



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 Tébessi – Tébessa

معهد المناجم

Institut des mines

قسم المناجم والجيوتكنولوجيا

Département des mines et de géotechnologie



MÉMOIRE

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

Filière : Génie minier

Option : Exploitation des Mines

Géométrisation de la fissurité en vue d'élaboration d'un schéma de tir

(Cas de la mine de l'Ouenza)

Présentés et soutenus par

- Tabet sofianne
- Ely Aly Salem

Devant le jury :

		Grade	Etablissement
Président :	Larbi GADRI	M.C.A	Université Larbi Tébessi - Tébessa
Encadreur :	Chemseddine DERBAL	M.A.A	Université Larbi Tébessi - Tébessa
Examineurs :	Leyla BOUTARFIF	M.A.A	Université Larbi Tébessi - Tébessa

Promotion 2019-2020



Année universitaire : 2019-2020

Tébessa le :

Lettre de soutenabilité

Noms et prénoms des étudiants

1- Tabet Sofianne

2- Ely Aly Salem

Niveau: 2^{ème} année master Option – exploitation des mines

Thème : Géométrisation de la fissurité en vue d'élaboration d'un schéma de tir « cas de la mine de l'Ouenza »

Nom et prénom de l'encadreur : Derbal Chemseddine

Chapitres réalisés	Signature de l'encadreur

Remerciements

Nous remercions en premier lieu Allah le tout puissant de nous avoir accordé la puissance et volonté pour achever ce travail.

En second lieu, Nous tenons à remercier notre encadreur Mr Chemseddine Derbal *quis'est toujours montré très disponible malgré ses occupations en nous donnant des messages directifs, des pertinents conseils, merci de son précieux temps* durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également au jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

A l'issue de notre stage, Nous tenons à remercier chaleureusement toute la direction de la société de mine de l'Ouenza, Ce stage nous a permis de recueillir des données pratiques sur terrain afin de pouvoir réaliser notre mémoire de fin d'études master 2.

Nous tenons à témoigner notre gratitude envers tous nos enseignants de notre institut de génie minier.

En dernier lieu nous remercions toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce projet de fin d'études au bon acheminement de cette formation.

Tabet Sofianne

Ely Aly Salem

Au nom du dieu le clément le miséricordieux

Dédicaces

Je dédie ce travail.

Vous qui êtes si chers à mes yeux

Mes chers parents (Samia et Slimane)

Mes frères et mes sœurs

*À Mayassine, Nourssine, Esine et mon
futur neveu, a Sou le fils d'Amine*

À toute la famille

Aux amis de ma vie

Mes chers professeurs

*Je souhaite remercier tous les gens qui m'ont
soutenu pour en arriver là l'aujourd'hui que vous
soyez loïn ou proche je vous fais part de mon
immense gratitude.*

Tabet Sofianne

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ **Mes chers et honorables parents** :Aly Lefdhil et Meimouna Diagne, Aly Salem qui m'ont éduqué, soutenu et donné le meilleur d'eux-mêmes sans ménager aucun effort pour la réussite de ce dit travail.
- ❖ **Mes frères et sœurs** :(Enna, Khadija, Meine, meimouna, mariem, valle, fatou, mahaye, Ezizi, mamouni, bouhe, Leyla,Sidi)
- ❖ **Mes tantes** :(Khady, Maty, Mariem, Ezza teguedi)
- ❖ **Mes amis** : (Moune,Minou,Fatiha,Cheikhou, Khaled,Sofianne,Cheikh,Youssef,Chérif,Aissata,Alya, fatis, leyla Moustapha, Abderahim Hanchi, Mohamed saleck, Sidnaly- Allaly,Khaliva,Mohamed,Ghlewa,Ghlane,Tvarah,Chihan,Sidi, Saleck,Mouhamedou,Ball)
- ❖ **Ma très chère mère** :Fatou (que je n'oublierai jamais que son âme repose en paix).
- ❖ **Mes professeurs** :(Gadri, Derbal, Bourouh, Merah, Saadaoui, Djibril Fall, Bouterfif, Sidaty, Fouad, Jemal, Halima, Oulmi, Yacoub, Medoune, Sidi ba, Ba, fall Alioune, Mehidi,Benghazi,Adel).

Ely Aly Salem

Résumé

À travers ce mémoire, nous visons à mener une étude technique des fissures, puis à créer un schéma de tir précis pour la mine de fer, Qui est située dans la région d'Ouenza-Wilaya Tébessa.

Cette étude est basée sur le calcul des propriétés géométriques des fissures. Qui se situe dans l'une des terrasses de la région nord de Chagoura, puis extraire les propriétés du matériau que nous étudions les propriétés physico- mécaniques pour calculer le facteur de sécurité,

Ensuite, nous étudions les dimensions du bloc naturelle et nous les comparons au bloc conditionnée ensuite nous calculons la consommation spécifique du matériau détonant dans chaque cas. Et puis nous mettons en œuvre un bon schéma de tir qui prend en compte les mesures de sécurité, produisant des blocs qui ne sont pas énormes' hors gabarits', facilitant le reste des opérations minières et générant plus de profit pour la mine étudiée.

المخلص

نهدف من خلال هذه المذكرة الى اجراء دراسة تقنية للشقوق،ومن ثم انشاء مخطط تفجير محكم لمنجم الحديد الذي يقع في مدينة ونزة بولاية تبسة

هذه الدراسة تعتمد على حساب الخصائص الجيومترية للشقوق الواقعة في أحد المدرجات في منطقة الشاقورا الشمالية و من ثم استخراج خصائص المادة التي ندرسها الخصائص الفيزيوميكانيكيةلحساب معامل الأمان ، ثم ندرس أبعاد الكتلة المستطيلة الطبيعية و نقارنها بالمشروطة و نحسب الاستهلاك المحدد لمادة التفجير في كل حالة . و من ثم ننجز مخطط تفجير جيد يراعي تدابير الأمان منتجا كتل ليست ضخمة ، تسهل باقي العمليات و تدر ربح أكبر للمنجم المدروس.

الكلمات المفتاحية :

منجم ، مخطط تفجير ، الخصائص الجيومترية ، الخصائص الفيز و ميكانيكية ، الكتلة المستطيلة الطبيعية ، الاستهلاك المحدد

Abstract

Through this study, we aim to conduct a technical study of the cracks, and then create an accurate explosive scheme for the iron mine, which is located in the city of IOuenza, in the state of Tebessa.

This study depends on calculating the geometrical properties of cracks, which is located in one of the bench in the 'northern Chagoura' region, and then extracting the physio mechanical properties of the material, we are studying to calculate the safety factor.

Then we study the dimensions of the natural r block and compare them to the conditionally ones and calculate the specific consumption of the detonating material in each case. And then we implement a good blasting schema that takes into account the safety factor, producing blocks that are not huge, facilitate the rest of the operations and generate more profit for the studied mine.

Sommaire :

Introduction générale	1
Chapitre I : Partie Géologique de l'Ouenza	
I-Généralités	2
II-Historiquedela mine	2
III-Géologiedugisement	3
III-1 Situationgéographique	3
III-2Morphologieetsstructure dugisement	5
III-3Stratigraphie	5
III-4Tectonique	8
IV-Hydrologieet hydrogéologie	8
V- Gitologie	9
VI- Minéralisation	9
VI-1Rochesencaissantes	10
VII-Etatdesréservesgéologiquesetexploitablesdanslesquartiers	10
VIII-Etatdesréservesgéologiques etexploitables et réserves géologiques	11
Déduction	13
Chapitre II : Partie Minière Actualisée de l'Ouenza	
I-Généralités	14
I-1-Système Organisationnel detravail	14
II-Ouverture dugisement	14
II-1-Généralités	14
II-2- Moded'Ouverture dugisement d'Ouenza	15
II-2-1 Les différentes phases ducreusement dela demi-tranchée	15
III- Méthoded'exploitation	15
III-1-Généralités	15
III-2-Choix dela méthoded'exploitation	16
IV-Principaux éléments dusystème d'exploitationdela minedel'Ouenza sont	17

V-Les opérations minières	17
V-1 Généralités	17
V-2 Les travaux de terrassement	18
V-3 La Foration	18
V-3-1 Choix du mode de forage	18
V-4 L'abattage	21
V-5 Le Chargement	23
V-5-1 Généralités	23
V-6 Roulage (Transport)	25
V-6-1 Généralités	25
VI- Mise à terril	27
VI-1 Généralités	27
VI-2 les différents types de terril	27
VI-3 les exigences fondamentales pour l'aménagement des terrils	27
Gestion de la mine	28

Chapitre III : Partie Spéciale

I. Introduction	29
II. Partie Pratique	32
III. Partie de modélisation sur logiciel :	35
i. Définition de logiciel stereonet	35
ii. Les projections stéréographiques (Pôles, familles de discontinuités, Orientation de familles) :	36
iii. Interprétation du résultat	38
iv. Modélisation numérique de gradin par logiciel plaxis	38
v. Travaux de Forage et de Tir	42
1. Le forage :	43
2. Choix du type de la sondeuse	44
3. Classification des roches selon l'indice de forabilité	45
4. Indice de tirabilité	45

5. Diamètre des trous	47
6. Productivité de la sondeuse utilisée au niveau de la mine de l'Ouenza :	47
7.1. Vitesse de forage	48
7.2. Rendements	49
8. Plan de tir pour les conditions de la mine de l'Ouenza	49
8.1. Les exigences technologiques	49
8.2. Les Formules de calculs des éléments de forage et tir	50
8.3. Calcul des paramètres de plan de tir	53
9-DEPENSES POUR LA REALISATION DES TRAVAUX DE TIR	63
9.1 EXPLOSIF	63
9.1.1 CONSOMMATION D'EXPLOSIF PAR POSTE	63
9.1.2 PRIX UNITAIRE DE L'EXPLOSIF (Pude)	63
9.1.3 DEPENSES POUR LES ACCESSOIRES DE TIR	64
9.1.4 DEPENSES D'APRES LES MATERIAUX DE Tir	64
10. Synthèse	65
 Chapitre IV : Electrification Sécurité et Environnement :	
I. Introduction (Electrification)	66
1. L'alimentation en énergie électrique de la mine de l'Ouenza	66
2. Des données sur les charges électriques de chaque poste dans la mine de l'Ouenza	68
I. Introduction (Sécurité)	70
II. Introduction (Sécurité)	
1. Analyse des risques	70
1.1 Définition	70
1.2 Evaluation globale des risques	70
1.2.1 Le Système de Management de la Sécurité	71
1.2.2 La prévention	71
1.3. Démarche générale à toute action de prévention	71

1.4. Méthodes d'analyse des risques	72
1.4.1. Des évaluations utilisent des méthodes d'analyse systématiques	72
1.4.2. Des évaluations utilisent des méthodes d'analyse des relations « causes-effets ».	72
1.4.3 - Des évaluations utilisent des méthodes normatives	72
1.5. - Evaluation des risques	73
1.5.1- Gravité du dommage :	73
1.5.2- Probabilité	74
1.5.3- Matrice des risques	77
1.5.3.1 Formuler un objectif de sécurité	78
1.6 – Conclusion :	78
I. Introduction (Environnement)	79
1- Identifier les aspects/ impacts environnementaux	80
2- Hiérarchiser les aspects/impacts environnementaux	80
3- Etude des impacts	80
3.1. Impact des effluents liquides sur la santé	81
3.2. Impact de poussière	81
3.3. Effet sur l'environnement	81
3.4. Effet sur la faune et la flore	82
3.5. Effet sur le paysage	83
3.6. Effet sur le tourisme	84
3.7. Effet de la poussière sur les engins et machines	84
3.8. Effet sur la santé du personnel	84
IV. Les aspects environnementaux au niveau de la mine de l'Ouenza	85
IV.1. Les missions faites par le service d'environnement de l'entreprise pour la protection de l'environnement.	87

Liste des Figures

- 1- Figure 1 : La partie de la mine en activité à Ouenza au 02/2020
- 2- Figure 2 : Situation géographique du gisement de l'Ouenza
- 3- Figure 03: Carte géologique et coupe dans la structure anticlinale de la région de l'Ouenza.
- 4- Figure 4 : Coupe litho-stratigraphique des monts du Mellègue :
- 5- Figure 05: Technologie du creusement du demi tranché
- 6- Figure 06: Schéma technologique d'extraction et de préparation du minerai de fer de l'Ouenza
- 7- Figure 07 : La Sondeuse BBURG HD1500-D utilisée pour les travaux de forage au niveau de la mine d'Ouenza en activité.
- 8- Figure 08 : Explosif encartouché de type Marmanite
- 9- Figure 09 : Explosif de type Anfomil
- 10- Figure 10 : Les engins de chargement.
- 11- Figure 11 : La Chargeuse en activité au niveau de la mine d'Ouenza
- 12- Figure 12 : Le camion Caterpillar 775G
- 13- Figure 13 : Organigramme de la Gestion de la mine de l'Ouenza
- 14- Figure 14 : Définition de l'orientation d'une discontinuité
- 15- Figure 15 : types de projections plans
- 16- Figure 16 : Projection de Wulff
- 17- Figure 17 : Front étudié niveau 985 m à la mine d'Ouenza
- 18- Figure 18 : Image de notre direction sur le front
- 19- Figure 19 : image de notre pendage sur le front
- 20- Figure 20 : La projection stéréographique des Plans des discontinuités et les pôles selon la disposition de leur densité
- 21- Figure 21 : Orientation des familles de discontinuités du front (Rosette diagramme)
- 22- Figure 22 : modèle de gradin
- 23- Figure 23 : le maillage de modèle.
- 24- Figure 24: les procédures de calculs
- 25- Figure 25 : Les mailles déformées
- 26- Figure 26 : la valeur de FS
- 27- Figure 27 : Schéma du tir [A- avant le tir] [B- après le tir]
- 28- Figure 28: Schéma représente les paramètres de tir et de forage

- 29- Figure 29 : Une photo représentante des hors gabarits de la mine de l'Ouenza
- 30- Figure 30: Le schéma d'alimentation en énergie électrique de la mine de l'Ouenza
- 31- Figure 31: La prévention des risques dans l'entreprise
- 32- Figure 32: La probabilité de détection du risque
- 33- Figure 33. Evaluation du risque
- 34- Figure 34: Exemple d'une matrice de risques.
- 35- Figure 35: Contamination des eaux souterraines et de surface
- 36- Figure 36 : Image d'Effet de la poussière sur la vie quotidienne de la population
- 37- Figure 37 : Image présente les différents stocks et décharge au niveau de la mine de l'ouenza
- 38- Figure 38: Image présente le rougissement de surface sous l'effet des poussières

Liste des Tableaux

- 39- Tableau01:Composition chimiquemoyennedumineraidel'Ouenza
- 40- Tableau02:Etatdesréservesgéologiquesau31/12/2018à la minedel'Ouenza
- 41- Tableau03:Etatdesréservesexploitablesau31/12/2018à la minedel'Ouenza
- 42- Tableau04 :Réservesgéologiquesau31/12/2019 à la minedel'Ouenza
- 43- Tableau05 :Réservesexploitablesau31/12/2019 à la minedel'Ouenza
- 44- Tableau 06 : Réserves géologiques par catégories au 31/12/2019 à la mine de l'Ouenza
- 45- Tableau 07 : Réserves exploitables par catégories au 31/12/2019 à la mine de l'Ouenza
- 46- Tableau 08 : Système Organisationnel detravail
- 47- Tableau09 : Dimensions des principaux éléments d'exploitation de la mine de l'Ouenza :
- 48- Tableau 10 : Les caractéristiques de La sondeuse BBURG HD1500-D
- 49- Tableau 11 : Les caractéristiques des explosifs
- 50- Tableau 12: Schéma de tir
- 51- Tableau 13 : Caractéristiques techniques de camion Caterpillar 775G
- 52- Tableau 14: Le tableau suivant montre le relèvement des discontinuités sur le front
- 53- Tableau 15: La géométrie de modèle 'gradin'
- 54- Tableau 16: les caractéristiques de l'hématite
- 55- Tableau 17 : classification des roches selon leurs indices de forabilité
- 56- Tableau 18 Le tableau suivant résume les valeurs de la résistance à la traction et la consommation spécifique
- 57- Tableau 19 : classification de la tirabilité des roches suivant leur consommation spécifique étalon.
- 58- Tableau 20 : choix du type de la sondeuse
- 59- Tableau 21 : Le tableau suivant représente les caractéristiques des roches

- 60- Tableau 22 : Paramètres nécessaires de calcul :
- 61- Tableau 23: Formules de calculs
- 62- Tableau 24: Paramètres de forage et tir
- 63- Tableau.25. Liste des récepteurs de post (803)
- 64- Tableau.26. Liste des récepteurs de post (01)
- 65- Tableau.27. Liste des récepteurs de post (10)
- 66- Tableau.28. Liste des récepteurs de post (04)
- 67- Tableau.29. Liste des récepteurs de post (02)
- 68- Tableau.30. Liste des récepteurs de post (660)
- 69- Tableau.31. Liste des récepteurs de post (Z2)
- 70- Tableau.32. Liste des récepteurs de post (90)
- 71- Tableau 33 : Détermination de l'étendue des dommages et des conséquences possibles
- 72- Tableau34: Probabilités P (variante 1).
- 73- Tableau 35: Probabilité P (variante 2).
- 74- Tableau 36: Indice de fréquence et durée de l'exposition au phénomène dangereux
- 75- Tableau 37.: Indice de probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (po)
- 76- Tableau 38: Indice de possibilité d'évitement ou de limitation du dommage (L).
- 77- Tableau 39 : Probabilités (variante 2).
- 78- Tableau 40 : Définition des zones
- 79- Tableau 41 : du Bilan Annuel de Sécurité 2019 dans la mine d'Ouenza :
- 80- Tableau 42 : Les aspects environnementaux au niveau de la mine de l'Ouenza et ces mesures (source : département d'environnement au niveau de la mine)

Introduction Générale

Introduction Générale

Depuis les tout premiers âges où l'exploration et l'exploitation des mines sont entamées, la réalisation des processus miniers s'est heurtée à divers problèmes comme la nature et ses imprévues, la localisation des minéraux, le choix des équipements.

Les résoudre ou y trouver une solution est un problème majeur pour les mineurs, ils ont commencé à faire des efforts pour reconnaître la nature avec les plus petits détails comme les joints, les failles, les fissures et leurs effets négatifs sur l'avancement des projets miniers.

Avec toutes la technologie que le monde possède aujourd'hui, nous ne pouvons pas toujours dire parce que nous ne sommes pas arrivés, il est presque impossible d'obtenir une image claire de la structure du front de travail ; les fissures, leurs directions, leurs pendages doivent être géométrisées avec précision et détails pour assurer et établir un schéma de tir précis et efficace.

Dans notre travail nous allons essayer d'étudier les effets des fissures sur l'élaboration d'un schéma de tir, notre cas d'étude est la mine de l'Ouenza. Ce travail sera divisé en quatre chapitres d'études (Géologique, Minier, Une partie Spéciale, et enfin une partie Sécurité et environnement).

Le premier chapitre est consacré à la géologie du site d'étude pour avoir la meilleure description des différents faciès géologiques du site d'étude.

Le deuxième chapitre présentant l'état actuel de l'exploitation du gisement de fer de l'Ouenza avec une description détaillée sur la méthode d'abattage actualisée adoptée par la mine et le mode de chargement et transport dans les conditions de cette dernière.

Le troisième chapitre concerne la fissuration et une modélisation sur logiciel de « stereonet » et sur logiciel de « Plaxis » et le choix d'une méthodologie pratique et claire pour appliquer et choisir des plans de tir optimaux, selon les paramètres géométriques de la fissuration et les propriétés physico-mécaniques de la roche dans la mine sur laquelle nous travaillons

Le quatrième chapitre décrit l'électrification de la mine, la sécurité et l'environnement de celle-ci.

Le travail réalisé a pour le but de localiser l'orientation de la fissuration et sa disposition pour réaliser un schéma de tir optimal qui n'occasionne pas de blocs hors-gabarits en excès et essayer d'obtenir des dimensions de blocs après tir acceptables pour faciliter les opérations minières postérieures.

Chapitre 1

Partie Géologique de l'Ouenza

Partie Géologique de l'Ouenza

I-Généralités :

La région d'Ouenza se caractérise par la présence de terrains sédimentaires très fissurés formés essentiellement par un assemblage de formations dressant des têtes de fer (hématite), le calcaire, le gypse, la marne et le cuivre avec les formations qui se trouvent sous forme d'intercalations comme le grès et la marne parfois.

II-Historique de la mine :

Le gisement de fer de l'Ouenza se trouve à une dizaine de kilomètres de la frontière algéro-tunisienne, sur le prolongement du sillon Aurès-El Kef, à 70 km au Nord de Tébessa et à 150 km au Sud-est d'Annaba.

Il est relié à cette dernière par une voie ferrée électrique qui sert au transport du minerai de fer vers le complexe sidérurgique d'El Hadjar.

Le gisement de fer de l'Ouenza entre dans l'histoire vers la fin du 19^{ème} siècle avec l'exploitation du cuivre au niveau des Quartiers Douamis et Hallatif, comme l'attestent les vestiges encore existants sous forme de puits et de galeries. En effet, c'est vers 1875 que l'ingénieur des mines « J. Tissot » signale l'importance des affleurements du minerai de fer.

Le premier permis de recherche du fer du djebel Ouenza a été octroyé en 1878. Ils en est suivi l'obtention par le prospecteur « F.R. Pascal » d'une concession minière 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), le début de la modernisation de la mine remonte à 1939 avec l'électrification de la voie ferrée.

Par contre l'événement le plus important d'eux est celui du partenariat avec le Groupe LNG « ISPAT » en 2001, devenu « ArcelorMittal » en 2006.



