés, l'exploitation d'un système Rail-Veyor ne nécessite aucune formation ou certification spéciale. Les commandes sont basées sur ordinateur ou tablette et peuvent être manipulées à distance par un seul opérateur**.**

V.6.5Portabilité facile :

Réinstaller ou étendre les postes d'entraînement et la chenille en un seul quart de travail[35].

V.6.6 Déplacement :

• Déplacer ou prolonger les postes de conduite et la voie en un seul quart de travail

• Pas de fondations en béton

V .7 fiche technique d'un rail-veyor :

Chaque machine porte une fiche technique où il est considéré comme une carte d'identité et souvent ce qui est mentionné : le type de machine, la taille, les dimensions, la vitesse, etc. Dans le tableau suivant, nous montrerons la fiche technique pour la technologie moderne (rail-veyor) [36].

Tableau 16 : fiche technique de la technologie moderne (rail-veyor)

Jours par an	350
Heures de travail par jour	24
Densité du matériau (transporté)	(1800 kg / m ^{3})
Coût d'énergie	0,07 $ KWh
Courbe (rayon)	18.3 m
Pente max (grades)	30%
Taille du wagon (largeur)	762mm à 1219 mm

La longueur d'un wagon	2.4m
La Vitesse de déplacement	7.8m/s Où 28km/h
Coefficient de remplissage moyen	1.2

V .8 Avantages Environnementaux :

L'exploitation efficace de Rail-Veyor peut réduire considérablement l'impact d'une mine sur l'environnement (etcoûts connexes) tout en créant un milieu de travail plus sain et plus efficace.

V .8.1 Empreinte carbone réduite:

La conception efficace de Rail-Veyor permet aux mines de déplacer la même quantité de matériaux avec moins d'énergie, réduisant ainsi l'utilisation de combustibles fossiles et l'empreinte carbone de la mine. Lorsque l'électricité est produite à partir de sources d'énergie renouvelables, un système ferroviaire peut être exploité avec un effet minimal sur l'environnement. La réduction des émissions de gaz à effet de serre peut également aider les exploitants miniers à éviter les pénalités financières, car les gouvernements continuent d'accroître la pression sur l'industrie minière alors que certaines juridictions peuvent en fait offrir des incitatifs [33].

V .8.2 absence des particules:

Les camions diesel produisent de grandes quantités d'émissions, réduisant la qualité de l'air sur le site et exposant les travailleurs à une variété de particules dangereuses. Les systèmes Rail-Veyor ne produisent aucune émission, aidant les clients à respecter les normes PM-10 en matière de qualité de l'air et à éviter toute responsabilité potentielle pour les travailleurs' des problèmes de santé.

V .8.3 Moins de bruit, moins de poussière:

Les trains Rail-Veyor sont silencieux et presque sans poussière, créant un environnement de travail plus sûr et plus confortable.

V .8.4 Risque d'incendie réduit:

Rail-Veyor présente un risque d'incendie nettement inférieur à celui des camions ou des convoyeurs diesel, un facteur qui peut être critique dans un environnement clos ou souterrain [33].

V.9 Composition du rail-veyor et en quoi il consiste :

V.9.1 Piste :

La voie de Rail-Veyor peut facilement être installée sur une route légèrement lestée avec rail et traverses en acier qui composent le système de rails.

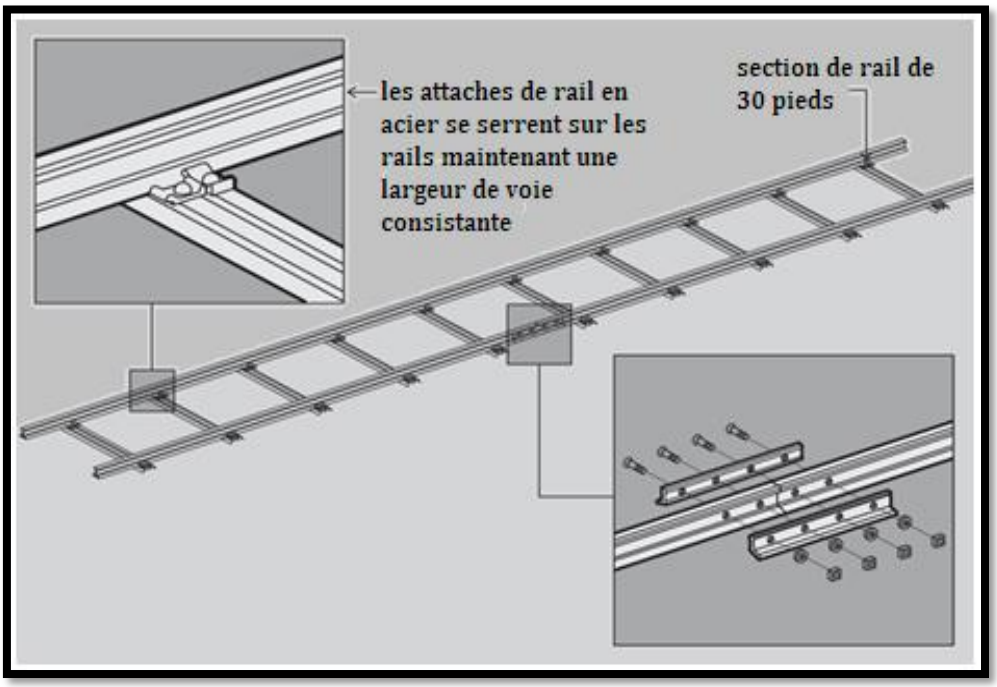


Figure 24 : la piste de rail-veyor

Comme d'autres composants de Rail-Veyor, les voies peuvent être conçues pour répondre aux besoins spécifiques de chaque opérateur. L'écartement, le type de rail et d'autres caractéristiques peuvent être modifiés le cas échéant.

V.9.2 Voiture (wagon) :

Une voiture Rail-Veyor est une cuvette en acier ouverte fixée sur un seul jeu de roues en acier de 16 pouces (41 cm) avec des roulements automobiles robustes. Les voitures sont connectées les unes aux autres avec des chapes en acier et des volets flexibles qui empêchent les fuites de matériaux.

Des plaques d'acier montées à l'extérieur des roues fournissent une surface de contact aux stations d'entraînement pour propulser les voitures le long de la voie [35].

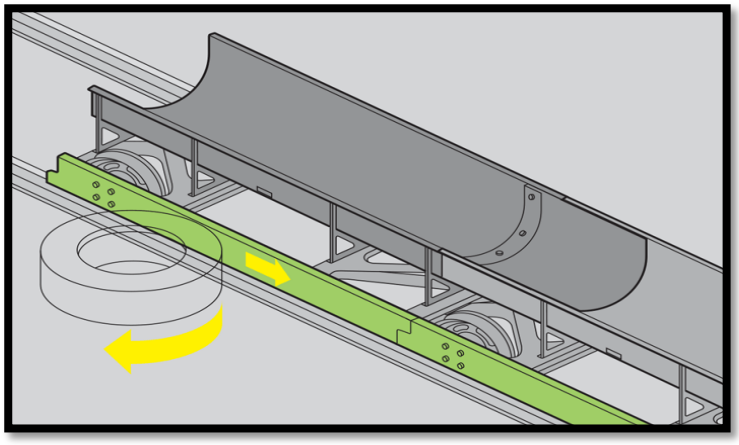


Figure 25 : Rail-Veyor-Voitures

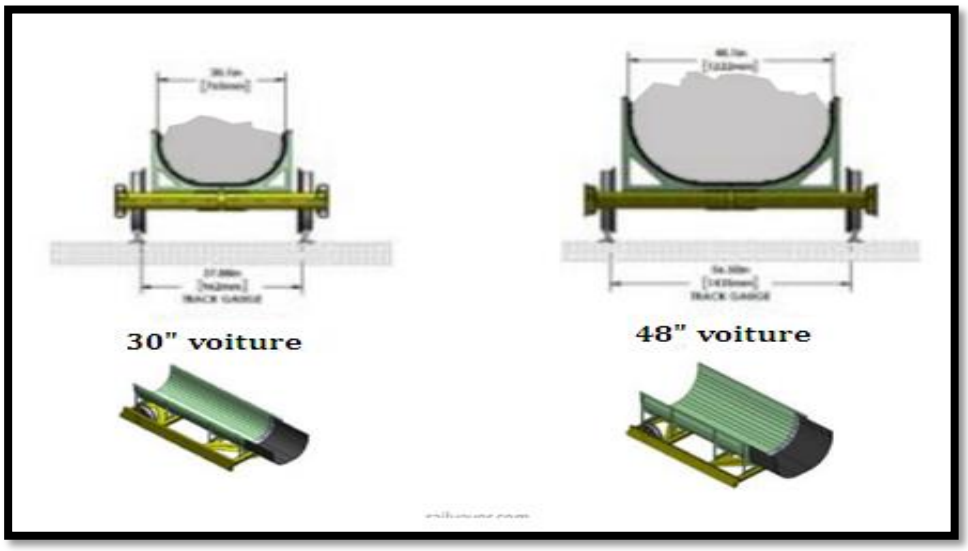


Figure 26 : Standard de 30” (0.765m) – vs - en option 48” (1.222 m)

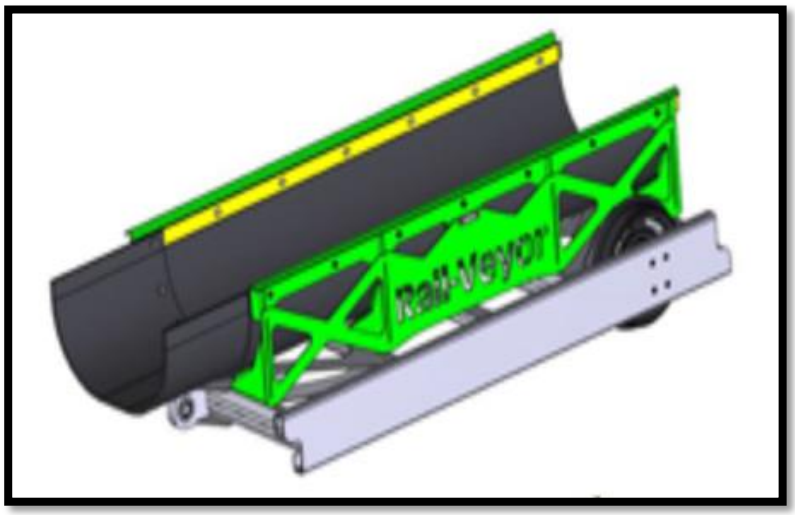


Figure 27 : un wagon Standard de 30" (0.765m) et de 470 KG Tare Poids.

Cette invention peut être incarnée sous de nombreuses formes différentes Il ne doit pas être interprété comme limité à des modes de réalisation et des exemples spécifiques Et l'invention ne doit pas être limitée aux dimensions prescrites ici.

V.9.3 Train :

Plusieurs wagons sont reliés entre eux pour former des trains, dont chacun fonctionne comme un seul creux ouvert. Une voiture de tête, avec quatre roues au lieu de deux, est placée à la tête de chaque train.