Figure 1 : La partie de la mine en activité à Ouenza au 02/2020 (Chagoura pic-sud et Chagoura nord)

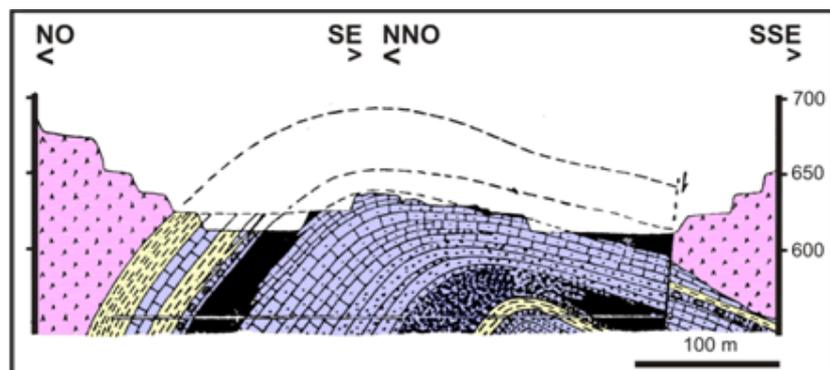
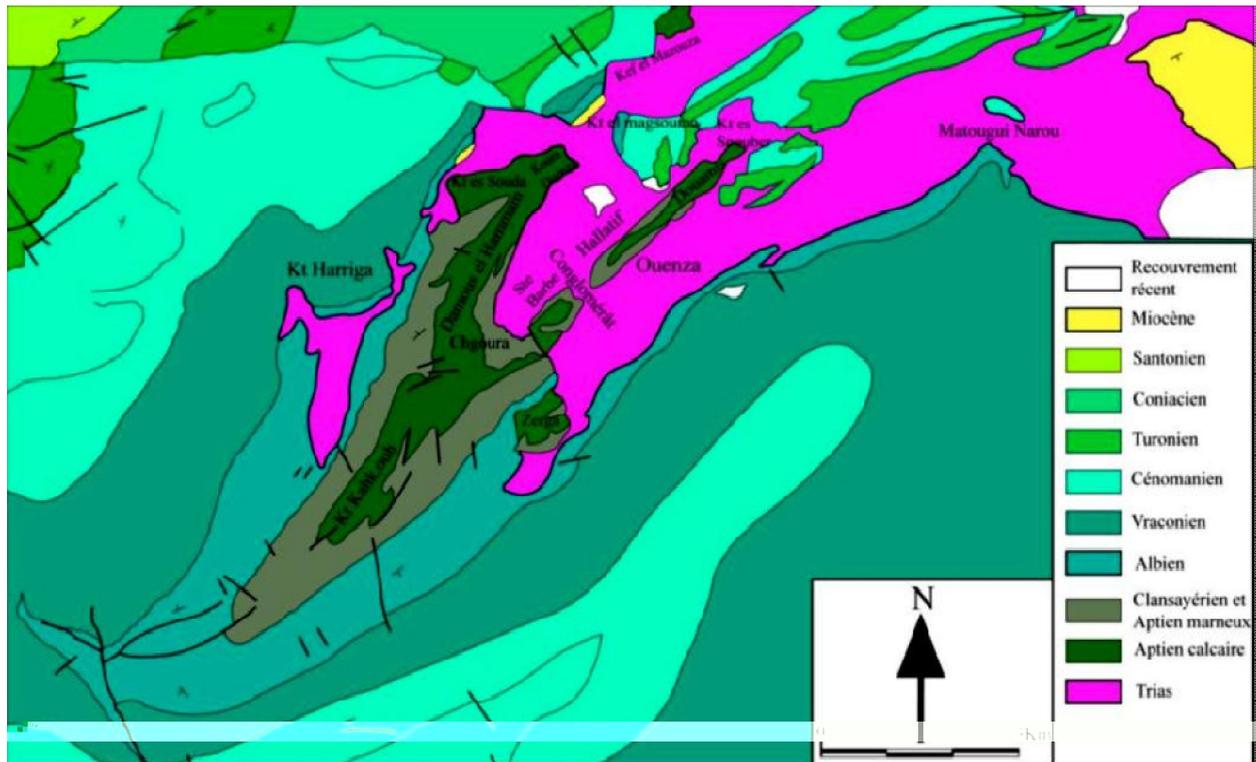
III-Géologie du gisement :

III-1 Situation géographique :

Le gisement de Ouenza est situé à l'extrême NNE de l'Algérie à proximité de la frontière algéro-tunisienne ; à 120 km SSE du complexe sidérurgique d'El Hadjar (Annaba) auquel il est relié par une ligne de chemin de fer et à 90 km au NNE du chef-lieu de la wilaya de Tébessa.



Figure 2 : Situation géographique du gisement de l'Ouenza



-  Vraconien : marnes avec niveau calcaire conglomératique
-  Clansayésien-Albien : marnes et calcaires
-  Minerai hématitique
-  Marnes supérieures
-  Calcaires
-  Marnes de base
-  Trias : marnes bariolées à gypse

Gisement de Fer de Ouenza (NE Algérie) : coupe dans la structure anticlinale au niveau de l'exploitation à ciel ouvert

Figure03:Cartegéologique et coupe dans la structure anticlinalede la régiondel'Ouenza.

III-2 Morphologie et structure du gisement :

Le gisement de l'Ouenza se situe dans le Djebel Ouenza qui est un grand anticlinal de direction SW-NE. Si on s'éloigne de la partie périclinale SW qui se présente d'une manière

spectaculaire pour aller vers le NE on verrait la masse énorme de calcaires récifaux de l'aptien qui forme l'ossature de la montagne.

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 éjectée par de petits accidents secondaires loge au Nord les Parties minéralisées de la mine entre 06 Mai et Hallatif.

Deux lambris aigües viennent s'injecter dans les marnes de l'albien au Nord et au

Sud du Djebel. La lame Suda fait remonter des lambeaux d'aptiens minéralisés

(Quartier Zerga).

III-3 Stratigraphie :

Branche de la géologie qui s'intéresse à l'étude des terrains sédimentaires du point de vue de la succession des couches, notamment dans le but de déterminer l'âge relatif des couches.

Sommairement les terrains que l'on rencontre dans la région de l'Ouenza en commençant par la plus récente, sont :

-Quaternaire

Il est représenté par des éboulis de dépôts torrentiels. Du matériel d'épandage, du travertin et surtout par une croûte calcaire et des conglomérats.

-Turonien

D'épaisseur relativement réduite, il se distingue par des assises calcaires séparées par des marnes ou marno-calcaires.

-Cénomaniens supérieurs

Peut être abordé par deux subdivisions distinctes : la base est formée d'une série marneuse et de calcaires noirs, à brs que le sommet est formé de marno-calcaire intercalant de petits bancs à débris normaux à la stratification.

-Cénomaniens moyens

Il est caractérisé par des marnes vertes saïes à la plaque de calcite fibreuse intercalant à la base de minces lits marno-calcaires.

-Cénomaniens inférieurs

C'est des marnes noires très foncées.

-Vraconien

Petits bancs calcaires noirs séparés par des marno-calcaires gris bleuté et vers le bas des calcaires peu gréseux et des marno-calcaires très gréseux.

-Albien

Un banc de grès calcaire très dur limite cet étage vers son sommet, en dessous on trouve des marnes jaunes avec quelques couches de marno-calcaire très siliceux.

-Zone de Clansayes

C'est des calcaires gréseux noirs alternant avec de marnes jaunes et marnes grises renfermant des niveaux marno-calcaires très siliceux.

-Aptien

Se voit sous un faciès récifal semblant de localiser vers le milieu ou le tiers inférieur de l'étage au-dessous d'une puissante série marno-calcaire on trouve quelques bancs de calcaire un peu gréseux et des alternances de grès calcaires et des marnes grises.

Les marnes lenticulaires récifales ont une puissance extrêmement variable 250m au nord du Pic de l'Ouenza.

-Barrémien

Il n'affleure qu'au Djebel Harraba et Sidi Embarek et est représenté par une couche puissante de marnes grise-jaune.

-Miocène

Débutant par une couche puissante de conglomérats, il se caractérise par des grès et des marnes.

- Trias

Il n'apparaît qu'en diapir et comprend des marnes multicolores à gypse qui *
 emballent divers matériaux rocheux très salés de teinte verte rouge ou violette,
 les marnes sont un exemple de faciès lagunaire de l'étage bien connu en Algérie.

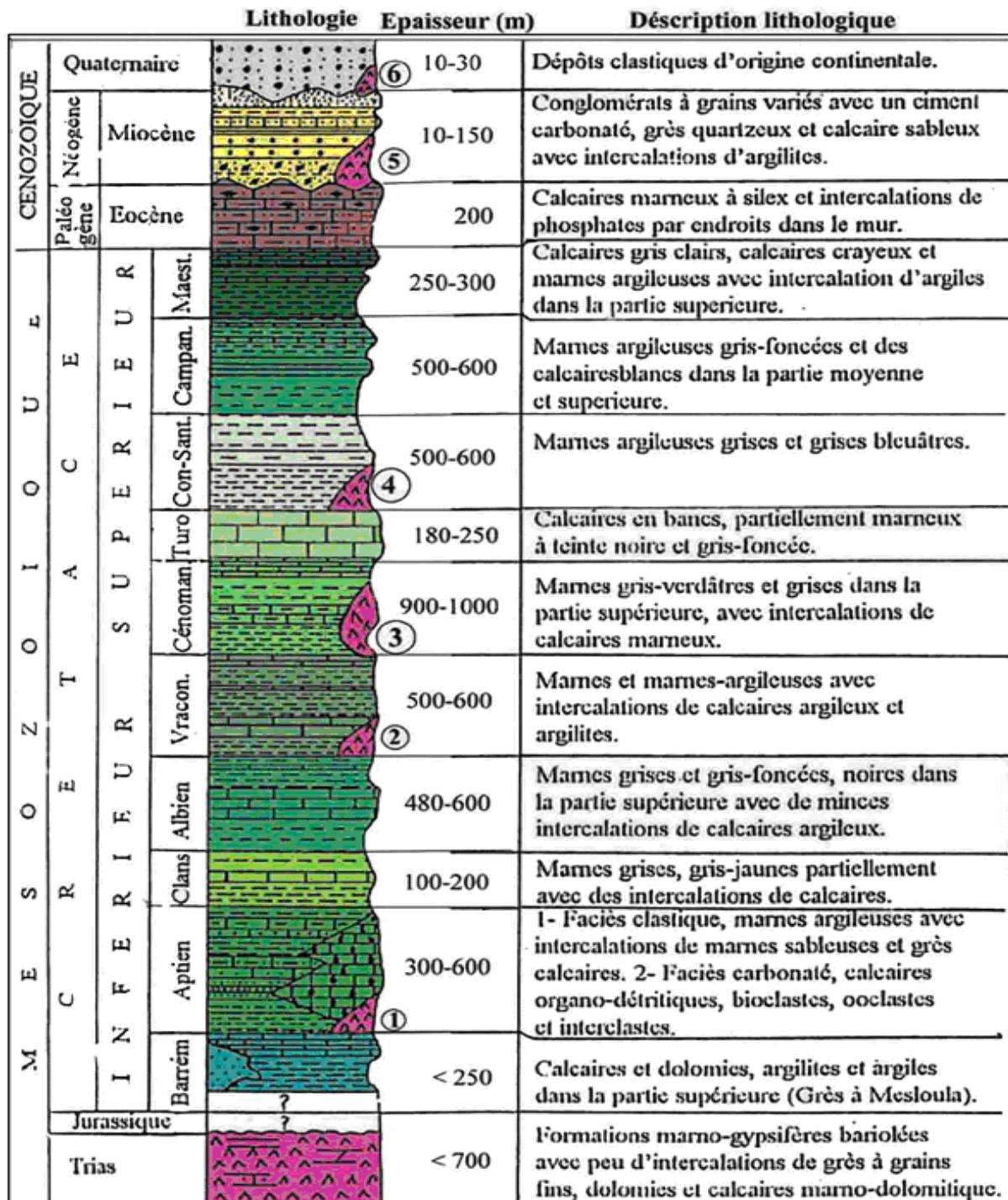


Figure 4 : Coupe litho-stratigraphique des monts du Mellègue :

Les phases diapriques des différents massifs de l'atlas saharien oriental sont :

1-Ouenza, Boukhadra, Bonjaber ; 2-Ouenza, Slate(Tunisie) ; 3-Khenchela ; 4-Bouthil (Tunisie) ;

III-4 Tectonique :

C'est une discipline qui a pour but l'étude des structures géologiques d'échelle kilométrique et plus, telles les chaînes de montagnes ou les bassins sédimentaires, et des mécanismes qui en sont responsables.

Tectonique de la région d'Ouenza:

- Les plissements de direction SW-NE en général sont de manière évidente postérieurs au sénonien et antérieurs au miocène.
- Le diapirisme du trias doit être contemporain ou au mieux il a dû commencer au moment de cette phase tectonique primordiale.
- Les failles SE-NW hexagonales à structure anticlinale

Outre la substance miocène postérieure à leur dépôt. Il faut signaler avec de nombreux mouvements du trias dont certains sont très récents.

Les soulèvements actifs généraux de toute la région dont les conséquences sont la mise en relief des formations continentales du quaternaire ancien et le creusement actuel du lit des Oueds.

IV-Hydrologie et hydrogéologie :

Le comportement hydrogéologique des terrains existants à Ouenza se résume comme suit: Les terrains triasiques contenant du gypse et du sel, du fait de leur hétérogénéité, sont perméables, les eaux qui y circulent deviennent saumâtres et ne peuvent convenir qu'à l'utilisation industrielle.

Les calcaires s'ils sont fissurés permettent l'infiltration des eaux et même leur circulation.

Les marnes qui forment malheureusement la plus grande surface affleurant dans la région sont imperméables et toutes les eaux de pluie ruissellent ou s'évaporent, Les intercalations calcaires peu épaisses ne permettent pas le captage que d'une quantité infime d'eau.

Les terrains quaternaires toujours peu épais n'ont de ce fait aucune importance hydrogéologique.

Les aquifères connus à l'Ouenza sont : Douamis (descenderie de captage ZI) et Conglomérat (descenderie de captage ZII) qui forment probablement un seul bassin aquifère, les surfaces respectives d'impluvium sont de 20 ha à 40 ha pour une pluviométrie annuelle de 400 mm d'eau, Douamis à elle seule reçoit 80000 m³ et les autres chantiers 16000 m³.

À Douamis, où le coefficient d'infiltration est compris entre 13.4% et 20% (détermination expérimentale ancienne) seuls 10000 à 16000 m³ peuvent s'y infiltrer.

En dehors de la source thermale de Hammam Sidi Yahia et de quelques suintements à la base des grès miocènes et de quelques sources dans les oueds, les points d'eau naturelle sont rares.

La ville de l'Ouenza est alimentée récemment par le sondage d'Ain Chania.

La mine pour ses besoins en eau potable des chantiers puisent celle-ci du sondage de souada.

V- Géologie :

Les amas de minerai de fer se trouvent toujours dans les calcaires massifs de l'Aptien dont ils ont localement pris la place.

Il s'agit donc de gîte de substitution aux calcaires.

Ces gîtes sont localisés dans le voisinage de fractures plus ou moins importantes et que la minéralisation a pu s'étendre parfois assez loin des failles nourricières.

Le minerai qui est à l'origine constitué de carbonates de fer (sidérose) a pu être épigénéisé en oxydes de carbonates de fer (goethite et limonite) au-dessus du niveau hydrostatique.

VI- Minéralisation :

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 métasomatose 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 très 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 stalagmite), azurite, malachite.

Cette liste ne pourrait pas être exhaustive et une étude microscopique généralisée sur tout le gisement pourrait en déceler d'autres.

Le tableau ci-dessous donne la composition chimique du minerai hématite de

L'Ouenza :

Tableau01:Composition chimiquemoyennedumineraidel'Ouenza

Éléments	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	AL ₂ O ₃	BaSO ₄	S	Mn	Cu	P
Teneur en %	49.8	4.00	7.10	2.00	2.25	Traces	0.04	1.98	Traces	0.02

VI-1Rochesencaissantes :

La minéralisation ferrifère est localisée dans un terrain sédimentaire, Constitué de très puissantes assises (Marnes et calcaires) d'âge crétacé (Barrenien-sénonien), de degrés marins d'âge quaternaires et d'un socle ancien du trias qui apparaît en diapirs (faciès lagunaire).

VII-Etatdesréservesgéologiquesetexploitablesdanslesquartiers

Tableau02:Etatdesréservesgéologiquesau31/12/2018à la minedel'Ouenza

Quartiers	Quantités (T)	□ Fe
Chagoura sud-pic	19822250	49,9
Chagoura Nord	20515562	48,9
Sainte Barbe	12842168	47,8
Conglomérat	6011290	47.4
Hallatif	4931028	51
Douamis	11327458	53
Zarga	3196457	42,7
Total	78646213	48.6

Tableau03:Etatdesréservesexploitablesau31/12/2018à la minedel'Ouenza

Quartiers	Minerai (T)	□ Fe	Sterile (T)	T.D
Chagoura pic	6637049	53.5	26482796.3	4
Chagoura sud	3448338.5	48.2	7531836.5	2.2
Chagoura Nord	9963306	49.7	20429496	2.1
Sainte Barbe	4621653	48.4	19225288	4.2
Conglomérat	376686	46.6	1779731	4.7
Douamis	8425289	53.9	42070918	5

Zerga	2350266	42.7	2862127	1.2
Total	35822587.5	49	120382192.8	3.34

VIII-Etatdesréservesgéologiques etexploitables et réserves géologiques et exploitables par catégories pouruneétude récente :

Lacarrière d'Ouenza est divisée en sept quartiers ; ceci permet de faciliter l'enchaînement des travaux miniers dans celle-ci.

Tableau04 :Réservesgéologiquesau31/12/2019 à la minedel'Ouenza

Quartiers	Quantités (T)	□ Fe
Chagoura sud-pic	19661051	49.8
Chagoura Nord	20296062	48.8
Sainte Barbe	12823168	47.7
Conglomérat	6011290	47.4
Hallatif	4931028	51
Douamis	11327458	53
Zerga	3196457	42.7
Total	78246514	48.62

Tableau05 :Réserveexploitablesau31/12/2019 à laminedel'Ouenza

Quartiers	Quantités (T)	□ Fe	Sterile (T)	T.D
Chagoura Pic	6637049	53.5	26482796	4
Chagoura Sud	3350138	48	7367836	2.2
Chagoura Nord	9743806	49.5	19079969	2
Sainte Barbe	4602653	48.4	19185288	4.2
Conglomérat	376686	46.6	1779731	4.7
Douamis	8425289	53.9	42070918	5
Zerga	2350266	42.7	2862127	1.2
Total	35485887	48.9	16975523.5	3.32

Tableau 06 : Réserves géologiques par catégories au 31/12/2019 à la mine de l'Ouenza

Quartiers	Catégorie (B)	Fe □ 1	Catégorie (C1)	Fe □ 2	Catégorie (C2)	Fe □ 3
Chagoura sud-pic	1759537.5	51	17901514	49.5	0	0
Chagoura nord	405921	50.7	12989480	49	6900661	48.6
Sainte barbe	1282317	47.8	6796279	47.3	4744572	48.6
Conglomérat	1863500	48.2	4147790	47	0	0
Hallatif	345172	49.4	3747581	51.3	838275	50.1
Douamis	6230102	53	5097356	53	0	0
Zerga	1758051	43.9	639292	42.2	799114	40.5
Total	13644600.5	49.14	51319292	48.47	13282622	46.95

Tableau 07 : Réserves exploitables par catégories au 31/12/2019 à la mine de l'Ouenza

Quartiers	Catégorie (B)	Fe □ 1	Catégorie (C1)	Fe □ 2	Catégorie (C2)	Fe □ 3
Chagoura pic	3584006	51.6	3053043	55.8	0	0
Chagoura sud	201008	47.7	3149130	48.1	0	0
Chagoura nord	376000	48.4	7607269	49.7	1760537	50.1
Sainte barbe	460265	45.8	2669539	48.8	1472849	48.6
Conglomérat	139374	48.7	237312	45.3	0	0
Douamis	7667013	54	758276	52.5	0	0
Zerga	1316149	43.4	470053	42.2	564064	41.4
Total	13743815	45.51	17944622	48.9	3797450	46.7

La catégorisation des réserves a été faite en tenant compte des principes suivants :

- La catégorie B a été attribuée à tous les corps situés au-dessus du niveau 845 jusqu'à la surface, et ce vu l'existence de plusieurs affleurements mis à jour lors de l'exploitation et la maille des sondages qui est trop serrée, soit 35x25m en général.
- La catégorie C1 a été attribuée pour les parties des corps incluses entre le

niveau 785 et 845 où la maille de prospection est plus large, soit en général 50x50m.

- Quant aux parties des corps situés sous les niveaux 785 jusqu'à 733 et plus bas où les sondages sont rares (à cause de la grande profondeur) et les travaux miniers à ce niveau ne sont pas bien développés. Les réserves sont classées dans la catégorie C2.

Déduction :

Le travail géologique d'un terrain se focalise sur la différenciation de types des formations formant celui-ci ainsi la succession des couches dans l'objectif de déterminer leurs âges, ensuite il s'intéresse à la présence ou non des eaux souterrains (hydrogéologie).

Les terrains d'Ouenza sont constitués par plusieurs formations dressantes :

- ❖ Calcaires
- ❖ Marnes jaune et grise
- ❖ Grés
- ❖ Minerai de fer

Le gisement d'Ouenza est filonien et localisé dans un anticlinal traversé par une grande faille longitudinale due à la tectonique localisée du côté SE du Djebel du même nom.