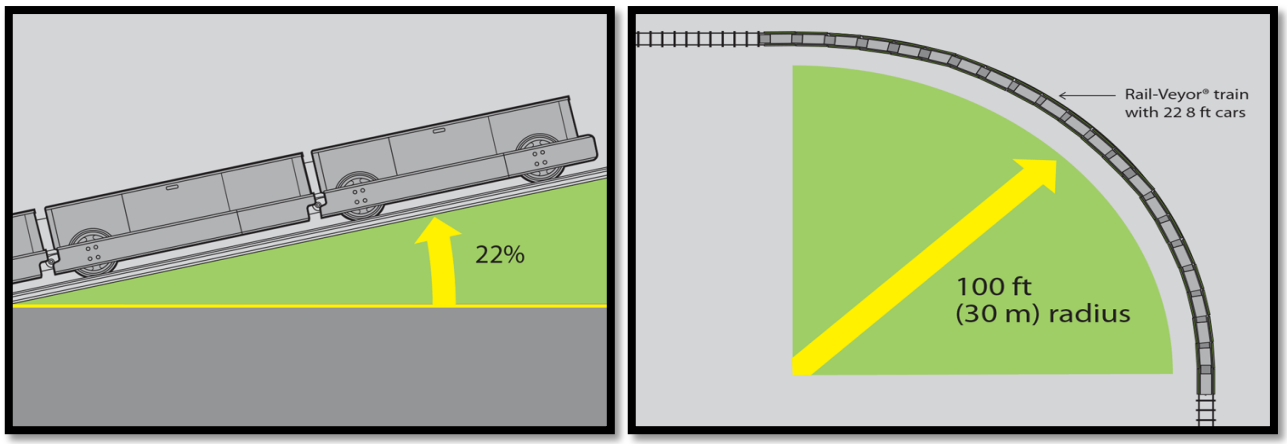


Figure 28 : la Topographie de Rail-Veyor- et le Rayon de braquage

V.9.4 La station de commande :

Le train est fourni par des stations d'entraînement situées à intervalles le long de la voie. Les stations d'entraînement sont constituées de moteurs montés sur des pneus remplis de mousse qui appuient contre les plaques latérales des wagons et les propulsent vers l'avant ou vers l'arrière. Les stations d'entraînement utilisent des systèmes de tension pour assurer une pression d'entraînement appropriée et des armoires de commande électriques utilisant des entraînements à fréquence variable pour contrôler la vitesse de chaque train[35]..



Figure 29 : une station de commande

Les stations d'entraînement ne fonctionnent pas en continu, mais utilisent plutôt des capteurs de proximité pour détecter les trains qui approchent avant d'engager les moteurs. Cette conception permet de réduire la consommation d'énergie et l'usure du moteur, sans compromettre l'efficacité [35].

V.10 Boucle de chargement et de déchargement de rail-veyor :

Le chargement de Rail-Veyor peut être avec une variété de méthodes d'un simple frais généraux trémie / goulotte, un chargeur ou un convoyeur de décharge est Le Taux de chargement et la vitesse du rai-veyor ont appariés pour optimiser des flux de matières [36].



Figure 30: chargement de rail-veyor avec une goulotte

Pour décharger les matériaux, les voitures sont inversées en une boucle continue qui peut être exécutée dans des configurations à 180 ou 360 degrés, se déversant facilement dans une zone de stockage, un camion ou un concasseur [36].

Le matériel se décharge du rail-veyor en inversant le train sur une boucle de décharge, puis en inversant et en retournant au point de chargement.

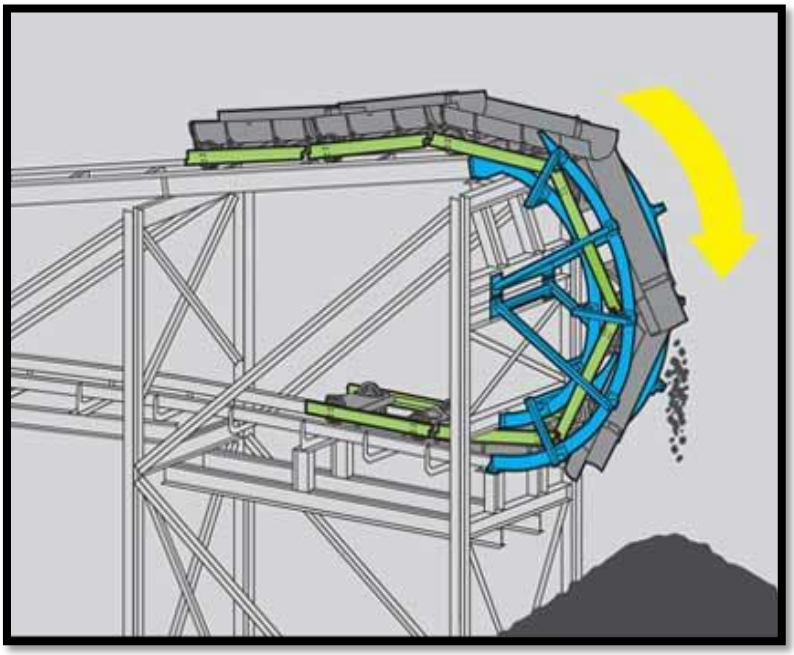


Figure 31 : déchargement de rail-veyor

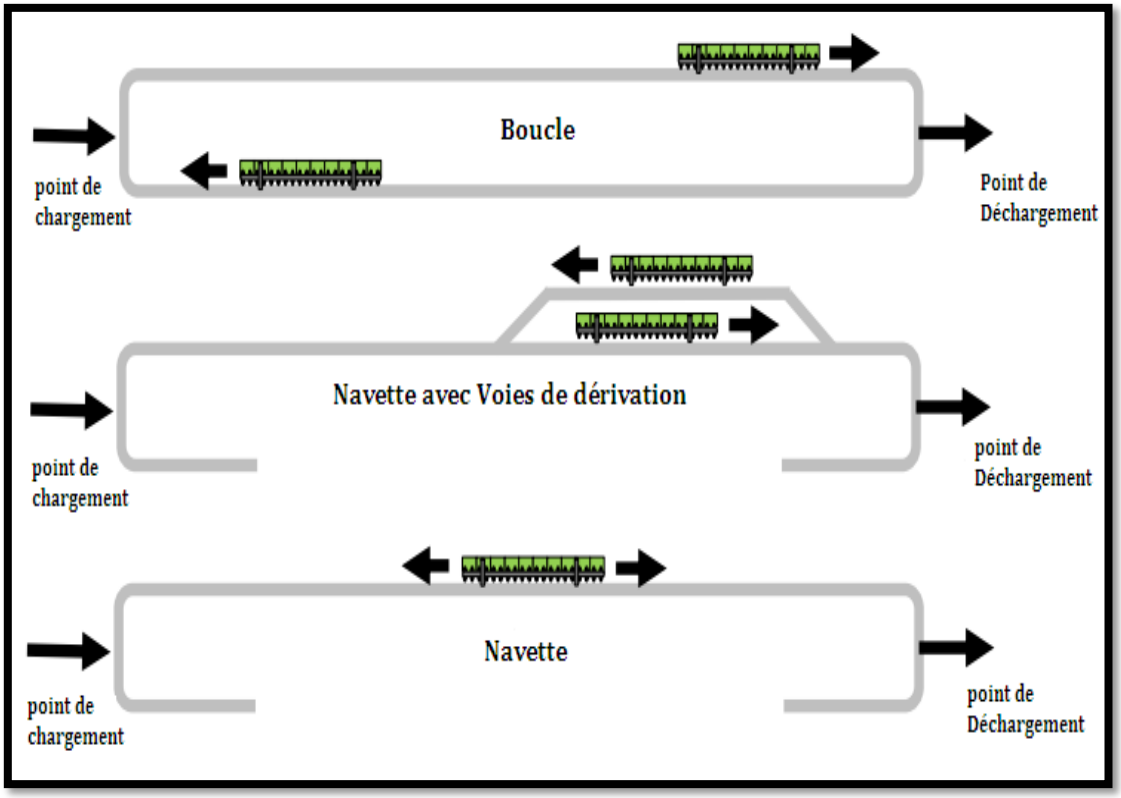


Figure 32 : configuration de rail –veyor

V.11 l'avantage concurrentiel entre les trois moyens de transport dans les mines [37]:

Dans le tableau suivant, nous montrons la différence entre la technologie moderne rail-veyor et le camion et le convoyeur a bande :

Tableau 17 : tableau montrant l'avantage concurrentiel entre les trois moyens de transport dans les mines

	Rail-veyor	Camion	Convoyer
Infrastructure	Léger / Faible Encombrement Installation/Relocalisation faciles	De Grands Espaces Requis Lourd Chaussée	Complexe Permanent
opération	Faible Coût Entièrement Automatisé De puissance sur la Base selon les besoins	Coût Élevé Travail Dépendant Flexible	Coût Moyen Marche/Arrêt continue Rigide
Entretien	Faible Coût Changement de pièce facile La Durée De Vie Des ComposantsBasé Sur l'Inspection.	Coût Élevé Les Révisions, Pneus filtration Lubrification etc. Intensité De Main D'Œuvre	Coût Moyen De nombreuses pièces exclusives 100% vers le bas pour l'entretien
kWh/t.km L'icom* ($/t)	0.025 $0.29	0.501 $1.54	0.068 $0.82

Conclusion :

en conclusion, sur la base des avantages de cette nouvelle technologie qui n'a pas encore été utilisée en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, son utilisation est une solution appropriée qui peut être utilisée pour assurer les deux principales opérations de la mine d'AL OuenzaDu transport et du

mixage avec l'utilisation du système de concasseur mobile avant le chargement pour assurer la qualité du minerai après le processus de mixage et nous aborderons en détail l'utilisation des technologies rail-veyor comme solution optimale pour assurer la qualité du minerai dans la mine d'Ouenza selon les exigences industrielles de l'usine d'Al Hajjar.

Où nous avons mis notre idée à travers une réunion avec des représentants de la société de rail-veyor inc global, ainsi que la présence d'un représentant de somifer, où la réunion a été très riche et nous avons échangé des informations, ainsi que nous avons répondu aux questions sur notre projet et ses perspectives d'avenir.

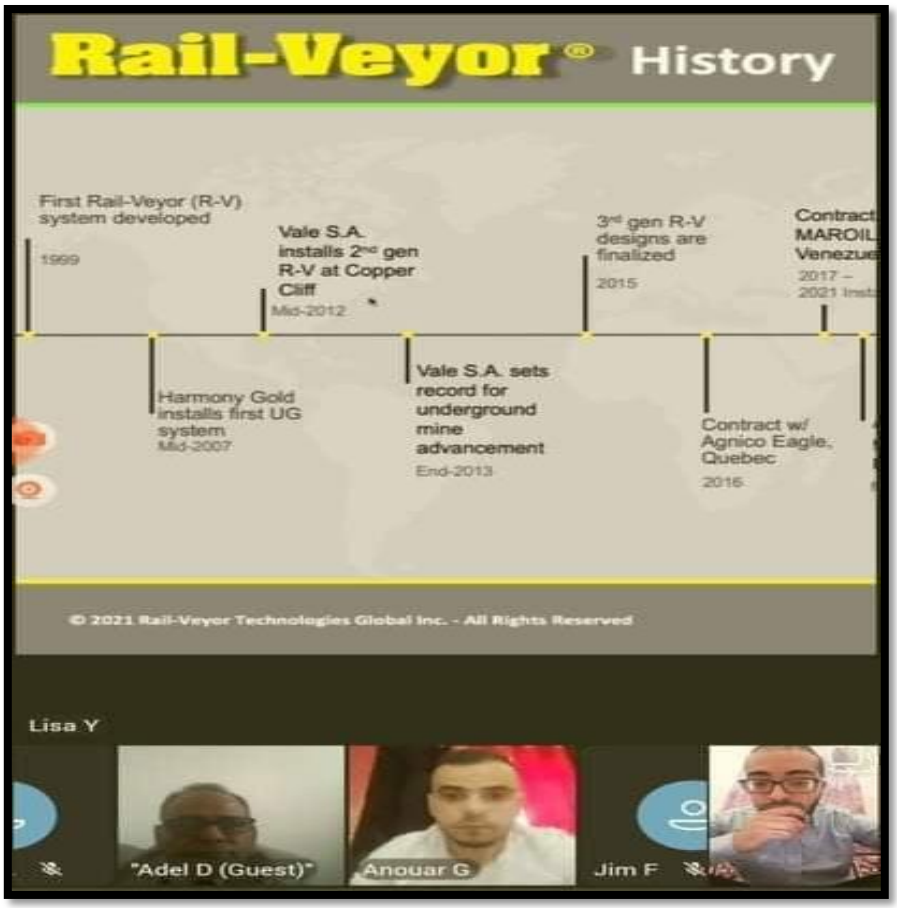


Figure 33 : Vidéo conférence internationale avec des représentants de la société productrice de technologies rail-Veyor

www.univ- tebessa.dz

Chapitre VI : optimisation des opérations de broyage et de transport dans la mine de fer d'Ouenza NE de l'Algérie a fin de contrôler la qualité de minerai de fer

VI.1 Introduction :

Sur la base de ce qui a été étudié dans les chapitres précédents d'une description de la situation actuelle de la mine de l'Ouenza, qui comprend des caractéristiques subjectives très précises telles que la variabilité de la qualité du minerai de fer entre (pauvre ,moyen, riche) , ce qui rend il est vulnérable a des problèmes de commercialisation importants qui menacent le rendement souhaité de la mine et la poursuite de sa production.

En conséquence, dans ce chapitre, nous concentrerons sur l'utilisation des méthodes technologiques modernes pour parvenir a une solution optimale au problème de qualité, ainsi que pour atteindre au maximum la duré de vie de la mine grâce a un processus d'extraction rationnelle du minerai de ses trois catégorie (pauvre, moyen, riche) en utilisant de la technologie de concasseur mobile comme première étape précédant le transport et le mixage pour assurer une homogénéité optimale du processus de mixage, ce qui est considéré comme nouveau et contraire au pratiques actuelles dans la mine qui dépendent du processus de mixage avant le concassage.

VI.2 Situation des réserves des quartiers par plages de teneur :

D'après les réserves estimées par la mine dans les déférents quartiers par plage du teneur Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre II en détail Nous avons :

- Quartier chagoura sud [16] :

Quartier chagoura sud			
Teneur	30-40	40-50	50-<55
Moyen	34%	42.75%	55.35%
Les réserves	544930	1997893.5	1433983

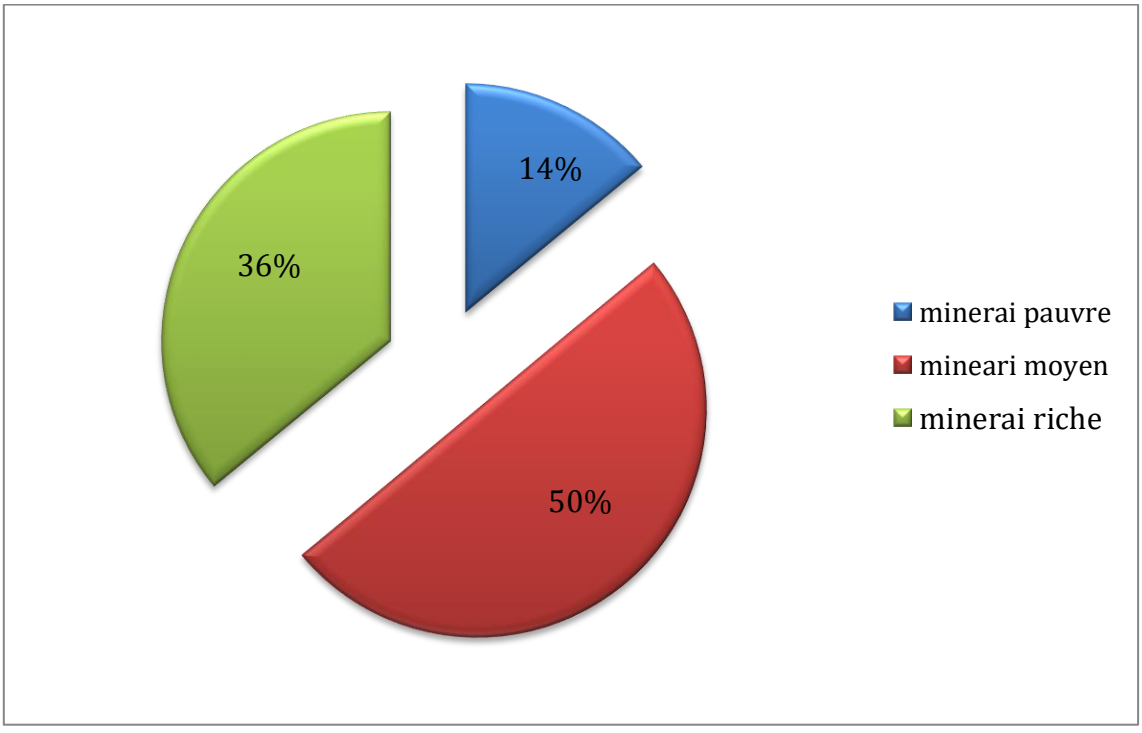


Figure 34: Représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer au quartier chagoura sud

Nous remarquons à partir de ce graphique que le pourcentage le plus élevé dans ce chantier est le minerai moyenne en terme de concentration , qui

représente 50% , tandis que le minerai riche représente une valeur où il est estimé à 36% , et le minerai pauvre ne représente que 14%.

- Quartier chagoura nord [16] :

Quartier chagoura nord			
Teneur	30-40	40-50	50-<55
Moyen	33.5%	45.3%	54.75%
Les réserves	3032430	2718916	3678392

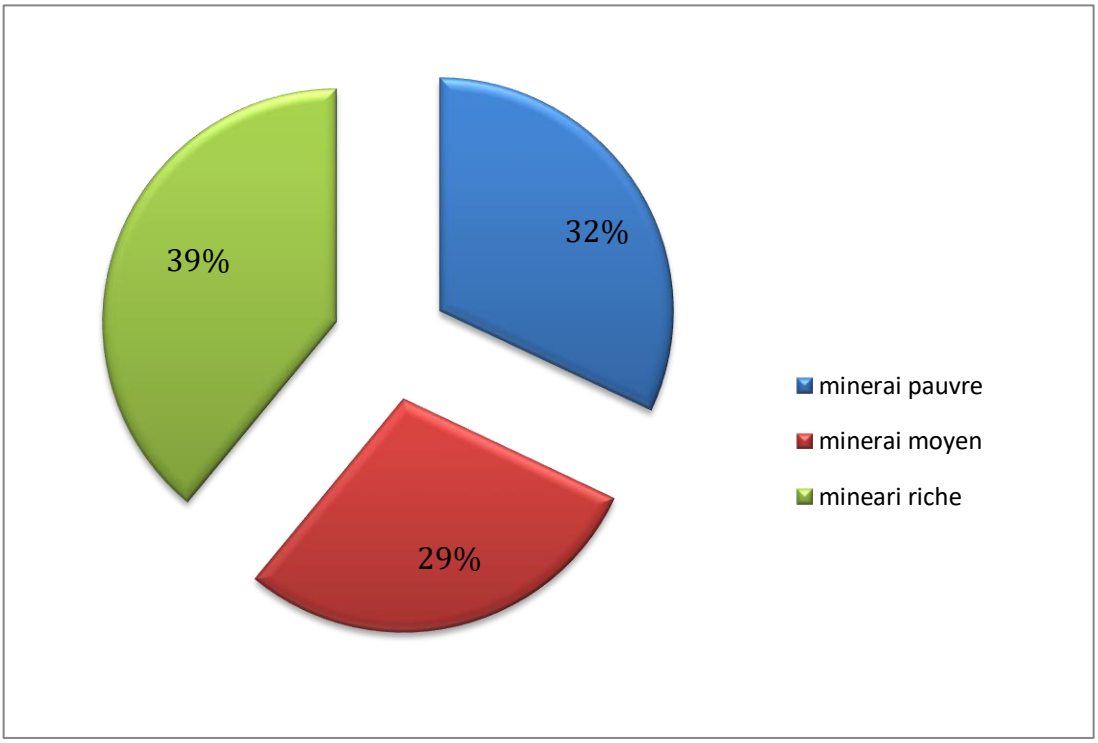


Figure 35 : Représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer au quartier chagoura nord

D'après ce graphique nous remarquons que la distribution est presque convergente là où la marge riche représente le pourcentage le plus élevé de celle-ci, estimée à 39% de la réserve totale calculée par la mine dans ce chantier et le

minerai à concentration moyenne représente environ 29% et le minerai pauvre représente 32%.

●quartier ilot (saint barbe) [16] :

Quartier Ilot (saint barbe)			
Teneur	30-40	40-50	50-<55
Moyen	34%	44.84%	54.55%
Les réserves	572403	2057039	2281513

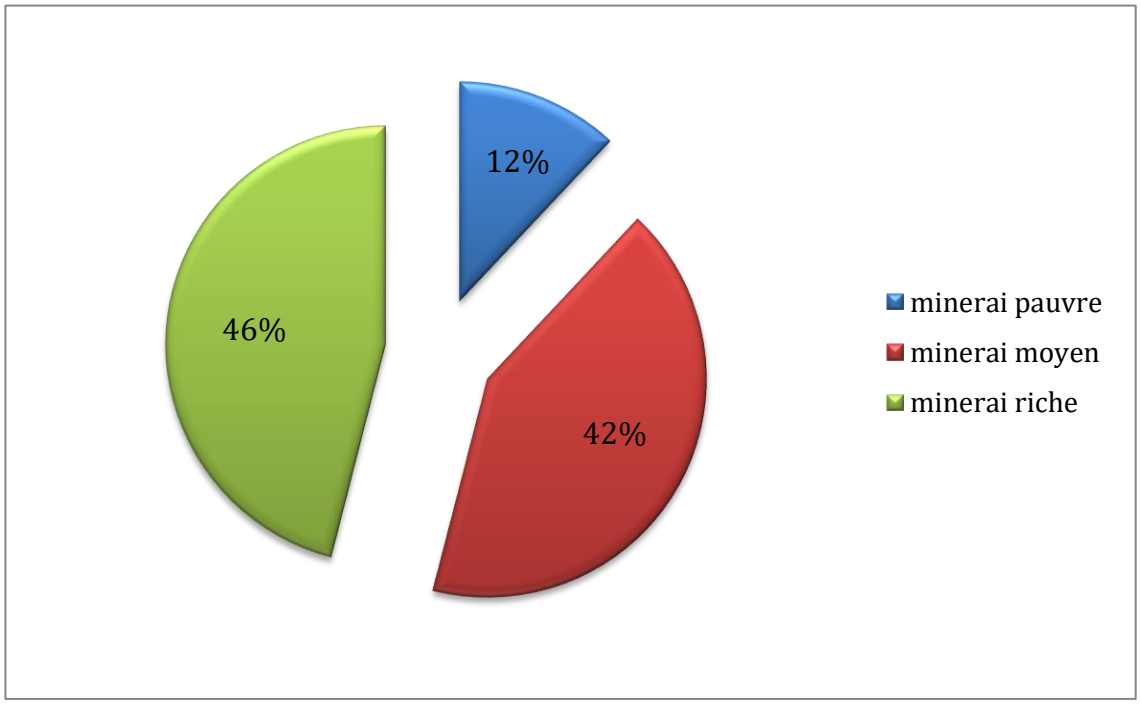


Figure 36 : Représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer au quartier Ilot

Nous notons sur le graphique que le pourcentage de minerai à concentration riche et moyenne est grand et convergent, estimé à 46% pour le riche et 42% pour la moyenne, tandis que nous notons un faible pourcentage pour le minerai à faible concentration où estimé à 12 %.