Chapitre 2
Partie Minière
Actualisée de
l'Ouenza

Partie Minière Actualisée de l'Ouenza

I-Généralités :

À partir du commencement de l'exploitation en 1921 la mine de l'Ouenza se considère comme la base essentielle d'alimentation de la fonderie nationale d'Algérie (précisément l'usine El Hajar d'Annaba) qui oblige une teneur qui dépasse ou égale 45, la production prévisionnelle en 2019 dans cette mine d'Est d'Algérie est de : 1 516 556 tonnes avec 227 520 tonnes vient du ancien stock et 1 045 320 tonnes du minerai extrait, avec un volume estimé à 12 538 800 des roches encaissantes et un volume de stérile de : 2 069 260 tonnes avec un taux de découverte égal à : (1.97 =2).

I-1 Système Organisationnel detravail :

Tableau 08 : Système Organisationnel detravail

Type de travaux	Nombre de postes par jour	Durée d'une poste	Nombre des jours ouvrable par semaine	Nombre des jours ouvrables par an (2019)
Les Travaux de Chargement et Transport	3	8	6	314
Les Travaux de Forage et Concassage	3	8	6	300

II-Ouverture dugisement :

II-1-Généralités :

En nous basant sur les documents obtenus : géologiques et topographiques mais aussi sur les contours des champs de la mine, la profondeur finale d'exploitation du gisement, on accède a la fabrication qui consiste premièrement a l'ouverture de la mine celle-ci permet l'accès au gisement à partir du jour de plus elle assure le lieu de transport entre les différentes zones en activité.

Les travaux d'excavations lors de l'ouverture sont réalisés par **demi-tranchée d'accès**.

Les facteurs influents sur le choix du mode d'ouverturesont:

- ✚ **Conditions économiques** : comme Les investissements sur la fabrication de la mine et son rendement théorique.
- ✚ **Conditions minières** : comme la production prévisionnelle par an, la durée de fonctionnement des engins utilisés dans la mine, la sécurité du travail etc.
- ✚ **Conditions géologiques** : comme relief du terrain, puissance et angle de pendage du gisement etc.

II-2 Moded'Ouverture dugisement d'Ouenza :

Au niveau morphologique la mine d'Ouenza est une montagne avec une haute altitude de 1280 m au sommet du pic ce qui implique que le mode d'ouverture optimal pour l'utilisation dans cette mine est fait par **demi-tranchée principale à flanc de coteau**.

II-2-1 Les différentes phases du creusement de la demi-tranchée :

A: Largeur pour l'emplacement de la sondeuse (5 à 6) m: Largeur de creusement (Voir figure 05).

B: largeur élargie par la sondeuse qui dépend de la largeur de la piste à une seule voie ou deux voies, (5 à 15) m (voir figure 05).

La figure montre les étapes du creusement en détails de la demi-tranchée menées en A et B.

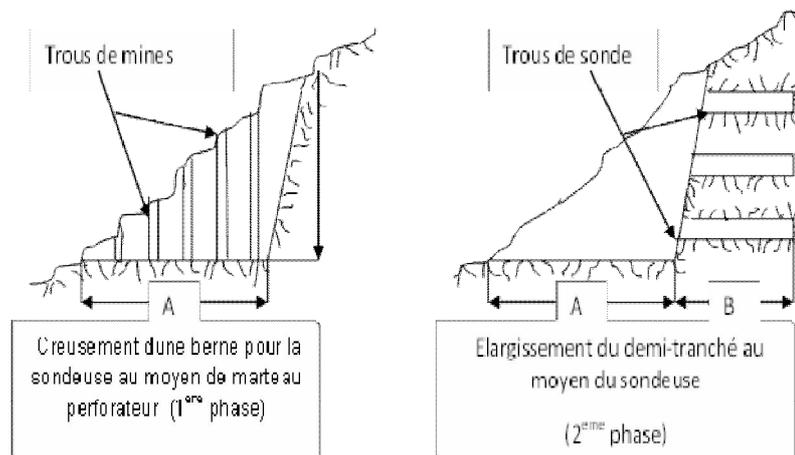


Figure05:
Technologie du creusement de la
demi-tranchée

III- Méthode d'exploitation :

III-1-Généralités :

On nomme méthode d'exploitation : l'ordre établi de réalisation des travaux préparatoires et des travaux de dépiége dans les conditions naturelles d'un gisement donné.

Le choix de la méthode d'exploitation dépend de plusieurs facteurs :

- Les dimensions et la configuration du gisement.
- La valeur du minéral-utile et sa composition.
- La stabilité et la résistance du massif rocheux.
- Les impératifs de production et de sécurité.

- Le coefficient de recouvrement.

Chaque mine est un cas particulier, mais toutes ont deux points communs la recherche de la rentabilité et la sécurité.

Pratiquement la classification des méthodes d'exploitation s'axe sur :

- Les particularités des couches et le type de gites (métallifères-houillers-alluvionnaires).
- Le mode de traitement des vides créés par l'exploitation.

La classification des systèmes d'exploitation à ciel ouvert tient compte de trois principaux facteurs :

- une classification qui tient compte de la morphologie du gisement ;
- une classification qui tient compte de la direction de déplacement du stérile ;
- une classification qui tient compte du choix du matériel c'est pourquoi on parle d'exploitation par dragline ou par roues-pelles.

Parmi les méthodes d'exploitation à ciel ouvert on distingue :

- ❖ La méthode de Sheshko qui prend en considération le lieu de déplacement du stérile soit à l'intérieur de la carrière.
- ❖ La méthode de Rjevsky tient en considération plusieurs indices comme :

1- Le nombre de bords exploitables ;

2- La disposition des terrils par rapport au contour du champ minier ;

3- L'angle d'inclinaison du gisement

III-2-Choix de la méthode d'exploitation :

Le choix de la méthode d'exploitation dépend des facteurs suivants :

- ❖ Caractéristiques géologiques et minières du gisement.
- ❖ la puissance de chaque gîte.
- ❖ L'angle de pendage du gîte,
- ❖ Production planifiée en minéraux, utiles.
- ❖ Mode d'ouverture.

A Souligner que :

La méthode d'exploitation employée dans la mine d'Ouenza est celle basée sur la classification de l'académicien Rjevsky avec un seul bord exploitable et ouvertures suivies par une demi-tranchée d'accès.

IV-Principaux éléments du système d'exploitation de la mine de l'Ouenza sont :

1. La hauteur du gradin :
2. L'angle du talus des gradins :
3. Caractéristiques des pistes (La largeur d'enlèvement, la largeur de la plateforme de travail, les bermes de sécurité et de transport).

Tableau 09 : Dimensions des principaux éléments d'exploitation de la mine de l'Ouenza :

Grandeur	Formule	Symbole	Valeur	Unité
Hauteur du gradin	$Hg \leq 1.5H_{max}$	Hg	15	m
Angle du talus des gradins	Suivant chaque cas de mine	α	80	°
Largeur d'enlèvement	$A = W + b(n-1)$	A	6	m
Largeur de la plateforme de travail	$L_{pt} = Z + T + C + X + A$	Lpt1	46,89	m
		Lpt2	54,32	
La berme de transport	$L_{bt} = z + b + c$	Lbt1	9,93	m
		Lbt2	17,36	
La berme de Sécurité	Lbs = selon le cas de chaque mine	Lbs	4	m

V-Les opérations minières :

V-1 Généralités :

La mine de l'Ouenza est subdivisée en 7 quartiers avec des teneurs qui sont:

✓ **Les quartiers en activités dans la mine d'Ouenza en 2020 :**

- Chagoura Nord ;
- Chagoura Sud-pic ;
- Ilot 6 Mai.

✓ **Les quartiers en arrêt dans la mine d'Ouenza en 2020 :**

- Zerga en arrêt à cause d'un glissement ;
- Douamis fer-cuivreux l'inexistant de son traitement dans la mine ;
- Sainte barbe ;

- Conglomérat.

Dans la mine d'Ouenza le schéma des travaux de préparation est mené comme suit

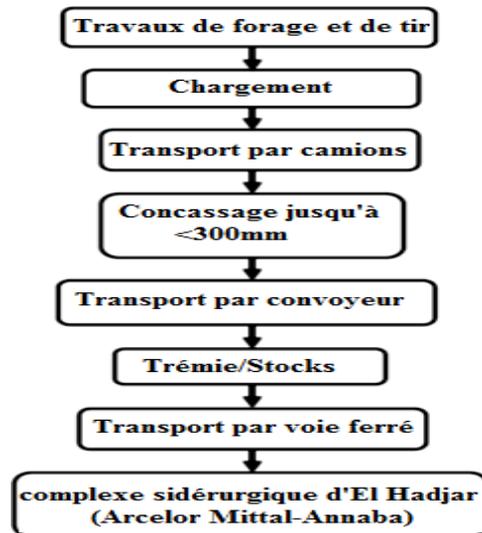


Figure 06: Schéma technologique d'extraction et de préparation du minerai de fer de l'Ouenza

V-2 Les travaux de terrassement :

Une opération essentielle qui a pour but :

- Le nettoyage de la différente place de travail ;
- L'assurance des ouvertures des pistes et les descentes afin d'accéder au gisement ;
- La réparation des plateformes là où se déroulent la foration et le chargement ;
- le débouchement de la versée stérile et l'élargissement de celle stock de minerai.

Dans la mine d'Ouenza, les travaux de terrassement sont réalisés par une niveleuse Caterpillar de 770G.

V-3 La Foration :

Le forage est une étape capitale dans l'abattage qui permet de réaliser les trous de mines à l'aide d'un équipement spécialisé soit une sondeuse ou foreuse.

V-3-1 Choix du mode de forage :

Le choix du mode de forage dépend :

- ❖ Profondeur de forage à forer ;

- ❖ Diamètre de forage à réaliser ;
- ❖ Les propriétés physico-mécaniques des roches.

Les types modes de forage sont:

- I. Forage roto-percutant ;
- II. Forage percutant ;
- III. Forage rotatif ;
- IV. Forage thermique.

NB :

Le mode de forage utilisé dans la mine d'Ouenza est du type rotatif



Figure07 : La Sondeuse BBURG HD1500-D utilisée pour les travaux de forage au niveau de la mine d'Ouenza en activité.

Tableau 10 : Les caractéristiques de La sondeuse BBURG HD1500-D

Caractéristiques de la foreuse BBURG HD1500-D	
Type de forage	Fond de trou
Diamètre du trou de forage	89 – 172 mm
Tiges de sondage	-
Diamètre tubes de sondage	76-89-100-114
Couple de rotation maximale	5000 Nm
Vitesse de rotation	40 à 100
Profondeur de sondage	40 / 35 m
Longueur d'alimentation	9540 mm
Type de moteur	TCD 2015
Puissance du moteur	390 kW
Type de compresseur	Compresseur à vis, à deux étages
Qualité d'air par minute	28,3 m ³ / 1000 cfm
Vitesse	0 à 4,5 km/h
Type de plaque de fond	Traverse triple
Réservoir à gasoil	900 L
Montée maximale	28°
Poids de la sondeuse	37700 Kg

Le rendement postier de la sondeuse :

$R_{ps} = 60 \cdot V_{mf} \cdot T_p \cdot K_u$, m/poste

D'où :

V_{mf} : vitesse moyenne de forage, min.

K_u: Coefficient d'utilisation de la machine, de (0.7 à 0.8) on adopte que $K_u = 0.75$.

T_p: Durée d'un poste de travail $T_p = 8h$.

Donc :

$V_{mf} = 30/60 = 0.5m/min$, (Relevé sur terrain).

$$Rps = 60 \times 0.5 \times 8 \times 0.75 = 180 \text{ m/poste}$$

V-4 L'abattage :

L'abattage des roches représente le premier maillon des processus technologique de l'exploitation des gisements à ciel ouvert.

Il consiste à modifier l'état naturel des roches dans le but d'améliorer le processus de leur extraction. La préparation des roches à l'extraction peut être effectuée en utilisant deux méthodes :

- ❖ L'abattage des roches à l'explosif.
- ❖ L'émottage mécanique des roches (ripage).

Les travaux de tir sont largement utilisés dans les carrières. Dans ce cas, la roche est séparée du massif à l'aide d'explosif placé dans les trous réalisés à cet effet.

L'émottage mécanique tant actuellement, grâce aux nouveaux engins de ripage très puissants, de remplacer les travaux de tir. Il consiste à disloquer le massif en blocs dimensionnés sous l'effort mécanique.

La qualité de l'abattage des roches prédétermine en grande partie le rendement des engins miniers, la sécurité de travail, et d'une manière générale l'efficacité des travaux à ciel ouvert.

Le choix de la méthode d'abattage des roches dépend :

- ❖ Type de roches, et leur état naturel ;
- ❖ Les propriétés physico – mécaniques et technologiques des roches; de la productivité de l'entreprise minière;
- ❖ Des paramètres techniques des engins et des équipements miniers disponibles et des exigences fixées à la qualité du minerai extrait

Abattage à l'explosif :

- ⚡ Le tir électrique
- ⚡ Le tir pyrotechnique

A Noter que :

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

Remarque :

Le tir utilisé dans la mine d'Ouenza est le tir électrique.

Les explosifs utilisés dans la mine d'Ouenza :

1. Explosif brisant (Marmanite) :



Figure 08 : Explosif encartouché de type Marmanite

2. Explosif déflagrant (Anfomil) :



Figure 09 : Explosif de type Anfomil

Tableau 11 : Les caractéristiques des explosifs

Les Explosifs	Densité (g/cm ³)	Capacité de travail (cm ³)	Poids (kg)	Diamètre de la cartouche	Longueur de la cartouche (mm)	Vitesse de la détonation (m/s)
Marmanite	0.9	360	2.5 kg en cartouche	80	500	4500
Anfomil	0.96	320	Un sac de 25 kg en vrac	-	-	3000

Ceplan detir est utilisé pour tous les types de formation au niveau de la mine d'Ouenza

Tableau 12: Schéma de tir

Les Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Profondeur du trou	Ltr	17	m
Longueur d'excès	Lex	2	m
Ligne de moindre résistance	W	6	m
Distance entre les rangées	B	2.5	m
Distance entre les trous	A	3	m
Quantité d'explosifs	Q	149.75	Kg/Trou
Longueur de charge de bourrage	Lb	2.5	m
Nombre de trous dans un bloc	Ntr	52	trous
Longueur total a foré dans un bloc	Somme de Ltr	884	m
Quantité d'explosifs d'un bloc	Somme de Q	7787	
Durée micro_retard	T	20	ms

V-5 Le Chargement :

V-5-1 Généralités:

Le processus de chargement des roches consiste à déplacer la masse rocheuse préalablement abattue (roches dures) ou directement (roches tendres et meubles) vers les engins de transport. C'est un processus complexe. Il est réalisé par différents moyens dans les carrières et mines à ciel ouvert, les engins de chargement utilisés dans la mine d'Ouenza sont des chargeuses de type : chargeuse sur pneus Caterpillar 988f, 990k, pelle hydraulique Caterpillar 349-D2L, chargeuse sur pneu Volvo L350F.

Les engins de chargement se différencier selon le mode et le principe de leur travail de la façon suivante :

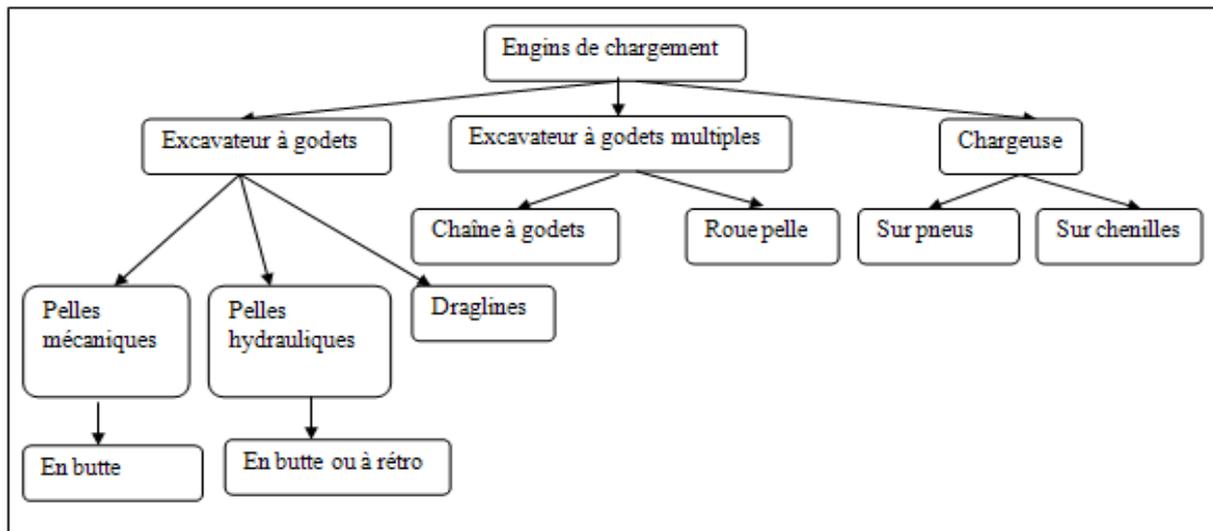


Figure 10 : Les engins de chargement.



Figure 11 : La Chargeuse en activité au niveau de la mine d'Ouenza

Le rendement dechargement parposte :

$$R_{chrg/p} = 3600.Eg.Kr.Ku.Tp/Tc.Kf.$$

Le rendement de chargement par poste est de :

$$R_{\text{chrg/p}} = 2831 \text{ t/poste}$$

Le rendement journalier entonnage :

$$R_j = R_p \cdot N_p \quad (\text{En t/j})$$

R_p = rendement de la chargeuse par poste = 2831 t/p

N_p = nombre de postes par jour = 3

$$R_j = 2831 \cdot 3 = 8493 \text{ t/j}$$

V-6 Roulage (Transport) :

V-6-1 Généralités :

Les engins de roulage dans chaque mine jouent un rôle capital qui se traduit par le transport du minerai et du stérile de la mine, respectivement, aux concasseurs et aux versées à stériles.

Le transport par camion (utilisé au niveau de la mine d'Ouenza) : est le plus répandu dans les carrières contemporaines, il est rationnel de l'appliquer lors de l'exploitation des gisements compliqués, de la construction et de l'approfondissement des carrières, de l'exploitation sélective.

Les caractéristiques de cette méthode de transport sont :

- ❖ La grande efficacité du transport des minéraux utiles et roches stériles sur la distance relativement courte ;
- ❖ La simplicité de construction des engins de transport ;
- ❖ La manœuvrabilité ;
- ❖ La possibilité de surmonter la pente élevée ;
- ❖ La simplicité d'organisation de travail.

Le transport du minerai dans la mine d'Ouenza se divise en deux parties :

- ✚ La première partie : du chantier niveau 985 m vers la station de concassage au niveau 803 m, est assurée par des 2 camions de type Caterpillar 775G sur une distance de 183 m.
- ✚ La deuxième partie du transport : se fait du concasseur vers la trémie de chargement par des convoyeurs à bandes.



Figure 12 : La camion Caterpillar 775G

Tableau 13 : Caractéristiques techniques de camion Caterpillar 775G

Paramètres	Caterpillar 775G	Unités
Quantité de charge	65	T
Poids du camion vide	47468	Kg
La charge utile	50	T
Poids de la benne	11760	Kg
Largeur intérieur de la benne	3990	mm
Débit capacité	55.6	Vgz
Angle de braquage	31	°
Type de moteur	C27 CAT ACERT	-
Puissance de moteur	552	KW

Rendement d'un camion :

$$R_{pc} = 3600 * E_c * T_p * K_r * K_u / T_c \quad ; \quad t/poste$$

Caterpillar 775G

E_c : capacité utile du camion = 50 t

T_p = 8 h

K_r = 0.7

K_u = 0.8

$$T_c = 1293 \text{ s}$$

$$R_{pc} = 3600 * 50 * 8 * 0.7 * 0.80 / 1293 = 624 \text{ t/poste}$$

$$R_{pc} = 624 \text{ t/poste}$$

VI- Mise à terril :

VI-1 Généralité :

La mise à terril est un processus de déplacement des stériles et leur dépôt sur des terrains spécialement réservés.

Les dépenses pour les travaux de mise à terril occupent 10-20% du volume de tous les travaux de découverte.

VI-2 les différents types de terril :

On distingue :

- 1 - Terrils intérieurs ;
- 2 - Terrils extérieurs ;
- 3- Terrils combinés.

- ❖ Les terrils intérieurs sont placés dans l'espace vide de la carrière créée par l'enlèvement du gîte du minerai et des stériles. Ils sont les plus efficaces parce qu'ils sont situés près du lieu de l'extraction des stériles et occupent les terrains presque inutile pour l'agriculture. Mais on peut les employer seulement pour l'exploitation des gisements horizontaux et peu inclinés ;
- ❖ Les terrils extérieurs sont situés hors des limites du champ de carrière dans des terrains dépourvus de minéraux utiles. Pour les terrils extérieurs on doit utiliser le relief de la région : ravins, terres inutiles pour l'agriculture. On les utilise lors de l'exploitation des gisements inclinés et dressants ;
- ❖ Les terrils combinés comprennent les deux types cités ci-dessus.

On les utilise dans la majorité des cas, lors de l'exploitation des gisements horizontaux et peu inclinés et grande épaisseur des roches stériles. Dans ce cas les stériles des gradins supérieurs sont déplacées au terril extérieur et celles des gradins inférieurs sont déplacées au terril intérieur.