VI.2.1 Situation moyenne des réserves par plages de teneur au niveau des quartiers en activité :

Selon les résultats que nous avons obtenus dans chaque quartier de la qualité du minerai et de son réserve, Nous obtenons une valeur moyenne qui reflète la qualité moyenne du minerai et des réserves dans les quartiers en activités de la mine de l'Ouenza Comme indiqué dans le tableau suivant [16]:

Les trois quartiers en activités			
Teneur	30-40	40-50	50-<55
Moyen	34%	44%	55%
Les réserves totales	3634563	6773848.5	7393888

À partir des résultats du tableau, le graphique suivant exprime les pourcentages des réserves selon les classes de teneur (pauvre, moyen, riche) dans les trois quartiers (chagoura nord, chagoura sud, Ilot) :

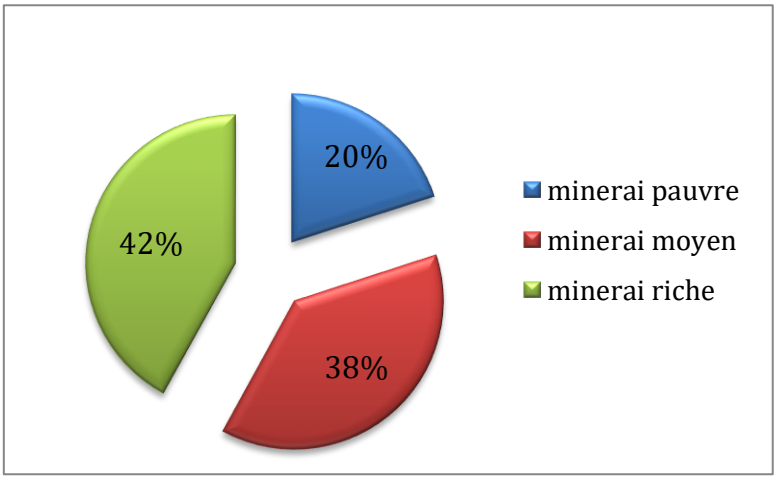


Figure 37 : représentation graphique de répartition des quantités des réserves en fer dans les trois quartiers en activité

Remarque1:

Pour atteindre une exploitation optimale de la mine afin d'assurer l'épuisement des différentes réserves en termes de qualité du minerai en même temps sans perdre le minerai pauvre et l'épuisement du minerai riche doit prendre en compte le rapport de distribution dans la réserve être représenté dans l'extraction avec la nécessite de respecter l'exigence industrielle.

Remarque 2 :

Afin d'atteindre une concentration appropriée de minerai de fer de la mine d'Ouenza acceptable en termes de conditions industrielles de l'usine d'al Hajar, qui nécessite la qualité du minerai au moins 48,5% comme condition préalable à l'inclusion du minerai dans la chaîne de production de l'usine et à cette fin, il est nécessaire de concilier l'exploitation optimale de l'ensemble du minerai avec ses différentes concentrations pour assurer le meilleur rendement possible et prolonger la durée de vie de la mine, Pour tout cela, il est nécessaire de recourir à un système de mélange approprié qui assure un mixage et homogénéisation parfait pour le minerai expidé.

VI.3 Calcul de la production journalière :

D'après les considérations de la mine de l'Ouenza que seulement en a trois chantiers en activités (chagoura nord, chagoura sud, saint barbe (ilot)) donc l'exploitation doit être réalisée simultanément dans les trois chantiers

À partir des données, nous calculons la production journalière de la mine :

• Nombre de jours ouvrables par an : **302 J/an**

• La production annuelle **:** 2000000**T/an**

Pour calculer la production journalière de la mine d'Ouenza on applique la loi suivant :

$$P_{r_J} = \frac{P_a}{N_j}(T/J)$$

- P_a : La production annuelle : **2000000 T /an**

- N_j : Nombre de jours ouvrables par an : **302 J/an**

►Application numérique :

$$P_{r_J} = \frac{2000000}{302} \approx \mathbf{6600}\ T/j$$

Toutes avec les conditions suivantes :

● Le travail dans trois blocs différents du point de vue de la qualité (pauvre, moyen ou riche) et le travail ne devrait pas être dans des quartiers similaires du point de vue de la qualité pour assurer une homogénéisation logique.

● La condition nécessaire pour une homogénéisation parfait dans les conditions de la mine de l'Ouenza qui et déjà constitué de trois catégorie de minerai pauvre (34%), moyen (44%), riche(55%)sous forme suivant :

$$Q_1\alpha_1+Q_2\alpha_2+ Q_3\alpha_3= Q_g\ \alpha_{\text{exigé}}$$

Q_1 : la quantité de minerai pauvre en tonnes

Q_2 :la quantité de minerai moyen en tonnes

Q_3 :la quantité de minerai riche en tonnes

Q_g : la quantité de minerai globale par jour en tonnes

α_1 : la teneur en fer de catégorie pauvre

α_2 : la teneur en fer de catégorie moyen

α_3 : la teneur en fer de catégorie riche

$\alpha_{\text{exigé}}$: la teneur en fer exigé dans les conditions industrielles

Pour assurer l'exploitation max des réserves :

•Il faut assurer une utilisation efficace des équipements comme l'exemple de l'étude.

VI.4 Calcul des différentes quantités à extraire de différents quartiers pour assurer une teneur exigés :

Pour optimiser le processus de l'exploitation vis-à-vis les conditions de commercialisation la condition importante est d'assurer une combinaison des différentes quantités qui possède des différentes teneurs d'une manière d'assurer une quantité globale avec une teneur fixe et stable de 48.5% pour cela la formule suivante récape cette condition:

$$Q_1\alpha_1+Q_2\alpha_2+ Q_3\alpha_3= Q_g\ \alpha_{\text{exigé}}$$

Cette équation présente d'après les conditions industrielles de l'usine d'El-Hadjar (48.5% en Fe) et les conditions de la mine de l'Ouenza qui et déjà constitué de trois catégorie de minerai pauvre (34%), moyen (44%), riche (55%).

Ou :

α_1 **:** la teneur en fer de catégorie pauvre : 34%

α_2 **:** la teneur en fer de catégorie moyen : 44%

α_3 **:** la teneur en fer de catégorie riche : 55%

$\alpha_{\text{exigé}}$ **:** la teneur en fer exigé dans les conditions industrielles : 48.5%

Q_g **:** la quantité de minerai globale par jour en tonnes : 6600 tonne/jour

Pour assurer le mixage et l'homogénéisation de la totalité de la quantité transportée par un rail-veyor vers le stock principale il faut d'abord calculer les quantités (Q_1,Q_2,Q_3) **:**

D'après le graphique de répartition des quantités des réserves en fer au gisement de l'Ouenza :

$Q_1 = \frac{6600\times20}{100}$ $Q_1 =$ 1320 tonne/jour

$Q_2 = \frac{6600 \times 38}{100}$ $Q_2 =$ 2508 tonne/jour

$$Q_3 = \frac{6600 \times 42}{100}$$

$Q_3 =$ 2772 tonne/jour

D'après la formule suivante :

$Q_1\alpha_1+Q_2\alpha_2+ Q_3\alpha_3= Q_g\ \alpha_{exigé}$

En a :

$$\alpha_{exigé} = (Q_1\alpha_1 + Q_2\alpha_2 + Q_3\alpha_3) \div Qg$$

Application numérique :

$$\alpha_{exigé} = (44880 + 110352 + 152460) \div 6600$$

$$\alpha_{exigé} = 46.62\%$$

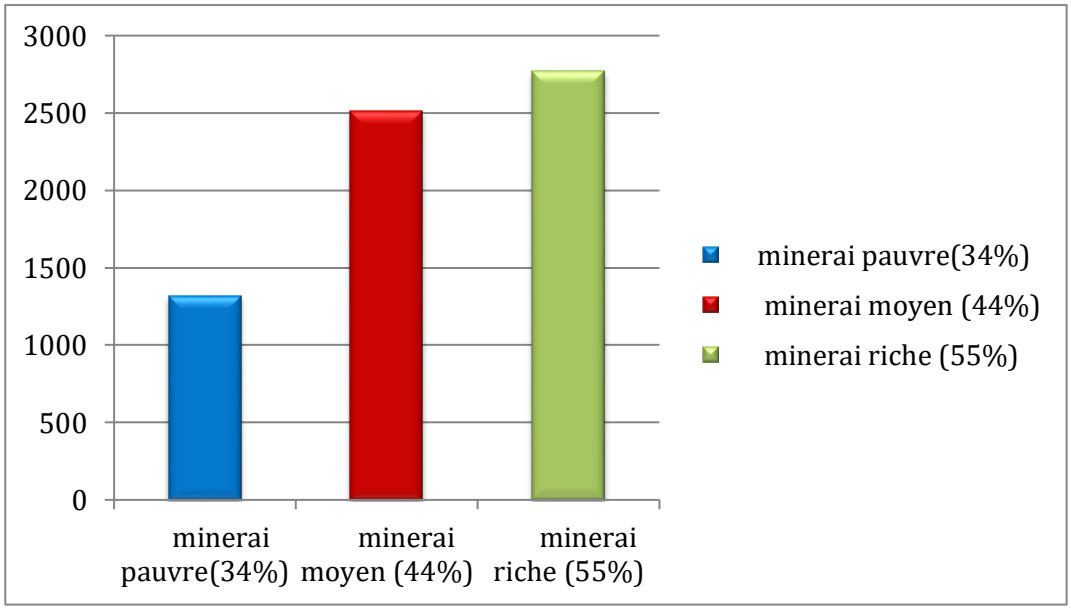


Figure 38 : représentation de la distribution des quantités en qualité par distribution en réserve

Le schéma des colonnes montre que cette répartition assure une utilisation optimale de la réserve, mais ne répond pas à l'exigence industrielle, de sorte qu'elle ne peut pas être adoptée ou adaptée pour se conformer à cette exigence.