VI-3 les exigences fondamentales pour L'aménagement des terrils :

L'aménagement des terrils doit répondre aux exigences suivantes :

- Capacité suffisante ;
- Emplacement commode, situé en dehors des terrains productifs et proche du Champ de la carrière ;

- Rendement élevé des engins travaillant au terril ;
- Sécurité de travail.

✓ **Gestion de la mine :**

La mine de Ouenza sa gestion par un contrat de partenariat entre 3 entreprises ArcelorMittal, Ferphos et Sider sous le nom Général de ArcelorMittal. L'entreprise contient un nombre de 600 employeurs repartis suivant l'organigramme montré sur la figure 13.

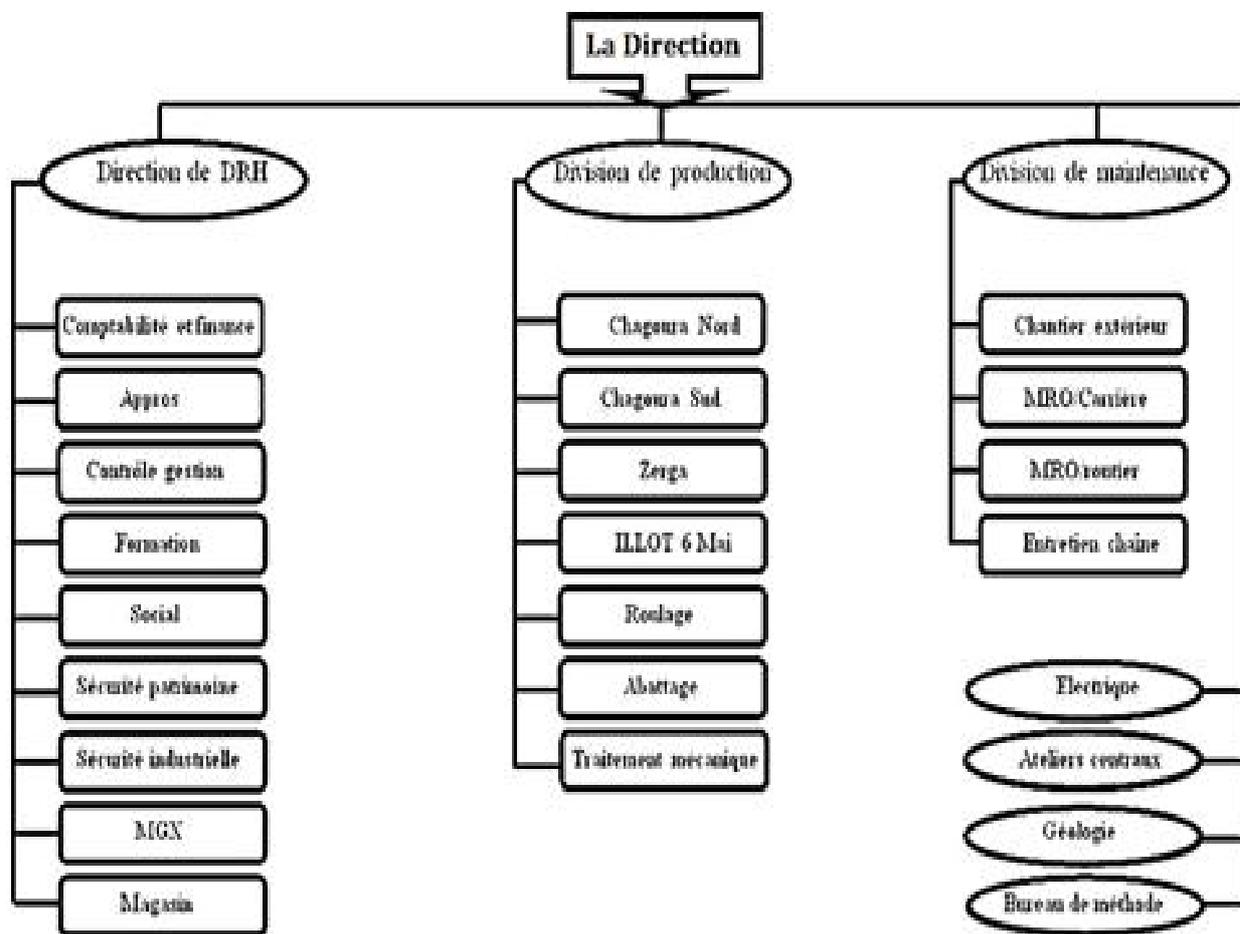


Figure 13 : Organigramme de la Gestion de la mine de l'Ouenza

Chapitre 3

Partie Spéciale

Partie Spéciale

I. Introduction :

L'abattage à l'explosif est un facteur primordial des processus technologiques de l'exploitation des mines à ciel ouvert, il consiste à préparer les roches à l'extraction, tout en régulant la granulométrie des roches, c'est le premier élément du processus industriel et en particulier dans la chaîne de production donc il joue un rôle très important dans l'exploitation, la maîtrise de celui-ci va permettre de garantir la sécurité lors de l'opération, de limiter les coûts engendrés par l'opération en elle-même, de réduire les nuisances et satisfaire les contraintes réglementaires, et enfin d'obtenir une granulométrie adaptée aux installations et à ce que l'on veut faire du produit, la conception ou l'élaboration d'un plan de tir dépend des discontinuités présentes dans le massif rocheux ; ces dernières désignent toute interruption physique de la roche qui résulte de la genèse géologique du massif rocheux.

La prise en compte des discontinuités qui affectent un massif rocheux constitue un élément essentiel dans la conception et la réalisation du tir.

La caractérisation d'une discontinuité se repose sur trois paramètres essentiels qui sont :

- ❖ **Pendage** : La ligne de plus grande pente du plan.
- ❖ **Direction** : autrement dit c'est la direction par rapport au nord magnétique.
- ❖ **Orientation** : qui définit la position du plan de discontinuité dans l'espace.

Pour connaître le nombre des discontinuités existantes dans notre massif nous utilisons la projection stéréographique pour avoir le nombre approximatif de celui-ci.

La projection stéréographique : est une projection cartographique azimutale permettant de représenter une sphère privée d'un point sur un plan, les projections stéréographiques permettent de connaître les familles directionnelles car certaines familles pouvaient déjà être présentes sur le terrain

Le terme technique qui prédéfinit la discontinuité est une rupture mécanique de la roche, elle peut être donc d'origine sédimentaire, magmatique ou métamorphique : plans de stratifications, diaclases, prismation de basaltes, plans de foliation, ou d'origine tectonique : fractures, failles, schistosité

Ces éléments confèrent une structure au massif rocheux qu'on peut décrire par différents termes : stratifié, primé, schistosé, fracture, ou massif en fonction de leur densité.

La prise en compte des discontinuités qui affectent un massif rocheux constitue un facteur essentiel dans la réalisation du tir. En effet une bonne caractérisation permet de fournir des informations précieuses entre autres sur :

- ✚ L'implantation de la volée et la précision de la foration.
- ✚ Les conditions de stabilité des parois.
- ✚ L'aptitude à la fragmentation du massif.

- ✚ L'efficacité du tir.
- ✚ Les niveaux des vibrations.

Un développement plus complet sur l'influence des discontinuités sur un tir.

Deux aspects importants des discontinuités : l'aspect géométrique qui est lié à leurs caractéristiques dans l'aspect (orientation, direction, pendage) et l'aspect mécanique qui est caractérisé par nombreux paramètres (état de surface, leur remplissage, leur rugosité etc.)

Les principaux paramètres pouvant décrire l'aspect géométrique des discontinuités sont :

- **Orientation** : l'orientation d'une discontinuité est définie par la direction et le pendage de son plan moyen. Ces deux paramètres sont relevés sur le terrain au niveau des affleurements de surface soit au niveau des parois de gradins ou de galerie.
- **Le Pendage** : est l'angle que fait la ligne de plus grande pente avec l'horizontale, compris entre 0 à 90° en degré.
- **La direction** : est l'angle que fait l'horizontale du plan de la discontinuité avec le nord magnétique dans le sens des aiguilles d'une montre de 0 à 180 °.
- **Azimut** : pour tenir compte du sens vers lequel s'enfonce le vecteur pendage de 0 à 360° degré.

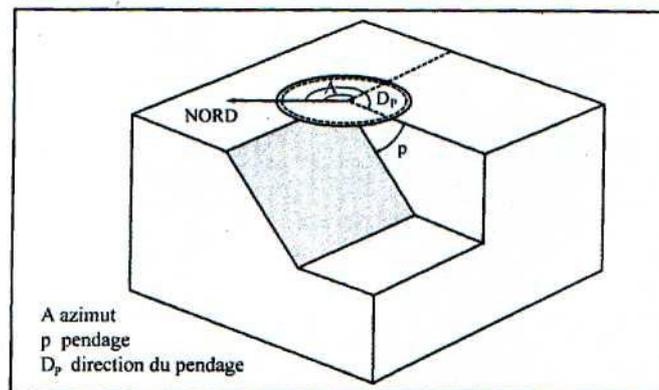


Figure 14 : Définition de l'orientation d'une discontinuité

En géométrie et en cartographie, la projection stéréographique est une projection cartographique azimutale permettant de représenter une sphère privée d'un point sur un plan. On convient souvent que le point dont on prive la sphère sera un des pôles de celle-ci ; le plan de projection peut être celui qui sépare les deux hémisphères, nord et sud, de la sphère, qu'on appelle plan équatorial. On peut également faire une projection stéréographique sur n'importe quel plan parallèle au plan équatorial pourvu qu'il ne contienne pas le point dont on a privé la sphère.

La projection stéréographique était utilisée dans la conception des astrolabes arabes de l'époque médiévale. Elle est amplement utilisée en cristallographie pour étudier la symétrie morphologique des cristaux, et notamment pour représenter les formes cristallines.

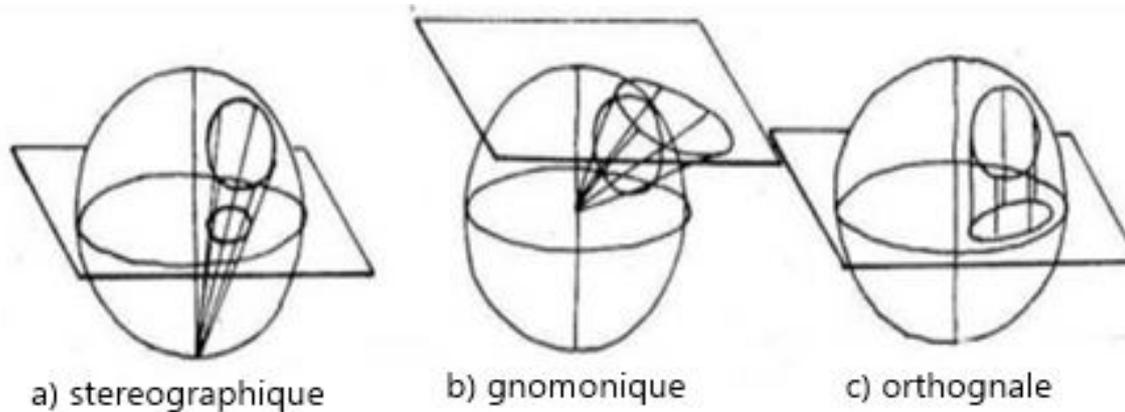
Parmi les plusieurs types possibles de représentation plane, trois ont été retenus en cristallographie :

- 1) la projection orthogonale (le plan équatorial ou le plan tangent au Pôle nord de la sphère),
- 2) la projection gnomonique (sur un plan tangent à la sphère en l'un de ses pôles principaux),
- 3) la projection stéréographique (sur un plan diamétral de la sphère, plan équatorial perpendiculaire à la ligne des pôles)

Le grand cercle, intersection de ce plan et de la sphère, est alors appelé cercle fondamental (ou cercle équatoriale).

Parmi les plusieurs types possibles de représentation plans, trois ont été retenus en cristallographie :

- 1) la projection orthogonale (le plan équatorial ou le plan tangent au pôle nord de la sphère),
- 2) la projection gnomonique (sur un plan tangent à la sphère en l'un de ses pôles principaux),
- 3) la projection stéréographique (sur un plan diamétral de la sphère, plan équatorial perpendiculaire à la ligne des pôles).



représentation d'un cycle selon divers projection

Figure 15 : types de projections plans

CANEVAS DE WULFF

C'est un outil graphique permettant d'effectuer en pratique la projection stéréographique des faces d'un cristal et d'en déduire ensuite des mesures angulaires avec une précision suffisante pour dégrossir l'étude morphologique d'un cristal.

Des méthodes de projection vont permettre de synthétiser et représenter les orientations des discontinuités en 2D. Les représentations classiques sont les projections dans un cercle équatorial selon les méthodes de Wulff ou de Schmidt.

Pour ces méthodes stéréographiques, on s'intéresse au vecteur normal au plan de discontinuité (qui contient à la fois l'information de pendage et l'information d'azimut). Ce vecteur intersecte la sphère de travail (sphère de référence), en un point appelé pôle

Les méthodes de Schmidt et de Wulff sont deux moyens possibles de projection de ce pôle dans le plan équatorial de la sphère : la projection de Wulff conserve les angles, et permet ainsi d'étudier les relations entre les positions dans l'espace des différentes familles de discontinuités. La seconde conserve les surfaces, et permet d'évaluer la densité des discontinuités en fonction de leur répartition

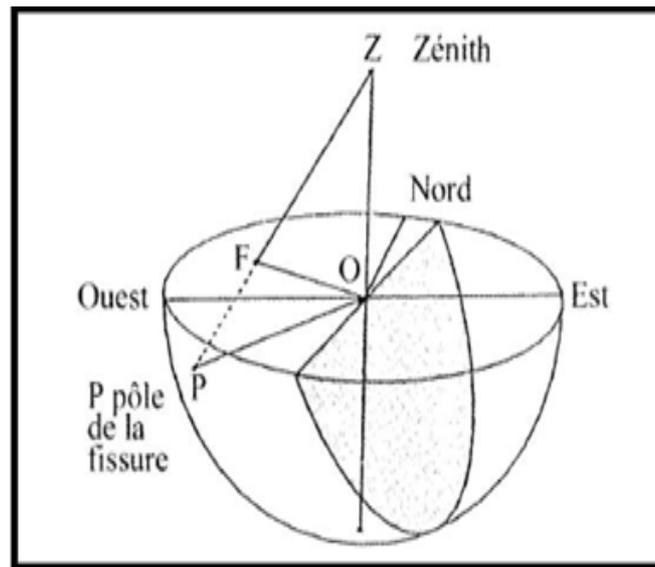


Figure 16 : Projection de Wulff

II. Partie Pratique :

a. Phase de réalisation des mesures des discontinuités sur le front :

On va déterminer un plan géologique qui englobe les discontinuités étudiées, la détermination du plan discontinuité dépend de deux mesures essentielles :

- ✚ Mesure de direction du plan.
- ✚ Mesure du pendage du plan.

1. Procédure d'exécution du travail sur terrain : le langage courant les géologues utilisent le mot **azimut (direction par rapport au nord) de l'horizontale du plan**. Aussi bien pour désigner le résultat du plan qu'un angle fait entre l'horizontal et le nord géographique, les valeurs obtenues de nos directions ont été mesuré à l'aide d'une boussole est la valeur varie de 0 à 180° degré comment trouver la direction d'un plan, il faut trouver le plan de l'horizontal. Matérialise ce plan comme étant le plan de l'horizontal, nous avons trouvé notre plan de l'horizontal, nous prenons la boussole pour mesure celle-ci, c'est la droite d'intersection entre notre plan horizontal et le plan que nous mesurons. Alors là, voilà la direction de notre plan, elle est métallisée ici par ce trait orange sur le front.

2. Deuxième chose on mesure le pendage du plan : inclinaison de la ligne de plus grande pente du plan, elle est perpendiculaire à la direction du plan, Voilà donc la ligne de plus grande pente cherchée, ça ne suffit pas parce qu'il faut aussi indiquer l'angle que fait cette ligne de plus grande pente par rapport à l'horizontal ça s'appelle le pendage. Se mesure en degré de 0° et 90° et pour connaître cette valeur on utilise cet appareil le clinomètre.

b. Les photos du terrain :



Figure 17 : Front étudié niveau 985 m à la mine d'Ouenza



Figure 18 : Image de notre direction sur le front

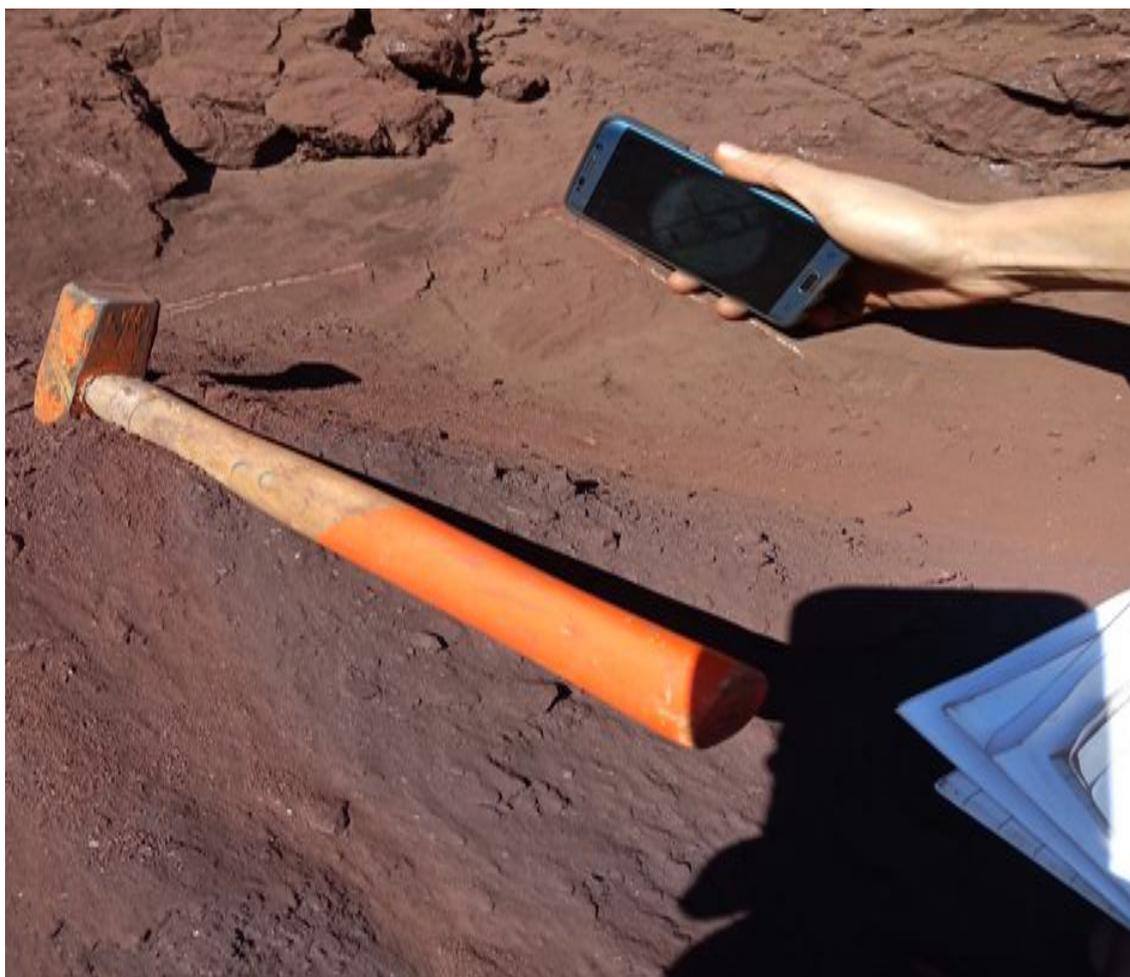


Figure 19 : image de notre pendage sur le front

c. Relevés de discontinuités sur un front de fer :

(Tableau 14): Le tableau suivant montre le relèvement des discontinuités sur le front

N°	Azimut (degré)	Pendage (degré)
1	N245	57° W
2	N274	51° NW
3	N218	48° W
4	N158	37° SE
5	N319	41° SE
6	N307	57° NW
7	N166	66° NW
8	N311	52° W
9	N121	43° W
10	N318	59° E
11	N226	52° W
12	N307	62° NE
13	N291	53 E
14	N287	29° NW
15	N146	41° SE
16	N281	52° NW
17	N129	37° SW
18	N110	43° E
19	N115	51°NW
20	N125	57° NW
21	N122	19° SE
22	N303	38° NW
23	N111	57° SE
24	N315	46° NW
25	N297	18° NW
26	N129	55° SE
27	N151	48° S
28	N317	57° NW
29	N320	31° NE
30	N315	49° NE
31	N152	33° SE
32	N276	51° NW
33	N151	54° S

III. Partie de modélisation sur logiciel :

i. Définition de logiciel stereonet :

Nous utilisons un logiciel de traitement statistique appelé : **stereonet**, C'est un logiciel qui nous permet de représenter les structures tectoniques sur un canevas structural et autres fonctionnalités tel que les roses diagrammes, Stereonet est une version énorme avec une structure de données interne entièrement nouvelle et robuste et une vue 2D ou 3D de

l'hémisphère inférieur à des fins d'enseignement. Ce Stereonet est compatible avec tous les systèmes d'exploitation modernes et possède une interface utilisateur moderne.

ii. Les projections stéréographiques (Pôles, familles de discontinuités, Orientation de familles) :

Ces projections stéréographiques permettent ainsi de distinguer des familles directionnelles dans la base de données, certaines familles pouvaient déjà être présentées sur le terrain, ou peuvent être définies sur les projections stéréographiques. Cette approche intuitive n'est cependant pas très rigoureuse : on la complète par l'analyse statistique des données d'orientation des familles de discontinuités.