Étant donné que la répartition des quantités de minerai parmi les trois catégories assuré une exploitation rationnelle avec un duré de vie maximale de la mine mais

N'a pas assuré à l'exigence requise dans les conditions industrielles de l'usine d'Al Hajjar Qui doit être manipulé en différentes quantités pour obtenir la teneur exigé 48.5%.

Pour cela en doit recalculer et ajuster les valeurs Q_1,Q_2,Q_3, les plus proche pour assurer un mixage aboutis a la valeur exigé de 48.5 %.

On a réalisé plusieurs calculs et on a trouvé que la valeur $\mathbf{Q_1}$= 1000 tonne, avec une teneur de 34%, et $\mathbf{Q_2}$= 2000 tonne, avec une teneur de 44%, et $\mathbf{Q_3}$= 3600 tonne, avec une teneur de 55%.

D'après l'équation suivante :

$$\boldsymbol{\alpha}_{exigé} = (Q_1\alpha_1 + Q_2\alpha_2 + Q_3\alpha_3) \div Qg$$

$$\boldsymbol{\alpha}_{exigé} = \big((1000 \times 34) + (2000 \times 44) + (3600 \times 55)\big) \div 6600$$

$$\boldsymbol{\alpha}_{exigé} = 48.48\ \%$$

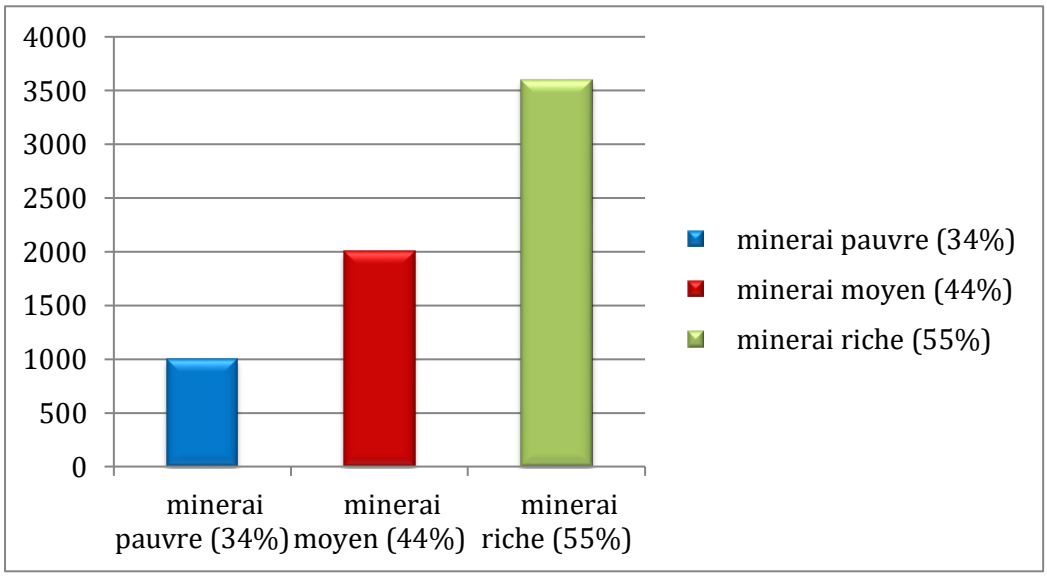


Figure 39 : Arrondissement de la répartition des quantités en termes de qualité par répartition en réserve pour l'optimisation avec la teneur exigé

Cette répartition répond de façon précise et appropriée aux exigences industrielles, bien qu'elle soit légèrement inférieure pour une exploitation optimale des réserves de la mine et qu'elle soit considérée comme acceptable.

Remarque :

Tous les résultats calculés à la base des répartitions moyennes des teneurs entre pauvre de 34% et moyen de 44% et riche de 55% sont calculé a partir des réserves de trois chantiers.

Pour étudié le processus de mixage et l'homogénéisation dans le cas pratique en doit calculer exactement les valeurs réelles des déférentes quantités pour chaque poste en fonction de leur teneur vue la variation et la perturbation des teneurs de minerai de fer dans les déférentes quartiers.

Les autres valeurs calculées ne seront pas loin des valeurs utilisées pour le mixage et nous ne changeons rien sur ce dernier, et uniquement pour assurer la valeur exigé 48.5%.

Pour assurer cette production journalière Le processus de forage reste le même, avec le même équipement et nous l'avons expliqué en détail au chapitre III, d'autres procédés feront l'objet de notre étude dans ce chapitre.

Nous avons proposé l'utilisation d'un système de concassage mobile où il est proche du front de taille et s'adapte à la technologie moderne rail-veyor d'une part et d'autre part permet de donner un processus de mixage plus efficace et cet équipement doit être placé dans des endroits sécurisé d'une part de tir Où ils sont placés dans une zone à l'extérieur où des fragments ou des roches fragmentaires s'envolent après la détonation.

VI.5 Calcul de la distance de sécurité pour l'emplacement de concasseur mobile:

Un des problèmes principal lorsqu'on établit un projet de tir, est la détermination des distances des zones dangereuses suivant la projection des débris des roches et l'effet sismique du tir.

Pour calculer le rayon de zone dangereuse $\boldsymbol{R_d}$ suivant la projection des débris, il faut déterminer la valeur maximale de la ligne de moindre résistance au pied de

gradin ($\mathbf{W_{max}}$) de la charge de trou (selon le projet de tir) et d'après celle-ci on détermine la valeur conditionnelle de $\boldsymbol{W_{cond}}$:

$$\boldsymbol{W_{cond}} = 0.7 \times \boldsymbol{W_{max}}$$

• $\boldsymbol{W_{conditionnelle}}$: Ligne de moindre résistance conditionnelle

• $\boldsymbol{W_{max}}$ **:** Ligne de moindre résistance maximal au niveau de la mine

D'après $\boldsymbol{W_{cond}}$ on calcule les valeurs $\boldsymbol{R_d}$, $\boldsymbol{R_d} \geq 300\ m$pour le relief montagneux et $\boldsymbol{R_d} \geq 200\ m$pour le relief platcomme montré dans le tableau suivant :

$\boldsymbol{W_{conditionnelle}}$ (m)	Rayon de zone dangereuse $\boldsymbol{R_d}$ **(m)**	
	Pour le personnel	Pour les engins
1,5	200	100
2,0	200	100
4,0	300	150
6,0	300	150
8,0	400	200

• La ligne de moindre résistance maximale au niveau de la mine de l'Ouenza :

$\boldsymbol{W_{max}} = \mathbf{6}$ Donc :

$$W_{cond} = 0.7 \times 6$$

$$W_{cond} = 4.2\ m$$

D'après le tableau précédent :

• La distance de sécurité ou bien le rayon de sécurité :

$$\boldsymbol{R_d} = 150\ m$$

VI.6 Processus de chargement:

Le chargement dans la mine de l'Ouenza est assuré comme nous avons parlé dans le chapitre III par chargeuse pneumatique et des pelles mécanique dans notre proposition, nous choisi trois chargeuses pneumatique de type CAT 990K - 7 pour travaillé dans les trois quartiers en activités pour assurer le processus de chargement, et selon les conditions proposées et la distance de sécurité calculée nous allons calculer le rendement de cette chargeuse :

VI.6.1 Calcul de rendement de la chargeuse :

D'abord nous calculons le temps de cycle de chargement par rapport la distance 150m :

$$T_{c=}\, T_{ch} + T_{mach} + T_{dech} + T_{mav}$$

T_{ch} : Durée de chargement du godet $T_{ch} = 10\ sec$

T_{mach} : Durée de parcours de chargeuse chargée vers le lieu de déchargement en secondes :

$$T_{mach} = 3.6 \times \frac{l_{ch}}{v_{ch}}\ sec$$

Ou :

l_{ch} : La longueur de parcours de la chargeuse vers le lieu de déchargement $l_{ch} = 150\ m$

v_{ch} : La vitesse de parcours en charge, $v_{ch=10km/h}$

$$T_{mach} = 3.6 \times \frac{150}{10} = 54\ sec$$

T_{dech} : Durée de déchargement du godet $T_{dech} = 7\ sec$

T_{mav} : La durée de parcours à vide le lieu de chargement :

$$T_{mav} = 3.6 \times \frac{L_v}{V_v}\ sec$$

Ou :

L_v : La longueur de parcours à vide vers le lieu de chargement $L_v = 150\ m$

V_v : vitesse de parcours à vide, $V_v = 24.5\ Km/h$

$$T_{mav} = 3.6 \times \frac{150}{24.5} = 22.04\ sec$$

Donc :

$T_{c=}$ 10+54+7+22.04 $T_{c=}$ 93 sec

•le rendement réel de la chargeuse par poste est déterminé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{R_{ch}} = \frac{3600 \times E_{rel} \times K_r \times K_u \times T_p}{T_c \times K_f} m^3/poste$$

Avec :

E_{rel} : Capacité du godet de la chargeuse $E_{rel} = 7.4\ m^3$

T_c : Le temps d'un cycle du chargement $T_c = 93\ sec$

K_r : Coefficient de remplissage du godet $K_r = 0.8$

K_u : Coefficient d'utilisation : $K_u = 0.8$

K_f : Coefficient de foisonnement : $K_f = 1.5$

T_p : Durée d'un poste de travail $T_p = 7.5\ h$

$$\boldsymbol{R_{ch}} = \frac{3600 \times 7.4 \times 0.8 \times 0.8 \times 7.5}{93 \times 1.5} m^3/poste$$

$\boldsymbol{R_{ch}} = 916.64\ m^3/poste$

$\boldsymbol{R_{ch(tonne)}} = 916.64 \times 2.7$

$\boldsymbol{R_{ch(tonne)}} = 2474.9\ tonne/poste$

Remarque:

Ce tonnage est suffisant pour transporter la charge du front de travail au concasseur mobile et Nous n'avons besoin d'aucun autre moyen de transport pour que la valeur de sortie maximale pour 1 poste soit de 1200 tonne.

VI.7 Le processus de concassage proposé pour la mine d'Ouenza :

Dans la mine de l'Ouenza le traitement mécanique de minerai de fer est assuré par deux concasseurs stationnaires comme nous l'avons motionné au chapitre III, Dans notre proposition, nous allons mettre trois concasseurs mobiles pour assurer le processus de mixage, par opposition à la méthode de mixage utilisée au niveau de la mine qui assure le mixage avant le concassage qui réduit le taux d'homogénéisation.

L'installation de concasseur mobile est utilisée pour le concassage de matériaux à haute abrasivité. Les séries Mck sont les machines préférées pour les pierres de type dur et les roches telles que le basalte, le granit, le gabbro en dolomite et le fer etc. Ces concasseurs, qui exécutent les mêmes performances que les concasseurs stationnaires, peuvent être utilisés efficacement dans toutes les petites zones ou

les terrains accidentés et aussi Le Concasseur Mobile peut se déplacer la source de pierres avec une grande efficacité, la flexibilité et le faible coût [38].

Alors nous allons mettre ces trois concasseurs mobiles de type Fabo MCK-110, qui sont les plus grands de la série MCK, où ils sont placés Sur les fronts dans les déférents quartiers en activité, pour faire leur part dans le processus de concassage [38].

Le tableau suivant démontre les caractéristiques techniques de ce concasseur :

Tableau 18 : fiche technique d'un concasseur mobile de type Fabo MCK-110

Type	Fabo MCK-110
Trémie	35 m^3
Dimensions de l'installation (1erchâssis)	13500x3700x4700 mm
Deuxième châssis	17500x4550x4650 mm
Capacité de production	180-300 TPH
1er : concasseur à mâchoires	1100x850 mm
2éme : concasseur à percussion secondaire	1120x1500 mm
Taille maximale d'alimentation	800 mm
Crible vibrant taille et pont	2200x5000 mm / 3-4 ponts
Puissance totale	500 KW
Générateur électrique requis	660 KVa

Notez que les caractéristiques mentionnées dans le tableau (Capacité de trémie et Capacité de production etc.) En ce qui concerne le concasseur mobile, il s'inscrit dans ce que nous allons aborder dans notre proposition.

● Ainsi que ce dernier est une combinaison de :

- Trémie
- Alimentateur vibrant Grizzly
- concasseur à mâchoires
- concasseur à percussion secondaire
- Crible vibrant de type à course élevée
- Convoyeur a bande d'alimentation de type pliant, rétroaction, dérivation et stock
- Pieds hydrauliques
- Châssis mobile avec essieux et pneus
- Système entièrement automatisé



Figure 40 : Concasseur mobile de type FABO MCK-110

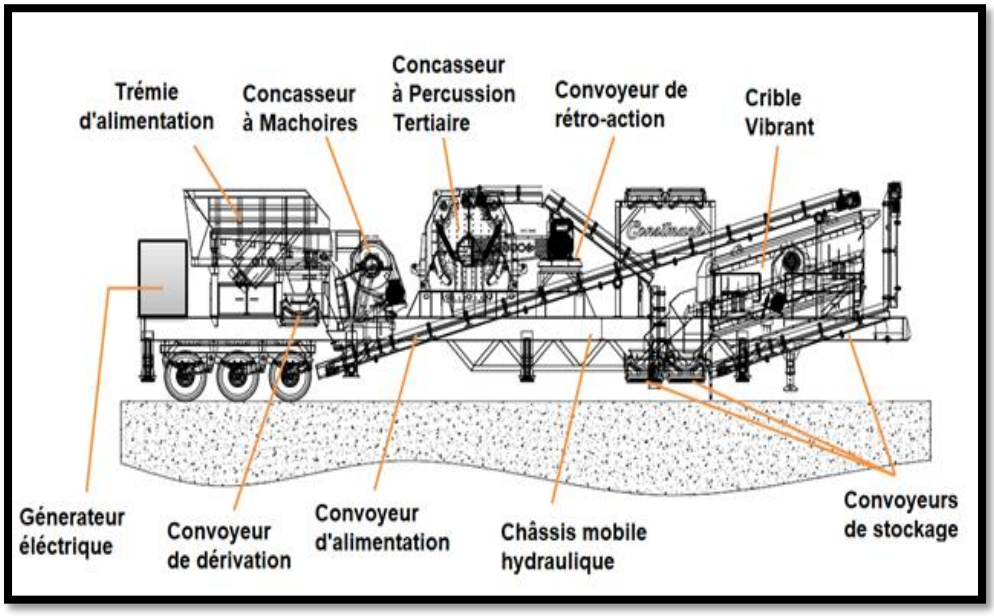


Figure 41 : Schéma du concasseur mobile avec ses éléments

VI.8 L'utilisation de la nouvelle technologie rail-veyor comme moyen de transport et de mixage pour l'optimisation de la teneur du minerai de fer de la mine d'Ouenza :

Actuellement dans la mine de l'Ouenza le transport utilisé est un mode combiné des camion et convoyer ou le transport de chantier et divisé en 2 partie vers le station de concassage et vers le stock non concassé et puis de stock concassé vers le concasseur pour le mixage et l'homogénéisation et a partir du concasseur vers le stock principale par le convoyer a bande.

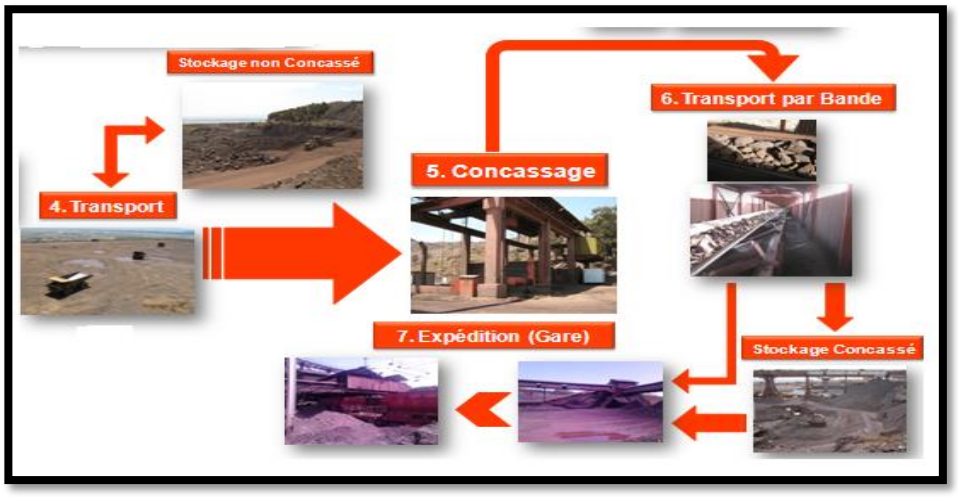


Figure 42 : processus de transport de la mine de l'Ouenza

dans notre étude le moyen de transport proposé et le rail-veyor divisé en 2 partie la première partie concerne le système proposé de mixage et d'homogénéisation a partir des trois déférentes chantier par rail-veyor sur une distance optimale a déterminer le deuxième est un seule rail-veyor qui a chemine le minerai mixé et homogénéisé avec une teneur constante (48.5%) vers le stock principale notre calcul sera consacré au première partie pour stabilisé la teneur de minerai de fer.

Rail-Veyor, une technologie innovante combinant la flexibilité du transport par camion et l'efficacité énergétique des convoyeurs et des voies ferrées, et une offre aux opérateurs miniers et aux autres manutentionnaires la possibilité de réduire considérablement les coûts d'exploitation.

Le chargement de rail-veyor peut être avec plusieurs méthodes comme un chargeur ou convoyer ou bien un système trémie-goulotte.

Ce système fonctionne de manière cyclique, il doit avoir un dispositif de chargement, donc le chargement avec trémie-goulotte est l'option optimale dans notre proposition.

VI.9 Description de la trémie de chargement proposée :

La trémie de chargement et Un grand entonnoir destiné à stocker puis à verser une minérale (fer, cuivre, phosphate etc.) Il est souvent au-dessus d'un transporteur qui fonctionne de manière cyclique comme le rail-veyor Ce dernier a plusieurs caractéristiques notamment :

- Réglage de vibration rapide et facile

- Grâce à la trappe à réglage mécanique, possibilité de contrôle du débit

- Décharge rapide des matériaux par les trappes à commande pneumatiques (Trémies de Chargement)[39]



Figure 43 : trémie de chargement de type CMBB-80

VI.9.1 Fiche technique de trémie de chargement de type CMBB-80 :

Tableau 19 : les caractéristiques techniques de la trémie choisi [39]:

Type	ÇMBB 80
Système de fonctionnement	Pneumatique
La capacité (volume)	125 m^3
Dimension de L'ouverture d'alimentation	2 X 2 m
Dimension de l'ouverture de goulotte	0.6 X 1 m

VI.10 calcule de capacité d'un wagon :

●Nous savons que Le Volume du cylindre égal:

$$\boldsymbol{V}_{CY} = \pi r^2 \times l \ \text{ En } m^3$$

Avec :

$\boldsymbol{\pi r^2}$: est l'aire de la base (se forme d'un disque d'aire) en m^2

$\boldsymbol{l}$: est la longueur en $\boldsymbol{m}$

●Et nous avons Le wagon de rail-veyor se forme d'un demi cylindre en horizontale

Alors on remplace $\boldsymbol{r}$ par $\boldsymbol{r/2}$ donc :

$$\boldsymbol{V_{wag}}=\pi \times (\frac{r}{2})^2 \times l \quad m^3$$

Avec :

r : 1.2 m

l : Longueur du wagon : 2.4 m

$$\boldsymbol{V_{wag}}= 3.14 \times (\frac{1.2}{2})^2 \times 2.4 \quad \mathrm{m}^3$$

$$\boldsymbol{V_{wag}}=2.71\ m^3$$

● Capacité réelle d'un wagon :

$$\boldsymbol{c_{wag(tonne)}}= (v_{wagon} \times k_r \times d\ )/k_f \quad \textit{en tonne}$$

Avec :

k_r : Coefficient de remplissage d'un wagon : 1.20

d : Densité de fer : 2.7

k_f : Coefficient de foisonnement : 1.5

●Application numérique :

$$\mathrm{C}_{\mathrm{wag}}= \frac{2.71\times1.2\times2.7}{1.5}$$

c_{wag} = 5.85 tonne

VI.11 Calcul de la longueur et le nombre des wagons :

VI.11.1 Calcul de nombre de wagon pour chaque différente quantité par poste :

- $Nb_{wagon\ 1} = \frac{(Q_1 \div 3)}{V_{wagon}}$

Avec :

$Nb_{wagon\ 1}$: Nombre de wagon pour la quantité de minerai pauvre Q_1

$$Nb_{wagon1} = \frac{(1000 \div 3)}{5.85}$$

$Nb_{wagon\ 1} = 57$ wagon

- $Nb_{wagon\ 2} = \frac{(Q_2 \div 3)}{V_{wagon}}$

Avec :

Nb_{wagon2} : Nombre de wagon pour la quantité de minerai moyen Q_2

$$Nb_{wagon2} = \frac{(2000 \div 3)}{5.85}$$

$Nb_{wagon\ 2} = 114$ wagon

- $Nb_{wagon3} = \frac{(Q_3 \div 3)}{V_{wagon}}$

Avec :

Nb_{wagon3} : Nombre de wagon pour la quantité de minerai riche Q_3

$$Nb_{wagon3} = \frac{(3600 \div 3)}{5.85}$$

$Nb_{wagon\ 3} = 205$ wagon

VI.11.2 Calcul de la longueur de rail-veyor pour chaque différente quantité:

En a :

La longueur d'un seul wagon est : $L_{wagon} = 2.4\ m$

Donc :

La longueur pour chaque rail-veyor :

- $L_{(RV)\,1} = Nb_{wagon\,1} \times L_{wagon}$

Avec :

$L_{(RV)\,1}$: La longueur de rail-veyor pour transporté le minerai pauvre

$L_{(RV)\,1} = 57 \times 2.4$ $\quad L_{(RV)\,1} = 137\ m$

- $L_{(RV)2} = Nb_{wagon\,2} \times L_{wagon}$

Avec :

$L_{(RV)\,2}$: La longueur de rail veyor pour transporté le minerai moyen

$L_{(RV)2} = 114 \times 2.4$ $\quad L_{(RV)\,2} = 274\ m$

- $L_{(RV)\,3} = Nb_{wagon\,3} \times L_{wagon}$

Avec :

$L_{(RV)\,3}$: La longueur de rail veyor pour transporté le minerai riche

$L_{(RV)3} = 205 \times 2.4$ $\quad L_{(RV)\,3} = 492\ m$

Remarque :

D'après le calcul précédent des longueurs, nous notons que la longueur du rail-veyor qui transporté le minerai riche est le max par rapport à la moyenne et pauvre :

$$L_{(RV)\,1} < L_{(RV)2} < L_{(RV)\,3}$$

$$L_{(RV)\,3} = L_{(RV)max}$$

VI.12 Choix de la distance optimale pour le processus de mixage :

Pour garantir une utilisation optimale de la technologie de Rail-Veyor dans la mine Ouenza et afin d'assurer une qualité acceptable du minerai exporté par trois Rail-Veyor à partir des trois chantiers , une zone proche de ces trois chantiers doit être identifiée dans laquelle le processus de mélange a lieu, puis le processus de transport se pour suivra à travers un seul Rail-Veyor vers le stock principal à la fin.