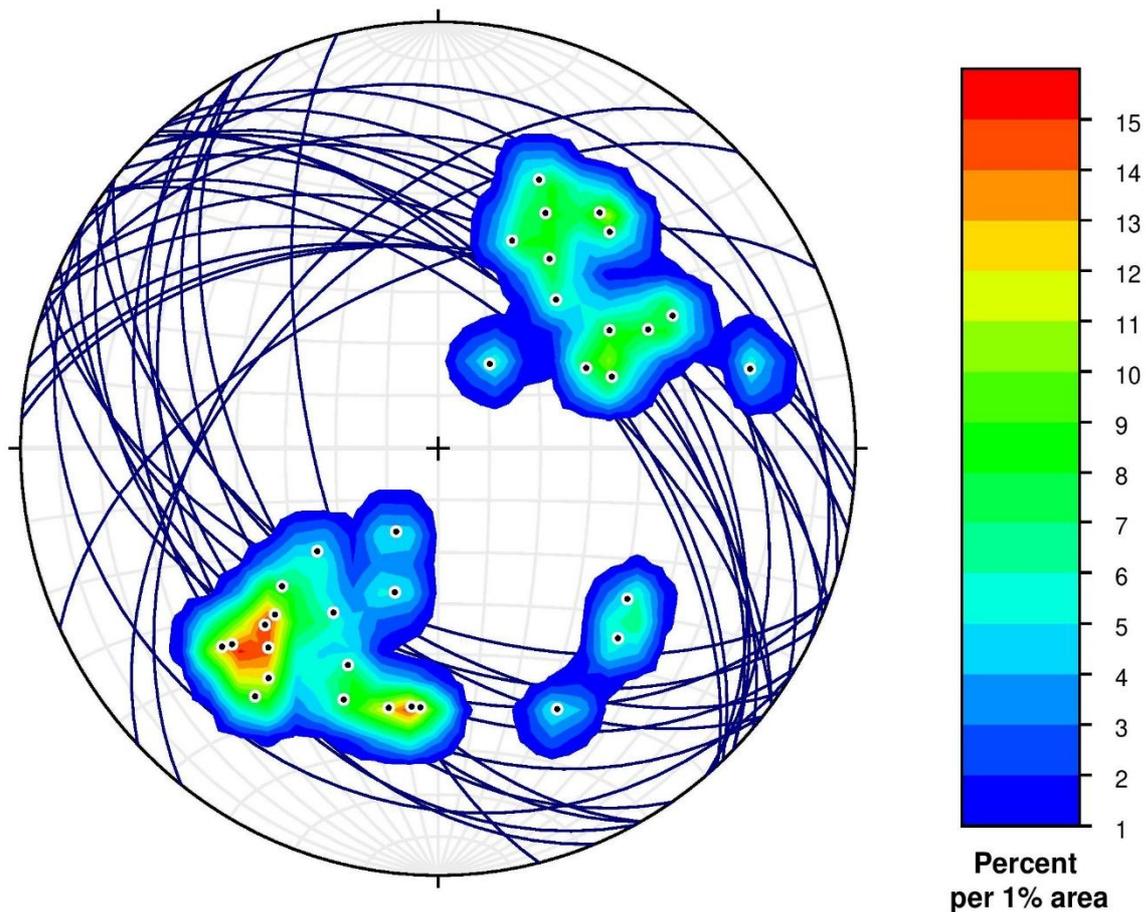


Figure 20 : La projection stéréographique des Plans des discontinuités et les pôles selon la disposition de leur densité

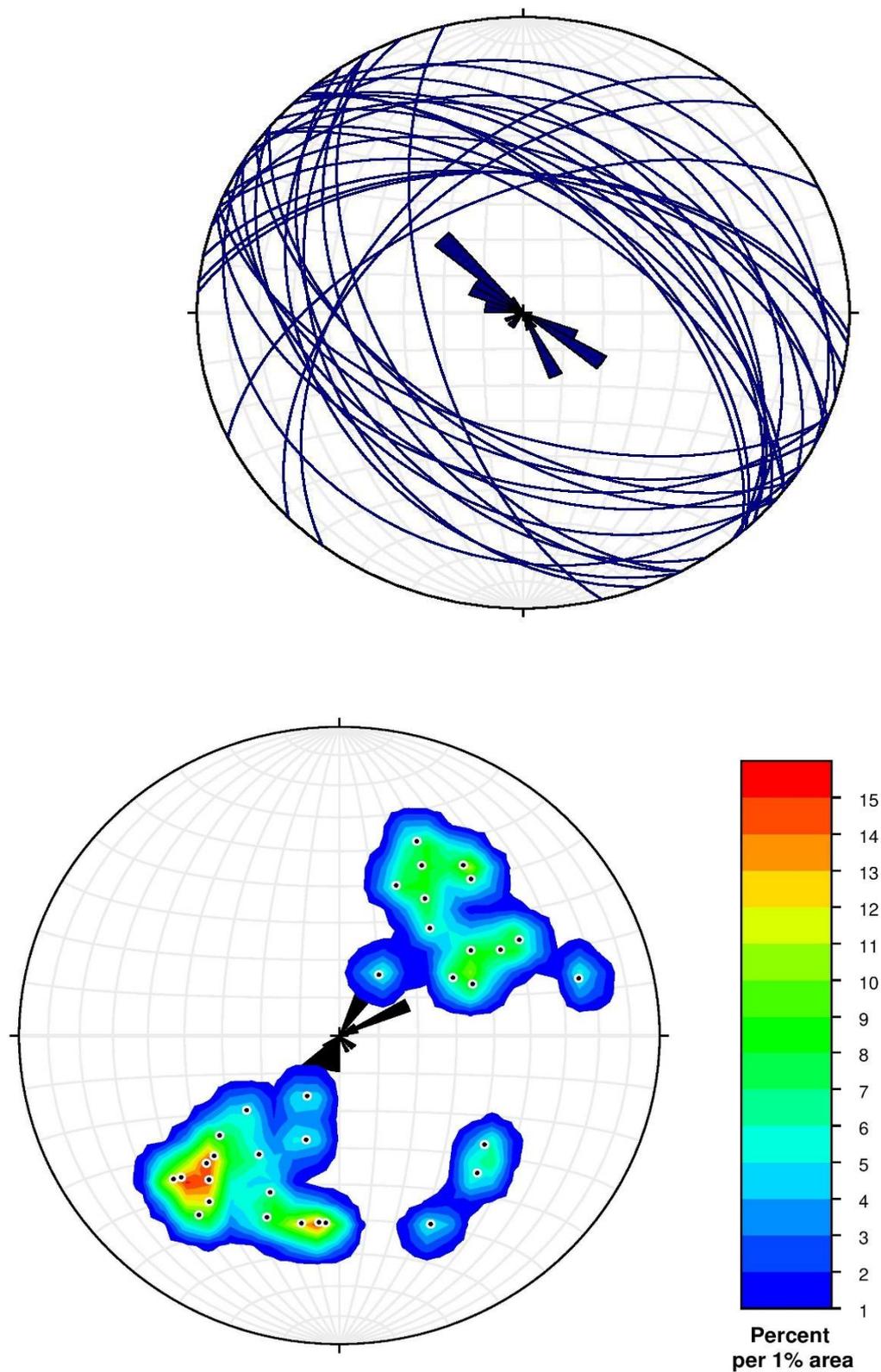


Figure 21 : Orientation des familles de discontinuités du front
(Rosette diagramme)

iii. Interprétation du résultat :

La projection stéréographique montre l'existence de deux grandes familles de discontinuités ceci est illustrée dans les figures ci-dessus :

- Une famille majeure : N223 pendage de 36
- Une famille majeure : N60 pendage de 48
- Une famille mineure : N133 pendage de 39

IV. Modélisation numérique de gradin par logiciel plaxis

Après avoir terminé le travail avec stereonet, et après avoir localisé les familles de discontinuité que nous avons, il faut étudier le coefficient sécurité de notre gradin, pour faciliter et assurer la réalisation de notre plan de tir

- Introduction au programme:

Le développement du PLAXIS code commence en 1987 à l'Université Technique de Delft, en Holland, comme initiative du Dutch Département of Public Works and Water Management. L'idée initiale été de développé un simple code en éléments finis pour l'analyse des problèmes géotechniques des sols argileux. Plus tard, le PLAXIS été développé pour permettre l'analyses de presque tous les problèmes de géotechnique. Ces analyses peuvent permettre d'introduire des modèles sophistiqués pour la modélisation du comportement du sol, utilisant les vrais paramètres du sol, dans l'objectif est de déterminer les forces, les déplacements et les contraintes

Relativement à d'autres programmes d'éléments finis, le PLAXIS été développé spécialement pour l'analyse des déformations et stabilité dans les problèmes géotechniques. La simple procédure d'introduction des données permet le développement rapide de modèle d'éléments finis très complexe.

- La géométrie de modèle

(Tableau 15) : La géométrie de modèle 'gradin'

Gradin	La largeur	L'hauteur	Angle d'inclinaison de gradin
Niveau 985	20m	16m	80°

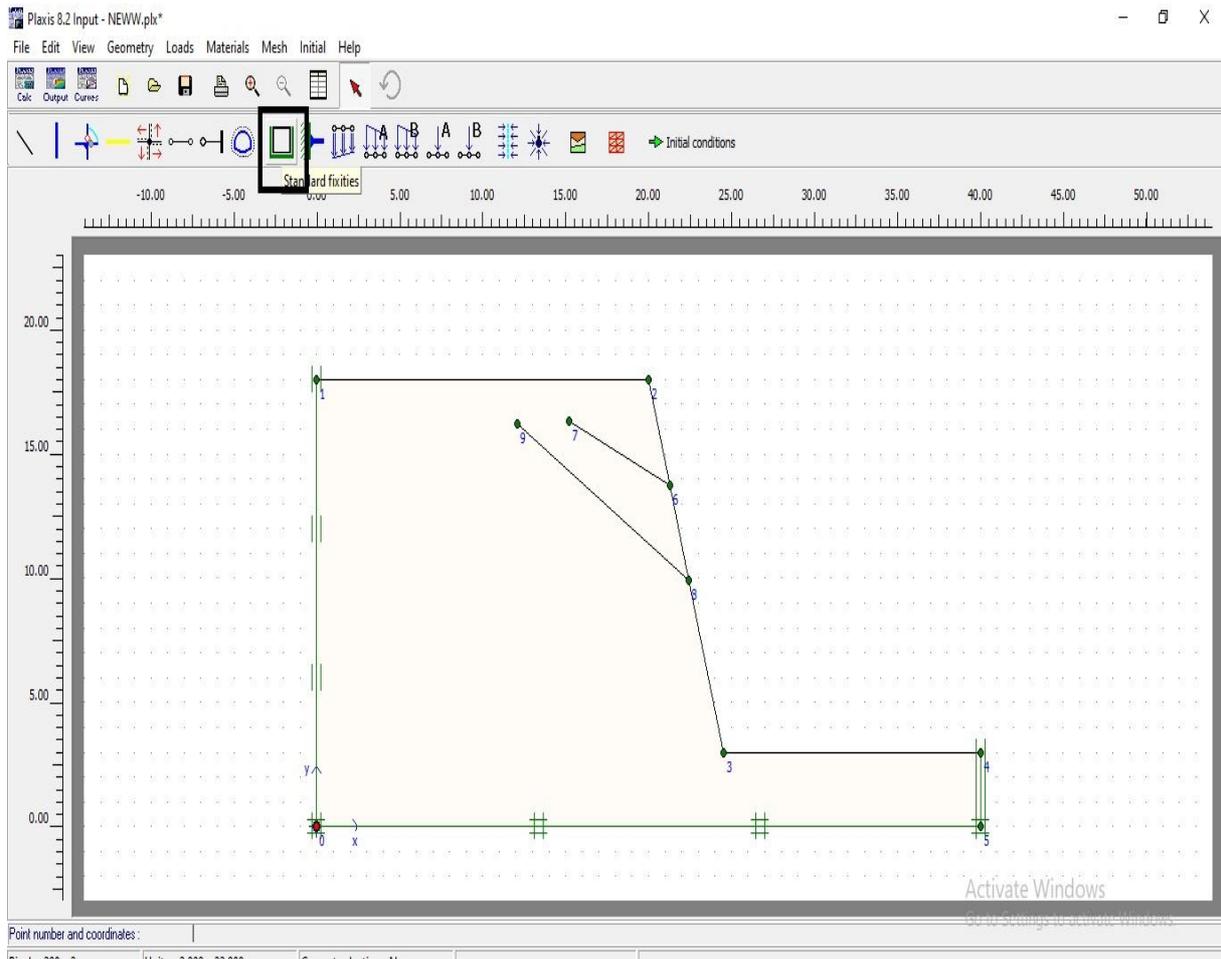


Figure 22 : modelé de gradin

- Les propriétés de l'hématite sont regroupées dans le tableau suivant

(Tableau 16): les caractéristiques de l'hématite

les caractéristique de l'hématite			
E_{ref}	N_u	C_{ref}	phi
[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]	[°]
$1.9.10^8$	0.259	20	10

- La déformation de maillage

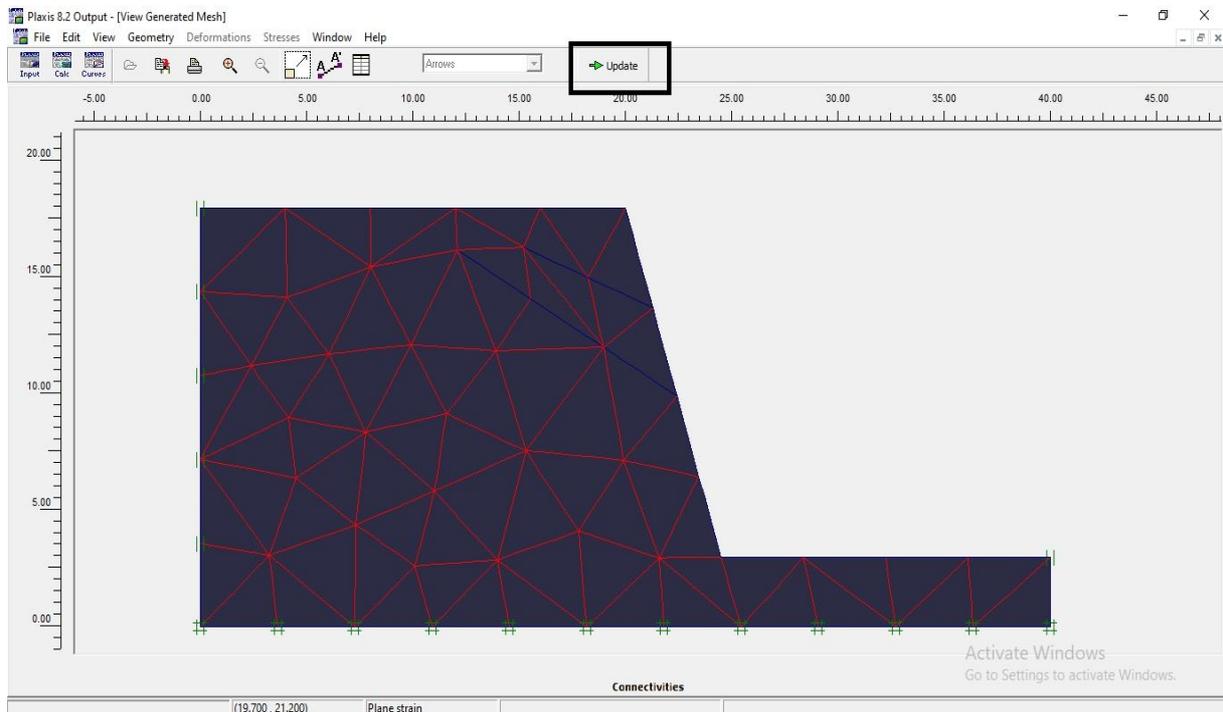


Figure 23 : le maillage de modèle.

- Le calcul du modèle de notre gradin se fait défini en deux phase comme suite

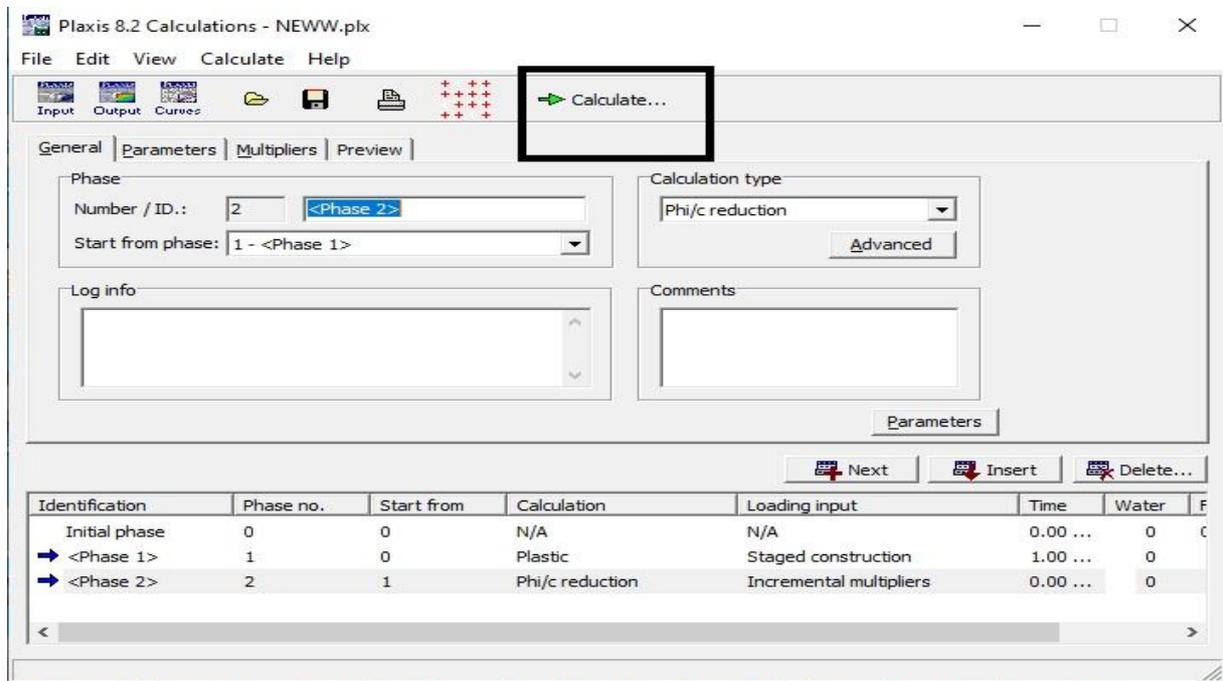


Figure 24: les procédures de calculs

- Générations du Maillage

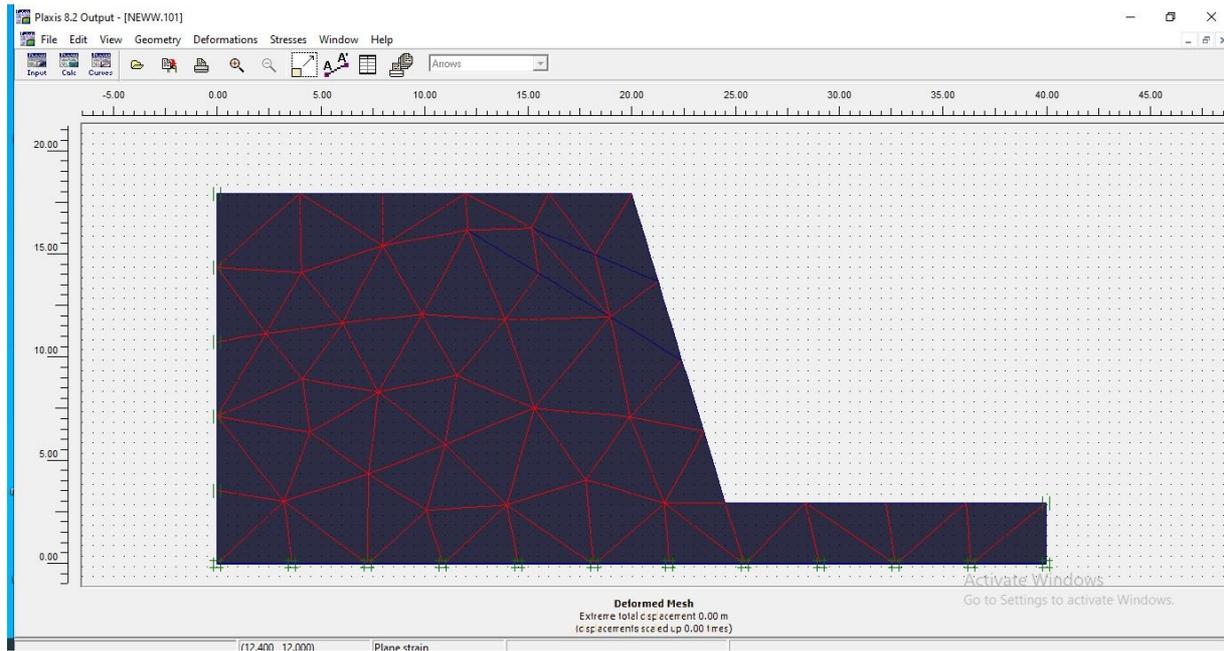


Figure 25 : Les mailles déformées

- Le calcul de valeur de Fs

La valeur de Fs est dans les figures ci-dessous

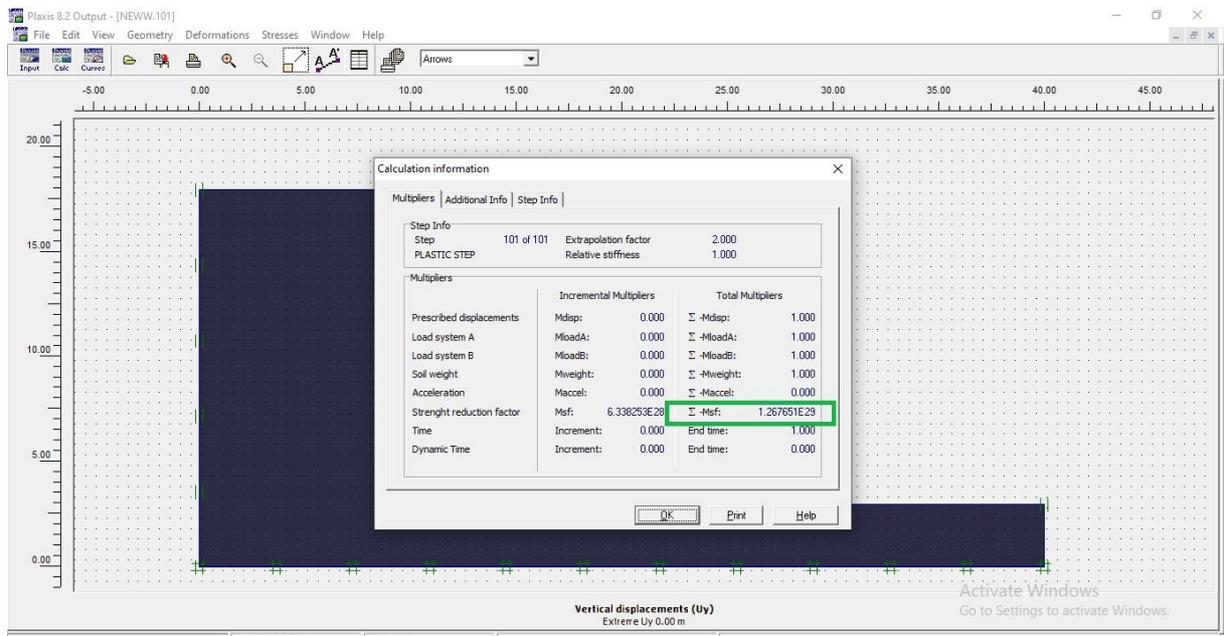


Figure 26 : la valeur de FS

- Interprétation du résultat

À partir des résultats de la modélisation numérique trouvée son remarque que les valeurs de Coefficient de sécurité dans notre modèle et de "1.26" cela signifie que notre gradin est stable et nous pouvons commencer la réalisation de notre travail de tir et de forage.

V. Travaux de Forage et de Tir :

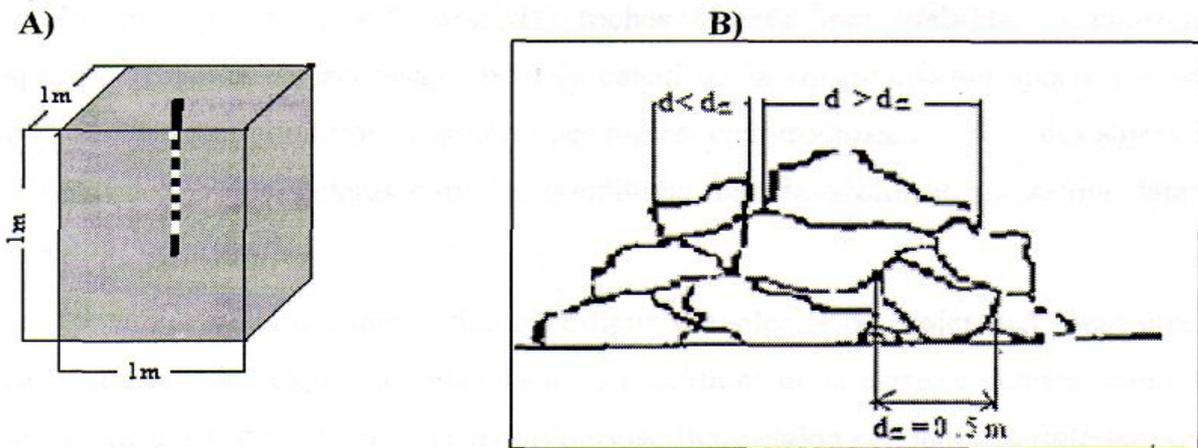


Figure 27 : Schéma du tir [A- avant le tir] [B- après le tir]

Nous avons élaboré une méthode pour calculer précisément les paramètres de prise de vue.

Cette méthode est basée sur trois cas spécifiques selon une propriété très essentielle lors de la réalisation d'un plan de tir.

Lorsque :

$$D_m \leq D_e$$

La consommation spécifique dans ce cas sera :

$$q = (0.77 \times 10^{-8} \times \delta_c + 0.345) (0.6 + 3.3 \times 10^{-3} \times D_k \times D_c) \times \left(\frac{\delta}{2.6}\right) \times \left(\frac{D_c}{D_k}\right)^{2/5} \times e$$

Où :

e : capacité de travail relative de l'explosif

δ_c : densité de la roche ; t/m³.

D_k : dimension admissible (fixée) du marceau

D_c : diamètre moyen de la dimension dans le massif ; m

Lorsque :

$$D_m = D_e$$

Le plan de tir est calculé selon la méthode suivante :

1. Le forage :

- Choix du mode de forage :

Les principaux modes du forage mécanique sont :

✚ Forage percutant ; qui en nette régression vu son faible rendement

✚ Forage rotatif (à vis et à molette)

✚ Forage roto-percutant

✚ Forage à percussion rotative

Le choix du type de la sondeuse est fondamentalement dicté par : La résistance de la roche à forer (Indice de forabilité I_f)

Le diamètre de forage.

- Procédure de choix de la machine de forage :

Le bon choix d'une machine est prédéterminant pour les futurs rendements et coûts de l'opération de forage incitant l'ingénieur des mines à lui accorder une grande importance. C'est un véritable problème de conception de technologie, exigeant des jugements de valeur (Capp, F. M).

Déterminer et spécifier les conditions dans lesquelles la machine sera utilisée, comme les facteurs du travail (travail, emplacement, temps, etc.), avec la sûreté la considération finale

1. Énoncer les objectifs pour les phases de rupture de roche du cycle de production des opérations considérant des restrictions d'excavation et de transport, de la stabilité de pente de mine, écrasant la capacité, la géométrie de mine en termes de tonnage, la fragmentation, les vibrations, etc.

2. Basé sur des conditions de soufflage, concevoir le modèle de trou de forage (taille et profondeur de trou, inclinaison, fardeau, espacement, etc.).

3. Déterminer les facteurs de forabilité, pour le genre de roche prévu, et identifier les candidats méthode de forage qui semblent faisables (les fabricants peuvent réaliser des essais de forabilité de roche et recommander les exercices et l'outil de forage).

4. Spécifier les variables d'opération pour chaque système à l'étude, y compris le forage, la tige, l'outil de forage, et les facteurs de fluide de circulation.

5. Estimer les paramètres d'optimisation du traitement, y compris la disponibilité de machine et les coûts, et comparer. Considérer la source d'énergie et choisir les caractéristiques. Les centres de coût importants sont peu, forent la dépréciation, le travail, l'entretien, la puissance, et les fluides. L'usage et les coûts de l'outil de forage sont critiques mais difficile pour projeter.

6. Choisir le système de forage qui, en satisfaisant mieux indisposent des conditions, a le plus bas coût global, proportionné à l'exploitation sûre.

7. Les points 4 et 6 sont la plupart des étapes difficile à accomplir du procédé de conception entier, principalement en raison du manque de fiabilité actuel de la prévision d'exécution de forage et détermination de forabilité.

2. Choix du type de la sondeuse :

- **Indice de forabilité :**

Le choix de la méthode de forage dépend de l'indice de forabilité qui est proposé par l'académicien RJEVSKY.V. V qui se base sur la dureté et la densité de la roche par la formule suivante :

$$D_f = 0,007 \times (\delta_{comp} + \delta_{dépl}) + 0,7 \gamma$$

δ_{comp} : c'est la résistance de la roche à la compression, celle-ci peut être déterminée comme suit :

$$\delta_{comp} = F \cdot 100 ; \text{kgf/cm}^2 \quad (\text{protodiakonov})$$

F: dureté de l'hématite = (5.5 ÷ 6.5)

$$\delta_{comp} = 6 \times 100$$

$$\delta_{comp} = 600 \text{ Kgf/cm}^2$$

$\delta_{dépl}$: c'est la résistance de la roche au déplacement celle-ci dépend de la contrainte de compression et peut être calculée d'après la formule suivante :

$$\delta_{dépl} = (0.2 \div 0.33) \delta_{comp}$$

$$\delta_{dépl} = 0.3 \times 600$$

$$\delta_{dépl} = 180 \text{ Kgf/cm}^2$$

γ : masse volumique du calcaire : Pour notre cas $\gamma = 2.75 \text{ t/m}^3$

Ainsi, $D_f = 0,007 \times (600+180) + 0,7 \times 2.75$

$$D_f = 7.38$$

3. Classification des roches selon l'indice de forabilité :

La classification des roches selon l'indice de forabilité recommandé par RJEVSKY. V. V est montrée dans le (tableau 17)

Tableau 17 : classification des roches selon leurs indices de forabilité

Type de forabilité	I_f	Classe	Catégorie
Forabilité très facile	1-5	I	1, 2, 3, 4,5
Forabilité facile	5,1-10	II	6, 7, 8, 9, 10
Forabilité moyenne	10,1-15	III	11, 12, 13, 14, 15
Forabilité difficile	15,1-20	IV	16, 17, 18, 19, 20
Forabilité très difficile	20,1-25	V	21, 22, 23, 24, 25

Selon la classification des roches et la valeur de l'indice de forabilité calculé, notre roche de forabilité facile (classe II, catégorie 3).

Dans la pratique minière algérienne, il est d'usage qu'on applique le forage roto-percutant

Pour des valeurs de 2ème classe, 3ème catégorie, la valeur métrique pour un nombre déterminés des trous permet le chargement et le transport de la volée

4. Indice de tirabilité :

L'indice de tirabilité ou la consommation spécifique étalon se calcul par la formule :

$$q_{et} = 0,02(\sigma_c + \sigma_{tr} + \sigma_{depl}) + 2\gamma, \quad \text{g/cm}^3$$

γ : masse volumique $\gamma = 2.75 \text{ t/m}^3$

σ_c : résistance à la compression des roches, $\sigma_c = 600 \text{ kgf/cm}^2$

σ_{tr} : résistance à la traction des roches, 60 kgf/cm²

$$\sigma_{tr} = (0,08 \div 0,12) \sigma_c ; \text{kgf/cm}^2$$

σ_{depl} : résistance au déplacement des roches

$$\sigma_{depl} = 120 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (voir 'indice de forabilité')}$$

$$q_{et} = 21.1 \text{ g/cm}^3$$

(Tableau 18) Le tableau suivant résume les valeurs de la résistance à la traction et la consommation spécifique

Symbole	Formule	Valeur	Unité
σ_{tr}	$(0,08 \div 0,12) * 700$	60	Kgf/cm ²
q_{et}	$0,02 (600+60+120) + (2*2,75)$	21.1	g/cm ³

(Tableau 19) : classification de la tirabilité des roches suivant leur consommation spécifique étalon.

Tirabilité	Q _{et} , g/cm ³	classe	Catégorie
Facile	<10	I	1, 2, 3, 4,5
Moyenne	10,1 – 20	II	6, 7, 8, 9,10
Difficile	20,1 – 30	III	11, 12, 13, 14,15
Très difficile	30,1 – 40	IV	16, 17, 18, 19,20
Exclusivement difficile	40,1- 50	V	21, 22, 23, 24,25

Selon la classification des roches et la valeur de l'indice de tirabilité calculé, notre roche est de tirabilité difficile (classe III, catégorie 2)

5. Diamètre des trous :

Le diamètre des trous détermine les principaux paramètres des travaux de forage et de tir et du type de la sondeuse.

Dans les carrières modernes, on applique des trous de diamètres de 100 à 300mm. Le diamètre des trous est calculé par la formule suivante : (RJEVSKY.V. V ,1971) :

$$D = K \times C$$

Où :

- **K : coefficient qui tient compte de la tirabilité de la roche :**

K= 0,1 ; pour une tirabilité difficile

K=0,2 ; pour une tirabilité moyenne

K= 0,3 ; pour une tirabilité facile

- **Pour notre cas, la tirabilité de la roche est difficile donc K =0,1.**

- **C : dimensions admissibles des morceaux ; mm.**

Les dimensions admissibles des blocs se choisissent d'après l'ouverture maximale du concasseur, pour notre cas ; C = 1200 mm

Donc le diamètre des trous est égal à :

$$D = 1200 \times 0,1 = 120 \text{ mm}$$

6. Choix du type de la sondeuse :

Le choix du type de la sondeuse dépend du mode de forage et de diamètres des trous. Le (Tableau 18) représente le choix du type de la sondeuse :

(Tableau 20) : choix du type de la sondeuse

Sondeuse	Diamètre du trou (mm)	Indice de forabilité
A molette	160	5-10
	190 ÷ 243	7-12
	243 ÷ 262	8-14
A vis	125	1-3
	160	1-6
Roto percutant	85 ÷ 125	6-15

	125 ÷ 185	10-25
Thermique	200	10-25
	400 ÷ 180	12-25

Conclusion :

La dureté de la roche égale à 6, et le mode de forage porté est à roto-percutant avec un marteau hors de trou et un diamètre de 89 à 125mm.

7. Productivité de la sondeuse utilisée au niveau de la mine de l'Ouenza :**7.1. Vitesse de forage :**

Elle se détermine par la formule :

$$V_F = \frac{35,6 \times P_{ax} \times n}{I_f^2 D_t^2} ; \text{ m/h}$$

Où :

P_{ax} : la pression axiale sur l'outil de forage ; KN

Elle est calculée par la formule empirique suivante :

$$P_{ax} = (6-7) f \times D_t$$

f : coefficient de dureté de la roche, pour notre cas f=6.

D_t : diamètre du trou ; mm, $D_t=120\text{mm}$

$$P_{ax} = 7 \times 6 \times 120 = 5040 \text{ KN}$$

n : nombre de tours du trépan par minute : 300 à 500 tours /min, on utilise la valeur moyenne de cet intervalle, n= 400tr/m

I_f : indice de forabilité et $I_f=7.34$

$$V_f = \frac{35.6 \times 5040 \times 400}{7.34^2 \times 120^2} = 92.50 \text{ m/h}$$

7.2. Rendements :

❖ Rendement théorique $R_{thé}$:

$$R_{thé} = Vf \times Tp \text{ m/p}$$

Tp : temps d'un poste =8.

$$R_{thé} = 92.50 \times 8$$

$$R_{thé} = 740.07 \text{ m/p}$$

❖ Rendement effectif par poste:

Se calcule par la formule suivante :

$$R_{exp} = R_{thé} \times Ku \text{ m/p}$$

Où :

K_u : coefficient d'utilisation 0,6.

$$R_{exp} = 740.07 \times 0.6$$

$$R_{exp} = 444.04 \text{ m/p}$$

8. Plan de tir pour les conditions de la mine de l'Ouenza :

8.1. Les exigences technologiques :

- **Diamètre optimal des blocs abattus :**

$$D_m = 0,17\sqrt[3]{E}, \text{ m } D_m = 0,17\sqrt[3]{6.5} = 0,31 \text{ m}$$

➤ **Caractéristiques des roches :**

(Tableau 21) : Le tableau suivant représente les caractéristiques des roches

Paramètres	Symbole	Valeur	Unité
Poids volumique des roches	Γ	2,75	t/m ³

Résistance à la compression	Δ_{comp}	600	kgf/cm ²
Résistance à la traction	Δ_{tr}	60	kgf/cm ²
Résistance au déplacement	$\Delta_{dép}$	120	kgf/cm ²
Dimension moyenne des blocs dans le massif	D_m	0,31	m.

➤ **Paramètres nécessaires de calcul :**

(Tableau 22) : Paramètres nécessaires de calcul :

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unité
Hauteur du gradin :	H_g	15	M
Angle d'inclinaison des trous	B	80	°
La production annuelle	P_{an}	1289036	m ³

8.2. Les Formules de calculs des éléments de forage et tir :

(Tableau 23) : Formules de calculs

N°	Éléments de Calcul	Formules
1	Caractéristiques de l'explosif : -densité ... -capacité de travail en cm ³	γ C_t
2	Capacité du godet	E
3	Capacité de la benne du véhicule	V
4	Largeur du godet, mm	L
5	Diamètre optimal des blocs gabarits abattus, mm	$d_m = L/6,5$ ou $d_m = 170\sqrt[3]{E}$
6	Dimension maximale des blocs gabarits abattus, mm	$d_{max} = 800\sqrt[3]{E}$ Où $d_{max} = 500\sqrt[3]{V}$ Où

		$d_{max} = 0,53B + 100$ avec B : largeur de bande du convoyeur
7	Rendement de l'excavation (chargeuse) en m ³ /j, m ³ /sem., m ³ /mois [suivant le régime des travaux de tir]	$R_p = N.E.Ku.Ke.T$, en m ³ /p
8	Volume du bloc à tirer, m ³	$\sqrt{b} = R$
9	Hauteur du gradin, m	Hg
10	Consommation spécifique d'explosif, en Kg/m ³	$q = q_{ét}$
11	Diamètre du trou, mm	$d_s = 0,32.d_m$ Où $d_s =$ $28h. \sqrt{q/\Delta}$ Où Δ : est la densité de contamination, $\Delta = 0,9$
12	Charge métriques en Kg/m	$P = \frac{\pi}{4} d_s^2 . \gamma = 0,78 d_t^2 . \gamma$
13	Ligne de résistance au pied du gradin, m lors des roches résistance la destruction : ➤ Facile : 0 à 7 ➤ Moyenne : 7 à 13 ➤ Difficile : 14 à 20	1. W = 45ds 2. W = 40ds 3. W = 35ds
14	Coefficient de rapprochement des trous (incidence de tir)	$m = 0,9 \div 1,1$ (cas classique)
15	Distance entre les trous d'une même rangée, m	$a = m.w$
16	Distance entre les rangées	$f = 0,80. a$ (tir instantané) $f = w$ (tir microretard)
17	Largeur d'enlèvement, m une rangée deux rangées trois rangées	A = w A = w+b A = w+2b
18	Longueur du bloc à tirer, m	$L_{bl} = \frac{\sqrt{bl}}{A.h}$
19	Longueur d'excès de forage (sous-forage), m d'après l'angle d'inclinaison du trou (β) $L_{ex} = (10 \div 15) ds$	$L_{ex} = k.w$ $\beta = 90^\circ \rightarrow k = 0,3$ $\beta = 85^\circ \rightarrow k = 0,2$ $\beta = 80^\circ \rightarrow k = 0,14$ $\beta = 75^\circ \rightarrow k = 0,08$ $\beta = 70^\circ \rightarrow k = 0,06$ $\beta = 60^\circ \rightarrow k = 0,03$
20	Longueur des trous, m -Verticaux	$L_s = h + l_{ex}$

	- Inclines	$L_s = \frac{h}{\sin \beta} + l_{ex}$
21	Quantité d'explosif à mettre dans chaque trou, kg	$Q = q.a.w.h$
22	Longueur de la charge d'explosif, m	$L_{ch} = \frac{Q}{P}$
23	Longueur de bourrage total, m	$L_b = l_s - l_{ch}$
24	Longueur de bourrage de bouchon, m.- si $L_b > L_{bb}$ donc on emploie alors la charge discontinue	$L_{bb} = 20.d_s$
25	Longueur de la charge principale lors de la structure discontinue, m	$L_{chp} = 1,2.w$
26	Longueur de bourrage intermédiaire	$L_{bi} = l_b - l_{bb}$
27	Volume de roches abattus par un trou tiré, m ³	$V_t = w.a.h$
28	Nombre de trous par volée	$N_{tr} = \frac{V_{bl}}{V_t}$
29	Volume linéaire de foration, m	$L_f = N_{tr}.l_s$
30	Quantité totale de l'explosif utilisée pour abattre le bloc (d'une volée), kg	$Q_{tot} = Q.N_{tr}$
31	-Largeur du tas de roches abattus, m -Lors d'une rangée de trou -Lors de deux ou plusieurs rangées Ou K_r est le coefficient qui tient compte de la résistance des roches au tir K_β est le coefficient qui tient compte de l'angle d'inclinaison des trous β : est l'angle d'inclinaison des trous n : est le nombre de rangées K_t : est le coefficient qui tient compte de l'intervalle de temps entre 2 explosions	$B_t = K_r.K_\beta.h.\sqrt{q}$ $B'_t = B_t K_r + (n-1) b$ $K_r = 3,0 \div 3,5 ; K_r = 2,5 \div 3$ $K_r = 2 \div 2,5$ respectivement pour les roches à faible, moyenne et grande résistance au tir. $K_\beta = 1 + 0,5. \sin^2 (90^\circ - \beta)$ $I = 0 \rightarrow k_r = 1$ $I = 10 \rightarrow k_r = 0,95$ $I = 25 \rightarrow k_r = 0,9$ $I = 50 \rightarrow k_r = 0,85$
32	Hauteur du tas de roches abattus, m -Lors d'une rangée	$H_t = (0,5 \div 0,8).h$ $H_t = (0,7 \div 1,05).h$

	-Lors de plusieurs rangées	
33	Rayon de la zone sismique, m -Tir instantané -Tir à retard	$R_s = 25 \sqrt{Q_{tot}}$ $R_s = 29 \sqrt{Q_{tot}/n}$
34	Diamètre optimal des blocs abattus	$D_m = 0,17 \sqrt[3]{E}$ m. $D_m = 0,17 \sqrt[3]{6.5} = 0,31$ m

8.3. Calcul des paramètres de plan de tir :

Après avoir déterminé les paramètres ci-dessus, on possède au calcul des paramètres principaux.