La distance la plus appropriée, qui assure la mise en œuvre d'un processus de mélange réussi en utilisant la technologie Rail-Veyor, doit inclure la longueur totale des véhicules à sa limite maximale, qui se rapporte principalement à la quantité de production par poste de travail de la mine, en plus de la distance nécessaire au déplacement du Rail-Veyor au minimum.

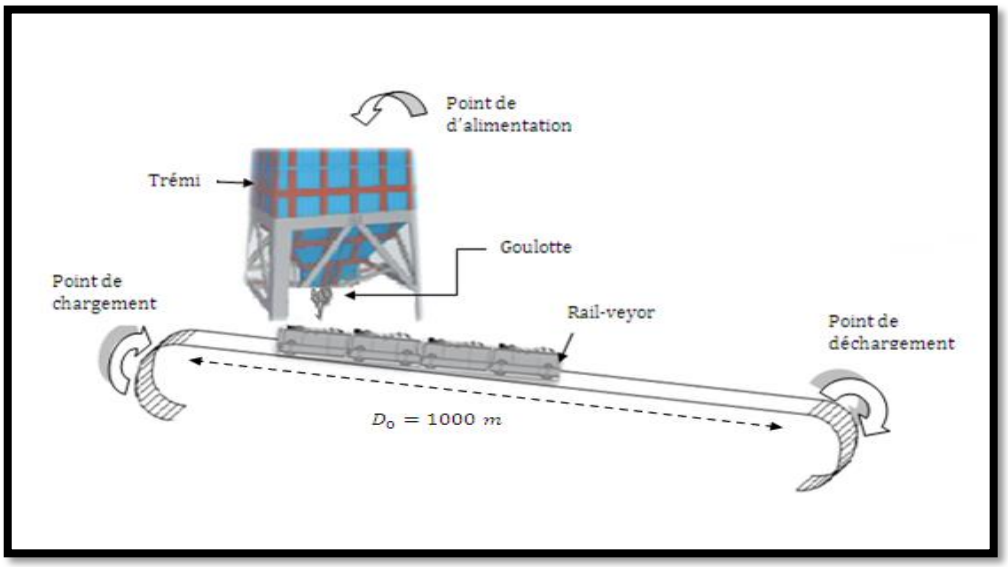


Figure 44 : schéma de chargement de rail-veyor de notre étude

VI.12.1 Calcul de La distance optimale :

$$D_{optimale} = D_0 \times 2\left(L_{(RV)max}\right) + 2D_m$$

Avec :

D_0 : La distance proposée entre le point de chargement et le point de déchargement : 1000 m

$L_{(RV)max}$: La longueur maximale du rail-veyor qui transportera la plus grande quantité de minerai en termes de qualité : 492 m

D_m : La distance de manœuvre de rail-veyor : 100 m

$$D_{optimale} = 1000 \times 2(492) + 2(100)$$

$$D_{optimale} = 2184 \text{ m}$$

VI.13 Temps de cycle :

$$T_{Cyc} = T_{Ch} + T_{aller} + T_{décha} + T_{man} + T_{retour}$$

Avec :

T_{Ch} : Le temps de chargement ; T_{aller} : Le temps d'aller

$T_{décha}$: Le temps de déchargement ; T_{man} : Le temps de manœuvre

T_{retour} : Le temps de retour

$$T_{Ch} = \frac{L_{(RV)max}}{V_{Ch}}$$

$$T_{aller} = \frac{D_0}{V_{aller}}$$

$$T_{man} = 10 \text{ min}$$

$$T_{décha} = \frac{L_{(RV)max}}{V_{décha}}$$

$$T_{retour} = \frac{D_{optimale}}{V_{retour}}$$

V_{Ch} : La vitesse de chargement de rail-veyor

V_{aller} : La vitesse d'aller de rail-veyor

V_{retour} : La vitesse de retour de rail-veyor

$V_{décha}$: La vitesse de déchargement de rail-veyor

D'après les caractéristiques techniques de rail-veyor la vitesse maximale 7.8 m/s on choisi une vitesse de 5 m/s comme une vitesse d'aller et retour.
La vitesse de chargement et de déchargement est déterminée en fonction du débit de minerai à charger, et du dispositif de chargement (Trémie, goulotte) 0,5 m / s

- $T_{Ch} = \frac{L_{(RV)max}}{V_{Ch}}$

$$T_{Ch} = \frac{492}{0.5}$$

$T_{Ch} = 984$ s

- $T_{aller} = \frac{D_0}{V_{aller}}$

$$T_{aller} = \frac{1000}{5}$$

$T_{aller} = 200$ s

- $T_{décha} = \frac{L_{(RV)max}}{V_{décha}}$

$$T_{décha} = \frac{492}{0.5}$$

$T_{décha} = 984$ s

- $T_{retour} = \frac{D_{optimale}}{V_{retour}}$

$$T_{retour} = \frac{2184}{5}$$

$$T_{retour} = 437s$$

- $T_{Cyc} = T_{Ch} + T_{aller} + T_{décha} + T_{man} + T_{retour}$

$$T_{Cyc} = 984 + 200 + 984 + 600 + 437$$

$$T_{Cyc} = 3205\ s = 53\ min$$

VI.13.1 Calcul Nombre de cycle par poste :

Le temps de poste réelle de la mine de l'Ouenza est 7.5 h/poste, On suppose le temps de poste est : 7 h/poste et d'après la formule suivante Nous calculons le nombre des cycles :

$$Nb_{Cyc} = \frac{T_P \times 60}{T_{Cyc}}$$

$$Nb_{Cyc} = \frac{7 \times 60}{53}$$

$$Nb_{Cyc} = 8\ cycle$$

Remarque:

Le rendement théorique de rail-veyor permet d'utilisation maximale qui dépasse le rendement planifier de la mine ce pour cela nous pouvant réduire le nombre de cycle en concordance de la production planifier et l'utilisation adéquate de rail-veyor Le nombre de cycle proposé :

$$Nb_{Cyc} = 5\ cycle$$

VI.13.2 Calcul de production par cycle :

$$P_{r1} = \frac{(Q_1 \div 3)}{Nb_{Cyc}}$$

Avec :

P_{r1} : La production par cycle pour le quartier pauvre

$$P_{r1} = \frac{(1000 \div 3)}{5}$$

$$P_{r1} = 66.66 \text{ tonne/cycle}$$

$$P_{r2} = \frac{(Q_2 \div 3)}{Nb_{Cyc}}$$

Avec :

P_{r2} : La production par cycle pour le quartier moyen

$$P_{r2} = \frac{(2000 \div 3)}{5}$$

$$P_{r2} = 133.33 \text{ tonne/cycle}$$

$$P_{r3} = \frac{(Q_3 \div 3)}{5}$$

Avec :

P_{r3} : La production par cycle pour le quartier riche

$$P_{r3} = \frac{(3600 \div 3)}{5}$$

$$P_{r3} = 240 \text{ tonne/cycle}$$

VI.14 Processus de mixage :

Le processus de mixage utilisant la technique Rail-Veyor proposée pour résoudre le problème de variation de la concentration en fer dans la mine d'Ouenza dépend principalement de l'utilisation du système de contrôle automatique pour cette technique dans la vitesse de décharge, car nous nous appuyons sur trois unités de Rail Veyor, transportant chacun une certaine quantité de minerai des trois chantiers avec des concentrations variant de pauvre à moyen et riche et en quantités calculées avec précision selon une théorie de mixage contrôlée, où la vitesse de déchargement est proportionnelle à la quantité à décharger simultanément, où il est nécessaire de vider la plus grande quantité avec la plus petite quantité en même temps . A travers une trémie spirale de longueur

de trois mètre, le minerai de fer se versant et s'écoulant, le processus de mixage se déroule parfaitement.



Figure 45: schémas Générale de mixage proposé

1- chargeuse pneumatique
2- les concasseurs mobile de type fabo mck-110
3- trémie de chargement

4- Trois Rail-veyor déchargé des déférentes quantités de minerai avec des déférentes vitesses (Q_1V_1, Q_2V_2, Q_3V_3)
5- Trémie de mixage se forme spirale a l'intérieur
6- Rail-veyor transport le minerai mixé vers le stock principale
7- Le stock de minerai
8- L'expédition de minerai de fer par train.

VI.14.1 Calcul des dimensions de la trémie en spirale :

Calcul d'ouverture d'alimentation :

● L'ouverture d'alimentation $= (3 \times l_{rv}) + (4 \times d_{esp})$

Avec :

l_{rv} : Largeur de rail-veyor 1.2 m

d_{esp} : L'espacement entre les rail-veyor 0.5 m

L'ouverture d'alimentation $= (3 \times 1.2) + (4 \times 0.5)$

L'ouverture d'alimentation $= 5.6$ m

VI.14.2 Calcul de la vitesse de déchargement pour les autres quantités :

Pour assurer un mixage et une homogénéisation parfaits, les trois quantités doivent être déchargées simultanément mais à des vitesses différentes pour des quantités différentes en termes de leur teneur, Ceci est réalisé par la condition suivante :

• $Q_1V_1 = Q_2V_2 = Q_3V_3$

Avec :

V_1 : La vitesse de déchargement de rail-veyor pour la quantité pauvre de teneur

V_2 : La vitesse de déchargement de rail-veyor pour la quantité moyen de teneur

V_3 : La vitesse de déchargement de rail-veyor pour la quantité riche de teneur 0.5 m/s

On a :

$$Q_2V_2 = Q_3V_3$$

$$V_2 = \frac{Q_3V_3}{Q_2}$$

$$V_2 = \frac{3600 \times 0.5}{2000}$$

$V_2 = 0.9$ m/s

$$Q_1V_1 = Q_3V_3$$

$$V_1 = \frac{Q_3V_3}{Q_1}$$

$$V_1 = \frac{3600 \times 0.5}{1000}$$

$V_1 = 1.8$ m/s

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons discuté des méthodes actuellement utilisées dans la mine d'Ouenza et les avons comparées avec la méthode proposée de notre part, où nous avons gardé le même processus de forage et de tir, à condition que ce processus soit simultané dans les trois quartiers de pauvres à moyens à riches dans le même temps et De la même manière que la méthode actuelle adoptée dans la mine, En ce qui concerne le processus de chargement, en raison de notre utilisation de rail-veyor comme un méthode de transport, nous avons utilisé dans le processus de chargement trois chargeuse pneumatique et étudions leur rendement par rapport à la distance de sécurité du reste de l'équipement, estimée à 150 mètres, Nous avons conclu qu'une chargeuse est suffisante pour chaque quartier pour effectuer la production journalière de la mine , Ensuite, nous avons adopté le système de concasseur mobiles dans chacun des trois quartiers où ils ont été placés à une distance de sécurité de 150 mètres pour s'assurer une bonne fragmentation dans les petites tailles afin que le processus de mélange et

l'homogénéité puissent être facilement inversés au niveau de la mine, ce qui nécessite que le processus de mélange soit effectué avant le processus de concassage, ce qui rend le mélange hétérogène et aléatoire . Dans le mode de transport, nous nous sommes appuyés sur la technologie moderne Rail-veyor comme un outil à double rôle (transport et mixage) pour assurer l'homogénéisation Conformément à l'exigence essentielle et est l'adoption de quantités de minerai que qui assure une qualité constante aux conditions industriels de l'usine d'alhajjar 48.5% et Le transport de ces trois quantités vers l'installation de mixage et d'homogénéisation où l'évacuation est effectuée simultanément à une vitesse appropriée pour chaque quantité et à l'aide d'une trémie spirale permet un mixage supplémentaire pendant le processus de décharge.