- Trous verticaux
 - Diamètre de trou

$$D = 120 \text{ mm.}$$

- Longueur de trou

$$L = \frac{H}{\sin \beta} + L_s \text{ (m)}$$

Où:

H : hauteur de gradin ; H=15 m.

β : angle d'inclinaison du trou.

- longueur du sous-forage

Où :

$$L_s = K_s \cdot D.$$

$$L_s = (10 \div 15) \cdot D$$

$$L_s = 11.5 \cdot 15$$

$$L_s = 1.72 \text{ m.}$$

Donc la longueur de trou est :

$$L = \frac{15}{\sin 85} + 1.72$$

$$L = 16.77 \text{ m.}$$

- Longueur du bourrage

$$L_b = (20 \div 30) \cdot D$$

$$L_b = (20 \div 30) \cdot 0.120$$

$$Lb = 3 \text{ m}$$

- Détermination de la ligne de moindre de résistance

$$w = \frac{\sqrt{0.56 \cdot p^2 + 4mqpHl} - 0.75p}{2mqH}$$

Où :

m : coefficient de rapprochement entre des trous = (0.8÷1.4) soit m=1.15

q : consommation spécifique d'explosif, dont dépend le la réserve

Total de l'énergie de la charge, c'est un des facteurs qui ont une bonne

Influence sur l'action de destruction des explosifs et sur la qualité la Qualité de fragmentation

des roches, donc nous pouvons conclure que la variation de la consommation spécifique de

l'explosif permet de faire varier à volonté du degré de fragmentation. La consommation

spécifique dépend de la nature du massif (Système de fissuration) : Pour nos conditions q réel

=0,5 Kg/m³.

P : capacité d'un mètre de trou

$$P = 0.785 \times d^2 \times \Delta ; \text{ Kg/m}$$

Δ : Densité d'explosif 'Nitrate d'ammonium 954 Kg/m³

$$P = 0.785 \times (0.120)^2 \times 954$$

$$P = 10.78 \text{ Kg/m}^3$$

$$w = \frac{\sqrt{0.56 \times (10.78)^2 + 4 \times 1.1 \times 0.5 \times 10.78 \times 15 \times 16.77} - 0.75 \times 10.78}{2 \times 1.1 \times 15 \times 0.5}$$

$$W = 4.21 \text{ m.}$$

Calculons W d'après les conditions de sécurité :

$$W \geq H \text{ ctg}(\alpha) + c$$

C = 3 m (Distance de sécurité)

Angle d'inclinaison de gradin et de 80°

$$H \text{ ctg}(\alpha) = 5.64 \text{ m}$$

La condition n'est pas vérifiée, calculons m'

$$m' = \frac{P(L-Lb)}{qH(H \text{ ctg}\alpha + c)^2}$$

$$m' = \frac{10.87 \times (16.77 - 3)}{0.5 \times 15 \times (H \text{ ctg}85 + 3)^2}$$

$$m' = 0.61.$$

- Distance entre les trous de la première rangée

$$a_1 = m' w$$

$$a_1 = 0.61' \times 5.64$$

$$\mathbf{a_1 = 3.44 \text{ m.}}$$

- Distance entre les rangées de trous

$$W = b = 4.21 \text{ m}$$

- Distance entre les trous de la deuxième rangée

$$a_2 = m.w ; \text{ dans ce cas } m = 1.1 \text{ et } w = 4.21$$

$$a_2 = 1.1 \times 4.21$$

$$\mathbf{a_2 = 4.63 \text{ m}}$$

- Quantité de charge dans un trou

1- Premier rangée

$$Q_{ch} (1) = q. H. w. a_1 \text{ (Kg/tr)}$$

$$Q_{ch}(1) = 0.5 \times 15 \times 5.64 \times 3.44$$

$$\mathbf{Q_{ch} (1) = 145.5 \text{ (Kg/tr)}}$$

2- Deuxième rangée

$$Q_{ch} (2) = q. H. b. a_2 \text{ (Kg/ trou)}$$

$$Q_{ch} (2) = 0.5 \times 15 \times 4.21 \times 4.63$$

$$\mathbf{Q_{ch} (2) = 146.22 \text{ (Kg/ tr)}}$$

- Détermination de la longueur de la charge

$$\mathbf{L_{ch} = \frac{Q_{ch}}{p}, \text{ m}}$$

Premier rangée :

$$L_{ch(1)} = \frac{Q_{ch}}{p},$$

$$\mathbf{L_{ch} (1) = \frac{145.5}{10.78}}$$

$$\mathbf{L_{ch} (1) = 13.49 \text{ m.}}$$

$$\text{Deuxième rangée } L_{ch(2)} = \frac{Q_{ch}}{p},$$

$$\mathbf{L_{ch} (2) = \frac{146.22}{10.78}}$$

$$\mathbf{L_{ch} (2) = 13.56 \text{ m.}}$$

Donc la longueur de bourrage des trous sera :

$$L_b = L - L_{ch(1)}$$

1- Premier rangée

$$L_b = 16.77 - 13.49$$

$$L_b = 3.28 \text{ m}$$

2- Deuxième rangée

$$L_b = L - L_{ch(2)}$$

$$L_b = 16.77 - 13.56$$

$$L_b = 3.21 \text{ m}$$

- Débit de la masse minière tirée sur 1m de longueur

$$J_m = \frac{Qch(1) + Qch(2)(n-1)}{nLq}$$

$$J_m = \frac{Qch(1) + Qch(2)}{nLq}$$

$$J_m = \frac{145.5 + 146.22}{2 \times 16.77 \times 0.5}$$

$$J_m = 17.39 \text{ m}^3/\text{m}$$

- Volume du bloc à tirer

$$V = N_j \cdot n_p \cdot e \cdot R_e$$

Où :

N_j : intervalle entre les deux tirs successifs $N_j = 5$

$n_p \cdot e$: Nombre de postes de travail de l'engin d'extraction par jours $n_p \cdot e = 3$

R_e : Rendement de l'engin d'extraction $R_e = 1029.45 \text{ m}^3/\text{post}$

$$V = 5 \times 3 \times 1029.45$$

$$V = 15441.75 \text{ m}^3$$

- Surface du bloc à abattre

$$S_{bl} = \frac{V}{Hg}$$

$$S_{bl} = \frac{15441.75}{15}$$

$$S_{bl} = 1029.45 \text{ m}^2$$

- la largeur d'enlevure

$$A = W + (n-1) \cdot b$$

n : nombre de rangée 2

$$A = 4.21 + (2-1) \times 4.21$$

$$A = 8.42 \text{ m}$$

- Longueur du bloc à abattre

$$L_{ba} = \frac{S_{bl}}{A}$$

$$L_{ba} = \frac{1029.45}{8.42}$$

$$L_{ba} = 122.26 \text{ m}$$

- La longueur des trous forés, nécessaire pour un bloc

$$\Sigma L = \frac{V}{f_m}$$

$$\Sigma L = \frac{15441.75}{17.39}$$

$$\Sigma L = 887.96 \text{ m}$$

- Nombre de trous à forer

$$N_{tr} = \frac{\Sigma L}{L_{tr}} ; \text{trous}$$

$$N_{tr} = \frac{887.96}{16.77}$$

$$N_{tr} = 52 \text{ Trous}$$

- Quantité d'explosif totale pour abattre un bloc

$$Q_{ch_{tot}} = (Q_{ch1} \times N_{tr_{1er \text{ rangée}}}) + (Q_{ch2} \times N_{tr_{2ème \text{ rangée}}})$$

$$Q_{ch_{tot}} = (145.5 \times 26) + (146.22 \times 26)$$

$$Q_{ch_{tot}} = 7584.72 \text{ kg/bloc}$$

- Quantité de marmanite dans un bloc

$$Q_{mar}^{bl} = 10 * \frac{Q_{ch_{tot}}}{100} ; \text{kg/bloc.}$$

$$Q_{mar}^{bl} = 10 \times \frac{7584.72}{100}$$

$$Q_{mar}^{bl} = 758.47 \text{ kg/bloc}$$

- Quantité d'anfomil dans un bloc

$$Q_{anf}^{bl} = 90 \times \frac{Q_{ch_{tot}}}{100}$$

$$Q_{anf}^{bl} = 90 \times \frac{7584.72}{100}$$

$$Q_{anf}^{bl} = 6826.24 \text{ kg/bloc}$$

- Quantité de marmanite dans les trous de la 1^{ère} rangée

$$Q_{mar}^{1 \text{ er rang}} = 10 \times \frac{Q_{ch1}}{100}$$

$$Q_{mar}^{1 \text{ er rang}} = 10 \times \frac{145.5}{100}$$

$$Q_{mar}^{1 \text{ er rang}} = 14.55 \text{ kg/trou}$$

- Quantité de marmanite dans les trous de le 2^{ème} rangée

$$Q_{mar}^{2 \text{ ème rangée}} = 10 \times \frac{Q_{ch2}}{100}$$

$$Q_{mar}^{2 \text{ ème rangée}} = 10 \times \frac{146.22}{100}$$

$$Q_{mar}^{2 \text{ ème rangée}} = 14.62 \text{ kg/trou}$$

- Nombre de cartouches dans un trou
 - Dans les trous de la 1^{ère} rangée

$$Nc = \frac{Q_{mar1 \text{ er rang}}}{pc}$$

pc : poids de la cartouche ;

$$Pc = 2,5 \text{ kg}$$

$$Nc = \frac{14.55}{2.5}$$

$$Nc = 6 \text{ cartouches}$$

- Dans les trous de le 2^{ème} rangée

$$Nc = \frac{Q_{mar 2 \text{ ème rangée}}}{pc}$$

$$Nc = \frac{14.62}{2.5}$$

$$Nc = 6 \text{ cartouches}$$

- Nombre total des cartouches

$$N_{ctot} = Nc \times N_{tr}$$

$$N_{ctot} = 6 \times 52$$

Nctot =312 cartouches

- Quantité d'anfomil dans un trou
- Dans les trous de la 1^{ère} rangée

$$Qanf=90 \times \frac{Qch1}{100}$$

$$Qanf=90 \times \frac{145.5}{100}$$

Qanf= 130.95 kg /trou

- Dans les trous de la 2^{ème} rangée

$$Qanf=90 \times \frac{Qch2}{100}$$

$$Qanf=90 \times \frac{146.22}{100}$$

Qanf=131 Kg/trou.

- Nombre nécessaire de sondeuse pour un seul engin

$$Ns = \frac{\Sigma L}{Rs \cdot np \cdot s \cdot Nj} \quad \text{pièces}$$

Où :

Rs : Rendement de la sondeuse : pour d=120 mm

Rs =177.77 m/poste

np.s : Nombre de poste de travail de la sondeuse np.s = 2

Nj : Intervalle entre deux tirs successifs Nj = 5

$$Ns = \frac{887.96}{444.04 \times 2 \times 3}$$

Ns= 1

Tableau récapitulatif des paramètres de travaux de forage et tir (cas de la mine d'Ouenza) :

(Tableau 24): Paramètres de forage et tir

Paramètres	Symboles	Unités	Valeurs
Diamètre du trou.	D _{tr}	mm	120
Longueur de sous forage	L _{Sf}	m	1.72
Inclinaison du trou.	B	Degré	80
Longueur du trou.	L _{tr}	m	16.77

Consommation d'explosif étalon	$Q_{\text{ét}}$	g/m^3	21.1
Longueur du bourrage	L_b	m	3
Longueur du bourrage de la 1 ^{ère} rangée	L_{b1}	m	3.28
Longueur du bourrage de la 2 ^{ème} rangée	L_{b2}	m	3.21
la ligne de moindre de résistance	W	m	4.21
Volume des hors gabarits selon notre plan de tir élaboré	V_{Hg}	m^3	1351.15
Volume Total des hors gabarits	V_{HgTot}	m^3	5404.61
Distance entre les trous de 1 ^{ère} rangée	a_1	m	3.44
Distance entre les trous de 2 ^{ème} rangée	a_2	m	4.63
Distance entre les rangées	B	m	4.21
Quantité d'explosif dans les trous de la 1 ^{ère} rangée	Q_{ch1}	Kg/trou	145.5
Quantité d'explosif dans les trous de la 2 ^{ème} rangée	Q_{ch2}	Kg/trou	146.22
Quantité d'explosif totale pour abattre un bloc	Q_{tot}	Kg/bloc	7584.72
Longueur de la charge dans les trous de la 1 ^{ère} rangée	L_{ch1}	m	13.49
Longueur de bourrage dans les trous de la 2 ^{ème} rangée	L_{ch2}	m	13.56
Volume de bloc à tirer	V	m^3	15441.75
Surface du bloc à abattre	S_{bl}	m^2	1029.45
Le débit de la mase minière tirée sur 1m de longueur	J_m	m^3	17.39
Nombre des trous dans un bloc.	N_{tr}	Trous	52
Longueur du bloc à abattre	L_{ba}	m	122.26
Largeur d'enlevure	A	m	8.42
La longueur des trous forés, nécessaire pour un bloc	ΣL	m	887.96
Nombre de rangée	N	rangée	3
Nombre nécessaire de sondeuse pour un seul engin	N_s	sondeuse	1
Consommation spécifique d'explosif réel du projet.	Q_{prjt}	kg/m^3	-----
Quantité de marmanite dans un bloc	Q_{mar}	Kg/bloc	758.47
Quantité d'anfomil dans un bloc	Q_{anf}	Kg/bloc	6826.24
Quantité de marmanite dans les trous de la 1 rangée	$Q_{\text{mar}}(1)$	Kg/trou	14.55
Quantité de marmanite dans les trous de la 2 rangées	$Q_{\text{mar}}(2)$	Kg/trou	14.62
Quantité d'anfomil dans les trous de la 1 rangées	$Q_{\text{anf}}(1)$	Kg/trou	130.95
Quantité d'anfomil dans les trous de la 2 rangées	$Q_{\text{anf}}(2)$	Kg/trou	131

Nombre de cartouche dans un trou	Nc	-	6
Nombre total de Cartouche	Nc-tot	-	312
Utilisation de la marmarinite.	Mar III	%	10%
Utilisation de l'anfomil.	Anf	%	90%
Type d'amorçage.	--	--	Électrique

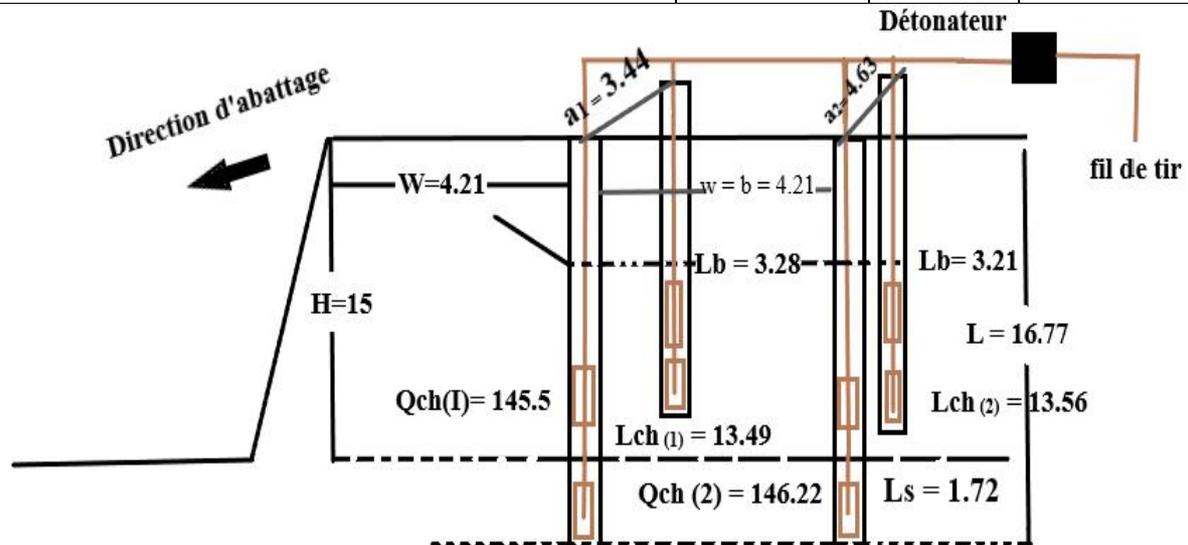


Figure 28: Schéma représente les paramètres de tir et de forage

La figure suivante montre le volume des hors gabarits après le tir effectué sur le front sur lequel nous effectuons notre étude de la géométrisation de la fissureté de celui-ci :



Figure 29 :Une photo représentante des hors gabarits de la mine de l'Ouenza

Le volume total des hors gabarits est déterminé par la formule suivante :

Dans la mine de l'Ouenza, après la réalisation d'un tir, le débit des hors gabarits dont le pourcentage de 20% mais après l'étude que nous avons faite, et la localisation de la fissuration dans le gradin que nous étudions, nous pouvons contrôler la direction de notre Schéma de tir. La direction et la propagation des ondes, le degré de fragmentation aussi, après avoir toute l'étude que nous avons faite, nous pouvons diminuer le débit des hors gabarits dans le gradin étudié de 4 à 6 fois, c'est-à-dire lorsque nous appliquons le plan de tir que nous avons élaboré le débit des blocs hors gabarits sera diminué de 4 fois par rapport le plan de tir utilisé dans la mine.

- Volume des hors gabarits selon le plan de tir de la mine de l'Ouenza.

$$V_{HG\text{Tot}} = \frac{V \times 20}{100} \times K_f$$

K_f : Coefficient de foisonnement=1.75

$$V_{HG\text{Tot}} = \frac{15441.75 \times 20}{100} \times 1.75$$

$$V_{HG}^{Tot} = 5404.61 \text{ m}^3$$

- Volume des hors gabarits selon le plan que nous avons élaboré

$$V_{HG}^{p.d.tir} \text{éla} = \frac{V_{tot} \text{HG}}{4}$$

$$V_{HG}^{p.d.tir} \text{éla} = \frac{5404.61}{4}$$

$$V_{HG}^{p.d.tir} \text{éla} = 1351.15 \text{ m}^3$$

9- DEPENSES POUR LA REALISATION DES TRAVAUX DE TIR

9.1.EXPLOSIF

9.1.5 CONSOMMATION D'EXPLOSIF PAR POSTE

$$C_{exp} = q \cdot V \text{ (Kg)}$$

Où :

q. Consommation spécifique d'explosif, $q=0,49\text{Kg/m}^3$.

V. Volume de la masse à abattre, m^3 .

$$C_{exp} = 0.49 \times 15441.75$$

$$C_{exp} = 7566.45\text{Kg}$$

9.1.2. PRIX UNITAIRE DE L'EXPLOSIF(Pude) :

1. Anfomil=109,00DA/Kg.
2. Marmanite=128,00DA/Kg.

Donc les dépenses d'exploitation :

$$D_{exp} = C_{exp} \cdot P_{ude}, \text{ (DA/Kg)}$$

- Pour Anfomil

$$D_{exp} = 7566.45 \times 109$$

$$D_{exp} = 824743.05 \text{ DA/Kg}$$

- Pour Marmanite

$$D_{exp} = 7566.45 \times 128$$

$$D_{exp} = 968505.6 \text{ DA/Kg}$$

9.1.3. DEPENSES POUR LES ACCESSOIRES DE TIR :

Ces dépenses valent de 45%des dépenses d'explosifs.

- Anfomil :

$$D_{acc}=0.45 \times 824743.05 \text{ DA/P}$$

$$D_{acc} = 371134.37 \text{ DA/P}$$

- Marmanite

$$D_{acc} = 0.45 \times 968505.6 \text{ DA/P}$$

$$D_{acc} = 435827.52 \text{ DA/P}$$

9.1.4. DEPENSES D'APRES LES MATERIAUX DE TIR

$$D_{mat}=D_{exp}+D_{acc}, \text{ (DA/P).}$$

- Anfomil

$$D_{mat} = 824743.05 + 371134.37$$

$$D_{mat} = 1195877.42 \text{ DA/P}$$

- Marmanite

$$D_{mat} = 968505.6 + 435827.52$$

$$D_{mat} = 1404333.12 \text{ DA/P}$$

Lorsque :

$$D_m \geq D_e$$

On utilise la formule suivante pour déterminer la consommation spécifique :

$$Q = 0.62 \times \left(\frac{\sigma_r \cdot \sigma}{E_r \cdot n \cdot Q \cdot dk} \right) \times \left(\frac{1-r}{v} \right)^2 + \frac{E_r \cdot D_m}{3 \cdot n \cdot Q \cdot v} \times \left(\frac{D_m}{K_r} \right)^2$$

Ou :

E_r : Module de Young du matériau de remplissage, Pa

σ : valeur de l'ouverture de fissure ; m

σ_r : résistance limite de la roche Au tir ; Pa

ν : coefficient de poisson

D_m : dimension de la maille naturelle

n : coefficient thermodynamique de l'action utile de tir / $n=0.823$

r : moitié de la distance entre les trous ; m

k : coefficient tenant compte de la distance géométrique de l'énergie du tir

Q : chaleur spécifique du tir ; j/kg

- **Discussion des résultats:**

Tous les résultats obtenus par la sélection correcte du diamètre des pièces conditionnées et du diamètre des pièces naturelles dans chaque cas, et l'étude de la fissuration que nous avons faite et sa projection stéréographique nous ont permis de déterminer précisément l'emplacement de chaque famille. En plus et en réalisant la modélisation en fonction de la caractéristique de l'hématite, nous avons pu déterminer le facteur de sécurité qui sert de point de contrôle, puis on a commencé la réalisation de notre plan de tir qui nous a permis d'avoir des résultats satisfaisants.