Conclusion générale

La mine d'Ouenza est consacrée à son importance économique en Algérie, étant la principale source d'alimentation et d'approvisionnement de minerai de fer pour El-Hadjar.

La mine d'Ouenza est divisée en plusieurs quartiers et représentée dans trois quartiers actifs, à savoir, chagoura nord et chagoura sud le saint barbe (ilot) , où ces quartiers sont caractérisés par des variations et d'irrégularités des tanneurs de minerai de fer entre riche de 55% et moyen de 44% et pauvre de 34% , Il s'agit d'un obstacle et d'un défi à sa commercialisation nationale et internationale en raison de son exigence d'acceptation par le marché de 48,5 % de minerai de fer.

En raison du problème de la variabilité de la teneur en minerai trouvée au niveau des différents quartiers, ils ont eu recours au processus de mélange des pauvres, des moyens et des riches afin d'atteindre une qualité acceptable dans les conditions industriellesoù ils mélangent avant le processus de concassage et au niveau de la trémie du concasseur et Le processus de compensation est effectué à partir des stocks non concassé créés dans en but de mélanger et d'améliorer la qualité du mineraiBien que cette solution fonctionne au niveau de la mine, il reste possible que le minerai après ce mixage soit de pauvre qualité ou moyen, et cela est dû au fait que le processus de mixage suivi est aléatoire et qu'il n'y a pas des quantité estimégarantissent l'exigence industrielle de l'usine d'Al Hajjar.

Nous avons proposé dans notre étude après une vue détaillée de la situation actuelle l'utilisation du **Trois Concasseurs Mobiles** pour assurer une fragmentation de minerai de 24 mm. Au niveau des trois fronts de travail.

Nous avons également proposé l'utilisation de la technologie moderne **Rail-Veyor** comme méthode de transport, qui présente des caractéristiques importantes, en particulier lorsqu'elle est utilisée comme moyen de réaliser un processus de mixage en temps réel, en ajustant les quantités à extraire des trois fronts de travail de sorte et en les mélangeant bien, on s'assure qu'un produit homogène est atteint à une concentration de **48, 5%** en utilisant des vitesses de

décharge proportionnelles aux quantités à mélanger de sorte que le déchargement des quantités soit effectué simultanément , et Nous avons également conçu une trémie en spirale de l'intérieur qui a assuré le mixage de toute la quantité déchargée de trois **Rail-Veyor** et a assuré un processus de mixage optimal,ensuite Cette quantité mixte transférée avec une seule **Rail-Veyor** vers le stock principale.

Au terme de cette étude, nous suggérons que cette technologie moderne **Rail-Veyor** soit étudiée en profondeur en raison de ses multiples avantages, non seulement en termes de coût et de maintenance, mais aussi sur le plan environnemental ainsi que géotechnique.

ET son grand potentiel pour résoudre les problèmes aux sont confrontés les résponsables techniques dans le domaine minier en général.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Issam ROUAIGUIA, « CONTRIBUTION À L'ÉTUDE D'UNE VALORISATION DES DÉCHETS MINIERS, CAS DES STÉRILES FRANCS DE LA MINE DE BOUKHADRA - TÉBESSA ». UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA, 2018.

[2] Chanbi Saleh. Bouchareb Mohamed Elamine« Étude minéralogique et gitologique du gisement ferrifère de ouenza et son impact sur l'environnement» Université L'Arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. L'année Universitaire:2016/2017.

[3] Emmanuel fragniére, PR «minerai de fer, l'émergence d'une nouvelle commodité sur les marchés financiers **»** haute école de gestion Genève **1 er juin 2012.**

[4] « ABDELOUAFI et RECHACH - 2015 - Caractérisation et choix d'une méthode de traiteme.pdf ». .

[5] Z. BENRAMOUL, « Etude comparative du Fer, Chaux et silice dans les minerais par voie humide et voie spectrale ». Université Akli Mohand Oulhadj BOUIRA, 2018 2017.

[6] (CHAIN .R, 2006).

[7] Baala, D., Idres, A., Bounouala, M., & Benselhoub, A. (2018). Radiometric sorting techniques for mining wastes from Ouenza iron mine (ALGERIA). Scientific Bulletin of National Mining University,

[8] Division Etude et Développement (DED), (2014). Rapport géologique de la mine de l'Ouenza

[9] Abederahmane, N., Khochemane, L., Gadri, L., Rais, K., & Bennis, O. (2018). Impact of air pollution with dust in the Ouenza iron mine–NE Algeria. Mining Science, 25. 19-31

[10] Bouzenoune, A., & Lécolle, P. (1997). Petrographic and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza siderite deposit (NE Algeria). Mineralium Deposita, 32(2), 189-196.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[11] A. Boucetta et A. Tebib, « Contribution a la rénovation d'un convoyeur à bande ». Universitaire de Souk-Ahras, 2010/ 2009.

[12] Sami L. KOLLI O.BOUTALEB A. Fluids inclusions study of the Ba-F, Pb-Zn the Prospect at Ouenza (Mellegue mounts, north eastern Algeria) Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université ***Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou UMMTO***

[13] Amec (2011).Estimation de ressources et planification minière ; Ouenza et Boukhadra.

[14] Souad NARSIS (CHERIET. F, 2009) Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie - Magistère (Ecole doctorale) 2012.

[15] arcelor mittal, « PLAN DE DÉVELOPPEMENT ET D'EXPLOITATION ». déc. 2014.

[16] « êtas des réserves exploitables par plages de qualité » Division Etude et Développement (DED)

[17] « MINES DE FER DE L'EST OUENZA Distance de transport selon leurs itinéraires (en mètre). **» nouvembre 2019.**

[18] « ABDELOUAFI et RECHACH - 2015 - Caractérisation et choix d'une méthode de traiteme.pdf **». .**

[19] f Poulard, x Daupley, et c Didier, « Exploitation minière et traitement des minerais ». févr. 2017.

[20] « partie dexploitation 2017 au mines de ouenza ». 2017.

[21] « Rapport Amec Phase 2-fr _Ebauche novembre 2011 (1).doc ». .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[22] « Total Rock Drilling Technology Down-the-hole crawler for high productivity in quarries and open pit-mines. Hole range 110-165 mm (45 /16"-61 /2") ». .

[23] mémoire de fin d'étude (optimisation des paramètres d'abattage a l'explosif dans le gisement de l'Ouenza).

[24] « Liebherr R 9100 Fiche technique (2014-2019). - Recherche Google ». https://www.google.com/search?q=Liebherr+R+9100+Fiche+technique+(2014-2019).&oq=Liebherr+R+9100+Fiche+technique+(2014-2019).&aqs=chrome..69i57.1014j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (consulté le mars 23, 2021).

[25] « Caterpillar 990K Fiches techniques & données techniques (2014-2021) | LECTURA Specs ». https://www.lectura-specs.fr/fr/modele/machines-de-chantier/chargeuses-sur-pneus-caterpillar/990k-528 (consulté le mars 24, 2021).

[26] « Caterpillar 775G Fiches techniques & données techniques (2012-2020) | LECTURA Specs ». https://www.lectura-specs.fr/fr/modele/machines-de-chantier/dumpers-a-benne-arriere-caterpillar/775g-1143183 (consulté le mars 24, 2021).

[27] « CARACTERISTIQUE TECHNIQUES chaine» bureau de méthode.

[28] Madlala, Ollie. Harmony va installer le premier système de transport ferroviaire dans la nouvelle mine « Mining Weekly ». Récupéré 05/01/2014

[29] Our History Archived 2013-10-24 at the Wayback MachineRail-Veyor. Retrieved 2014-01-05.

[30] Vale puts a breakthrough in mining to the test in Sudbury Mining and Exploration. Retrieved 2014-01-05.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[31] Harper Government Announces Clean Technology Projects in Ontarioquot; Natural Resources Canada. Retrieved 2014-01-05.

[32] Risto Elias Laamanen the Globe and Mail. Retrieved 2014-01-05.

[33] « rail veyor - Recherche Google ».

[34] J. E. FISK *et al.* « Drive station arrangements », WO2016004516A1, janv. 14, 2016

[35] « Équipement de manutention de matériaux | Rail-Veyor ». https://fr.railveyor.com/technical.php (consulté le avr. 20, 2021)

[36] « Transport d'agrégats | Rail-Veyor ». https://fr.railveyor.com/overview.php (consulté le avril. 20, 2021).

[37] « Système de convoyeur à rouleaux par rapport aux camions | Rail-Veyor ». https://fr.railveyor.com/comparisons.php (consulté le avr. 20, 2021).

[38] « trémie de chargement – Recherche Google ». https://www.google.com/search?q=tr%C3%A9mie+de+chargement+&tbm=isch&ved=2ahUKEwi47aeGppXxAhUGfBoKHSfRDvgQ2-cCegQIABAA&oq=tr%C3%A9mie+de+chargement+&gs_lcp=CgNpbWcQA1DnGljnGmD_G2gAcAB4AIABAIgBAJIBAJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=MlbGYLiMNob4aaeiu8AP&bih=625&biw=1024#imgrc=gMLtZoNybbGCZM (consulté le juin 13, 2021).

[39] « concasseur mobile mck-110 – Recherche Google ». https://www.google.com/search?q=concasseur+mobile+mck-110&tbm=isch&ved=2ahUKEwjcvr-JppXxAhUWKhoKHXKsB9cQ2-cCegQIABAA&oq=concasseur+&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgQIIxAnMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAOgQIABBDOggIABCxAxCDAToFCAAQsQM6BAgAEAM6BwgjEOoCECc6BggAEAUQHjoGCAAQChAYUIOEC1if0QtgueULaA9wAHgAgAH9AYgBlA6SAQYwLjExLjGYAQCgAQGqAQtnd3Mtd2l6LWltZ7ABCsABAQ&sclient=img&ei=OVbGYJy-IpbUaPLYnrgN&bih=625&biw=1024#imgrc=O4os4T1gtWqeYM&imgdii=fU_bPunXUlYc8M (consulté le juin 13, 2021).