Chapitre 4
Électrification
Sécurité et
Environnement

Partie 1 : Électrification

I. Introduction :

La charge électrique caractérise la consommation de l'énergie active et réactive par les mateurs séparées ou groupées, ou par la consommation de toute l'entreprise.

L'Exagération des charges calculées par rapport aux charges réelles conduit à des dépenses superflues et une mauvaise utilisation de l'équipement électrique (moyens de protection, métaux non ferreux conducteurs etc.)

Le calcul par défaut des charges entraine l'échauffement du réseau et des transformateurs, et augmente les pertes de l'énergie électrique, diminue la fiabilité de l'alimentation et diminue aussi la qualité de l'énergie électrique, du fait que le consommateur fonctionne dans différents régimes (permanent, intermittent et court).

La détermination correcte des charges électriques devient de plus en plus difficile et c'est la raison pour laquelle les méthodes utilisées donnent des résultats approximatifs, qui ont toujours un léger excès de puissances pour rapprocher au maximum la charge calculée à celle réelle. L'amélioration des méthodes de calculs par l'introduction de l'informatique pour rapprocher la puissance calculée à celle réelle est désirée.

Pour déterminer les charges électriques de l'entreprise, il est nécessaire de partager les consommateurs en 2 groupes essentiels, haute tension, et basse tension, dans chacun de ces 2 groupes, les consommateurs sont subdivisés d'après leurs régimes de fonctionnement, leurs destinations et leurs dispositions.

1. L'alimentation en énergie électrique de la mine de l'Ouenza :

La mine de l'Ouenza est alimentée par deux lignes, la première qu'elle est la principale de 90 KV et la secondaire de secours de 30 KV ; contient huit postes sont les suivants :

- Poste (90) contient le transformateur principale « tertiaire » à trois enroulements, ce poste alimente toute la mine, et une maison de l'agent.
- Poste (803) alimente le concasseur 803.
- Poste (01) alimente le concasseur 660.
- Poste (10) alimente l'atelier de maintenance électrique.
- Poste (04) alimente la trémie de chargement.
- Poste (02) pour l'éclairage.
- Poste (660) alimente la poste de pompage « pompe d'eau pour les travaux de la mine » et l'éclairage de magasin général et la station B " atelier mécanique".
- Poste (Z2) alimente le poste de pompage ' pompe d'eau potable.‘

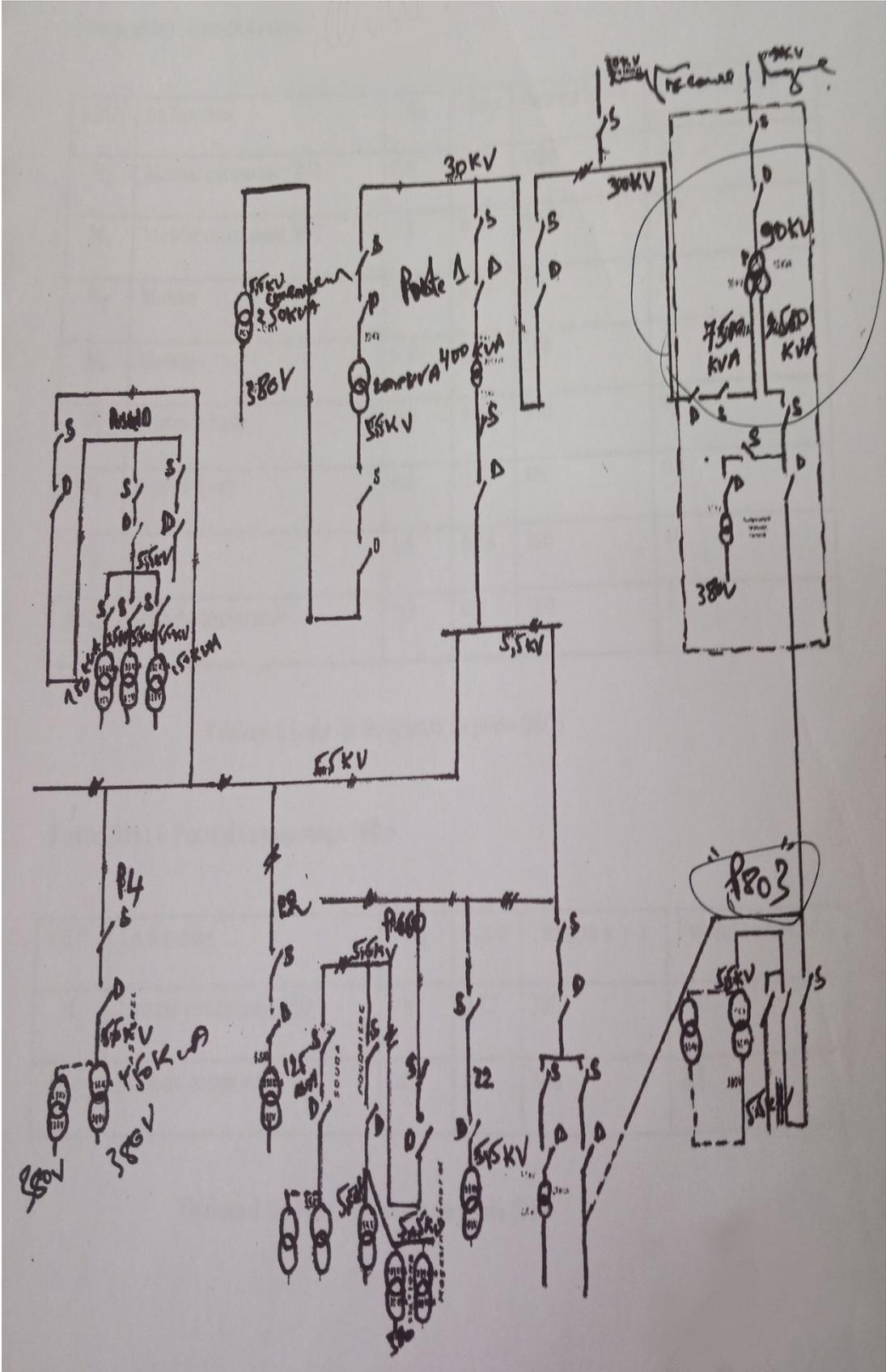


Fig. (29) Le schéma d'alimentation en énergie électrique de la mine de l'Ouenza

2. Des données sur les charges électriques de chaque poste dans la mine del'Ouenza :

Poste (803) **Tableau.25.** Liste des récepteurs de post (803)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Moteur concasseur 803	0.8	0.75	5500	285
M2	Moteur concasseur 803	0.8	0.77	5500	285
M3	Moteur	0.8	0.79	380	22
M4	Moteur	0.8	0.74	380	22
M5	Pompe à huile	0.8	0.73	380	0.7
M6	Pompe à eau	0.8	0.77	380	0.6
M7	Balan	0.8	0.76	380	10
Rec ₈	Salle de commande	0.8	0.8	380	2

Poste (01)**Tableau.26.** Liste des récepteurs de post (01)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Moteur concasseur 660	0.8	0.72	380	160
Rec ₂	Salle de commande	0.8	0.8	380	2.5

Poste (10)**Tableau.27.** Liste des récepteurs de post (10)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Moteur	0.8	0.75	5500	285
Rec ₂	Eclairage	0.8	0.8	380	2.5
M3	Balan	0.8	0.77	380	8

Poste (04) **Tableau.28.** Liste des récepteurs de post (04)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Moteur	0.8	0.75	380	4.4
M2	Moteur	0.8	0.75	380	0.9
M3	Moteur	0.8	0.8	380	6.9

Poste (02) **Tableau.29.** Liste des récepteurs de post (02)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Eclairage	0.8	0.81	380	90

Poste (660) **Tableau.30.** Liste des récepteurs de post (660)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Pompe à eau	0.8	0.77	380	3
M2	Eclairage	0.8	0.82	380	0.5
M3	Eclairage d'atelier	0.8	0.79	380	0.4

Poste (Z2)**Tableau.31.** Liste des récepteurs de post (Z2)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Pompe à eau Portable	0.8	0.76	380	5
Rec2	Eclairage	0.8	0.81	380	2

Poste (90) **Tableau.32.** Liste des récepteurs de post (90)

REC	LA FONCTION	Kd	Cos φ	Tension (v)	Puissance (Kw)
M1	Maison	0.8	0.75	380	18
Rec2	Eclairage et commande	0.8	0.83	380	2

Partie 2: Sécurité en travail et Analyse des risques

II. Introduction :

La sécurité du travail se manifeste dans les branches des entreprises, l'assurance du processus technologiques provoque une bonne organisation des travaux, ce qui assure une productivité désirable et meilleure.

La protection du travail représenté un vaste système des mesures techniques et d'organisation destinée à sauvegarder la santé des travailleurs, elle a pour but de la sensibilisation des ouvriers en matière de protection contre les accidents de travail et maladies professionnelles, d'améliorer et de perfectionner les processus technologiques et de créer les conditions du travail saines et sans danger.

Un service de protection de travail dans une entreprise. Est une composante très importante , son rôle essentiel est de former, animer, informer, conseiller et inspecter tout la chaîne de la production.

Dans l'industrie extractive où les conditions de travail sont assez difficiles l'application du règlement relatif à la sécurité du travail doit être rigoureusement respectée la protection du travail doit assurer :

- L'analyse de tous les accidents de travail afin de détermine les causes et en tirer les enseignements qui serviront à éliminer la répétition de ces accidents.
- La coordination des visites des organismes agréés et déceler toutes les anomalies rencontrées, les suivre et les inspecter
- La visite médicale périodique pour le personnel afin de prévenir les maladies professionnelles.
- Le contrôle réguliers des outils de travail et de les remettre en bon état en cas de défaillance de ces derniers
- Le contrôle de la propreté des postes de travail.
- La dotation du personnel en moyens de protection individuelle et collective
- Signaler que le service de la sécurité de travail doit établir avec exactitude tous les éléments qui peuvent être les causes directes d'un accident de travail et préconiser les solutions appropriées.

1. Analyse des risques

1.1 - Définition :

Combinaison de la probabilité de la manifestation d'un événement dangereux et de la gravité de la lésion ou de l'atteinte à la santé causée à des personnes par cet événement.

1.2 - Evaluation globale des risques :

Les obligations de sécurité du chef d'établissement et de l'employeur sont fixées par les principes généraux de prévention Ils doivent être intégrés dans la gestion et l'organisation de l'entreprise. Ces principes généraux de prévention et leurs mises en oeuvre définissent un

programme de prévention. Le chef d'établissement prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs de l'établissement, y compris les travailleurs temporaires. Ces mesures comprennent des actions de prévention des risques professionnels, d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et des moyens adaptés. Il veille à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte u changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes.

1.2.1 Le Système de Management de la Sécurité :

Il est inscrit de manière implicite dans la réglementation, il s'impose comme un excellent moyen de gérer (maîtriser) les risques liés à son activité et d'aller plus loin, vers une amélioration continue de la sécurité. L'entreprise doit identifier et évaluer les risques afin de déterminer des plans d'actions et des budgets.

1.2.2 La prévention :

Pour que la prévention soit efficace, il est plus important de travailler sur les causes des risques plutôt que sur les conséquences.

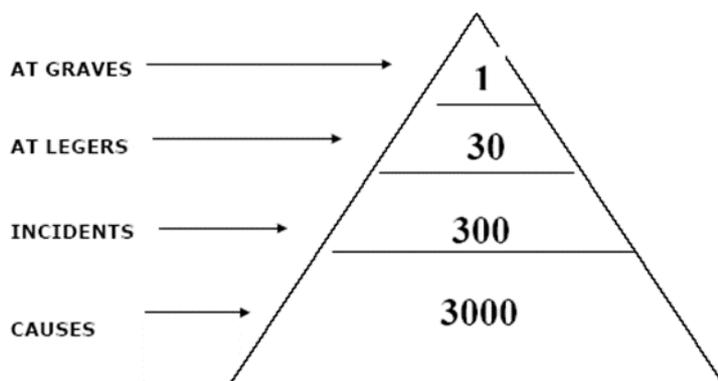


Fig. (31).La prévention des risques dans l'entreprise

L'expérience montre que le meilleur moyen d'aborder la sécurité dans l'entreprise c'est d'évalué les risques. Elle permet une prise de conscience pour tous les risques présents dans l'entreprise.

1.3. - Démarche générale à toute action de prévention :

1. Identifier les dangers et des risques.
2. Supprimer les dangers.
3. Supprimer les risques
4. Évaluer les risques qui ne peuvent pas être supprimés.
5. Si des risques subsistent, choisir des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle.
6. si des risques subsistent encore, choisir des moyens de protections individuelles adaptés aux types de risques.
7. Dans tous les cas, donner les instructions appropriées aux travailleurs et au point d'utilisation de ces instructions, adaptées à la nature des tâches à accomplir. Elles,

précisent en particulier lorsque la nature des risques le justifie, les conditions d'utilisation des équipements de travail.

1.4. - Méthodes d'analyse des risques :

1.4.1- Des évaluations utilisent des méthodes d'analyse systématiques :

- A. MDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) et ses dérivées, méthodes issus de l'AMDEC et adaptées à un secteur d'activité.
- B. HACCP : (Hazard Analysis Critical Control Point) pour l'agro-alimentaire.
- C. BPF : Bonne Pratique de Fabrication pour la pharmacie.
- D. BPL : Bonne Pratique de Laboratoire pour la chimie

1.4.2 - Des évaluations utilisent des méthodes d'analyse des relations « causes-effets » :

- A. Arbre des causes ou arbre de défaillances.
- B. Diagramme 5M ou d'Ishikawa ou arête de poisson.

1.4.3 - Des évaluations utilisent des méthodes normatives :

Les normes CE notamment utilisées par les constructeurs de machines et équipements de travail, prennent en compte la probabilité de détection du risque (détectabilité). Une situation dangereuse peut déclencher une alarme, générer des signaux d'alerte, qui vont permettre une intervention humaine (ou système automatique) et ainsi éviter l'accident. (Exemple : une machine est dangereuse quand elle se dérègle de 10°, à partir de 5° elle produit un bruit caractéristique très fort).

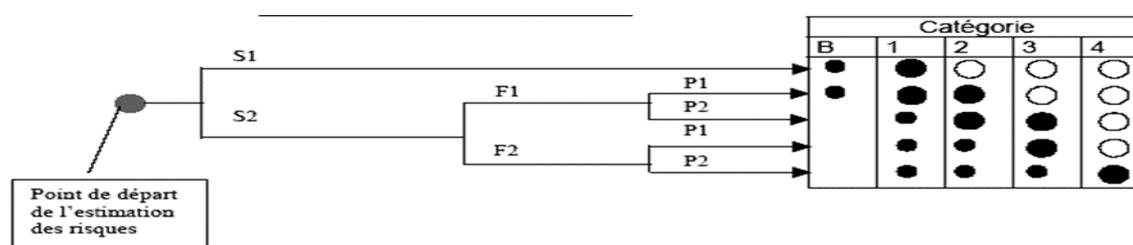


Fig. (32).La probabilité de détection du risque

S : Gravité des lésions potentielles :

- S1 = Lésion légère
- S2 = Lésion grave

F : Fréquence et/ou durée d'exposition au phénomène dangereux :

- F1 = Rare à assez fréquent et/ou courte durée d'exposition
- F2 = Fréquent à continu et/ou longue durée d'exposition

P : Probabilité d'éviter le phénomène dangereux :

- P1 = Possible dans certaines conditions
- P2 = Rarement possible (ex : le phénomène est difficilement identifiable)

1.5. - Evaluation des risques :

Le risque représente la valeur quantitative d'un phénomène dangereux. Cette valeur est composée de la gravité du dommage (G) et de la probabilité (P) que ce dommage survienne. La probabilité P d'occurrence d'un dommage est définie de la façon suivante :

P = f (e, po, L). Elle est déterminée par :

- la fréquence et la durée de l'exposition au phénomène dangereux (e)
 - la probabilité d'occurrence de l'évènement dangereux (po)
 - la possibilité d'éviter ou de limiter le dommage par un comportement approprié des personnes concernées (L)
- Ces paramètres sont présentés dans les figures ci-dessous (figure 5)

$$\text{Risque} = f(G ; P)$$

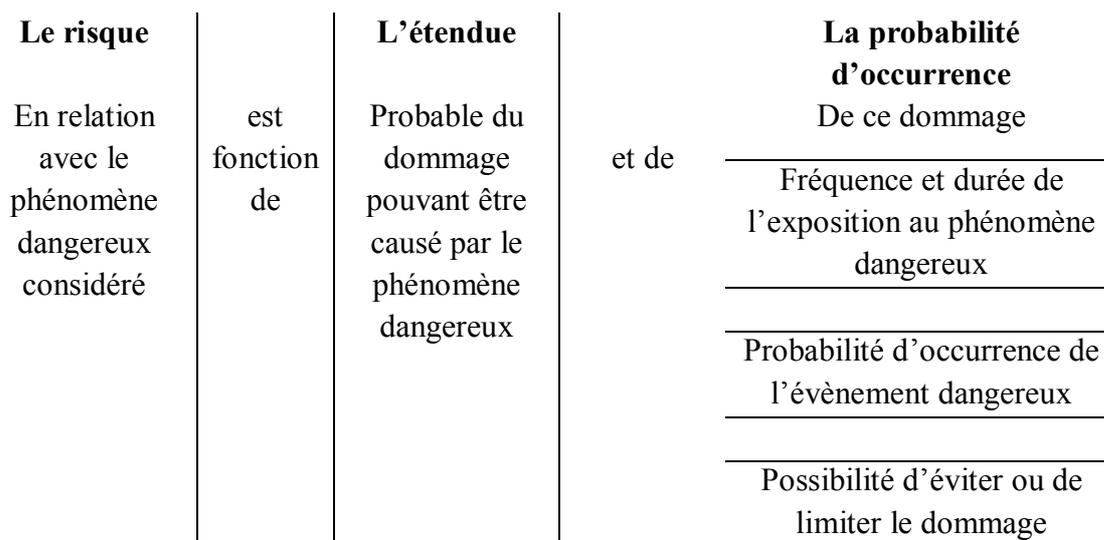


Figure 33. :Evaluation du risque

En règle générale, la probabilité qu'un événement dangereux se produise et l'étendue du dommage correspondant ne peuvent être qu'évaluées. Il s'est avéré utile d'estimer de façon «prudente», c'est-à-dire de s'attendre à une probabilité élevée et à des dommages importants.

1.5.1 - Gravité du dommage :

La gravité du dommage est subdivisée en 5 catégories. (Tableau32)

Tableau .33. : Détermination de l'étendue des dommages et des conséquences possibles

Catégorie	Etendue du dommage	Définition des conséquences
I	Très grave	Décès
II	Grave	Invalidité grave
III	Moyen	Invalidité légère
IV	Faible	Blessure avec arrêt de travail
V	Très faible	Blessure sans arrêt de travail

1.5.2 – Probabilité :

Deux variantes d'une estimation essentiellement qualitative de la probabilité vous sont présentées ci-dessous.

Variante 1 : procédure à suivre pour une appréciation collective des risques (par ex. pour une branche entière)

La probabilité P est subdivisée en 5 catégories. (Tableau3.IV)

Tableau 34. : Probabilités P (variante 1).

Catégorie	Définition de la probabilité P	
A	Fréquent	$\geq 1x$ par mois
B	Occasionnel	$\geq 1x$ par an $\leq 1x$ par mois
C	Rare	$\geq 1x$ en 5 ans $\leq 1x$ par an
D	Impossible	$\geq 1x$ en 20 ans $\leq 1x$ en 5 ans
E	Quasi impossible	$\geq 1x$ en 100 ans $\leq 1x$ en 20 ans

Variante 2 : procédure à suivre pour une appréciation collective des risques (pour des entreprises, des secteurs ou des postes de travail particuliers).

Lors de l'évaluation des probabilités dans une entreprise, un secteur ou à un poste de travail particulier, on part de l'état actuel, c'est-à-dire qu'on prend en compte l'état dans

lequel se trouvent l'installation et l'organisation de l'entreprise au moment de l'évaluation. Pour l'évaluation des probabilités, il existe deux possibilités.

1ère possibilité

On procède à une évaluation qualitative. La probabilité P est subdivisée dans les 5 catégories indiquées dans le paragraphe consacré à la variante 1. Ensuite, on définit tout d'abord la catégorie « Fréquent ». Elle définit la base pour les 4 autres catégories.

Tableau35. : Probabilité P (variante 2).

Catégorie	Définition de la probabilité
A	Fréquent
B	Occasionnel
C	Rare
D	Impossible
E	Quasi impossible

2^{ème} possibilité

On définit un indice de probabilité P, qui est déterminé par 3 éléments évalués de façon individuelle. Pour procéder à cette évaluation, on fait l'hypothèse suivante.

$$P = e + 2 po + L$$

On attribue un poids double à l'élément **po** parce que la probabilité d'occurrence d'un événement dangereux, qui dépend de façon déterminante de la norme technique de sécurité et de l'activité, a une place plus importante que les deux autres éléments.

Tableau.36. : Indice de fréquence et durée de l'exposition au phénomène dangereux

E	Durée d'exposition	
5	40 h/semaine	Temps complet
4	20 h/semaine	Mi-temps
3	8 h/semaine	1 jour/semaine
2	4 h/semaine	½ jour/semaine
1	2 h/semaine	1 jour/mois

La probabilité d’occurrence d’un phénomène dangereux po est définie de la façon présentée aux tableaux 37 et 38

Tableau 37. : Indice de probabilité d’occurrence d’un événement dangereux (po).

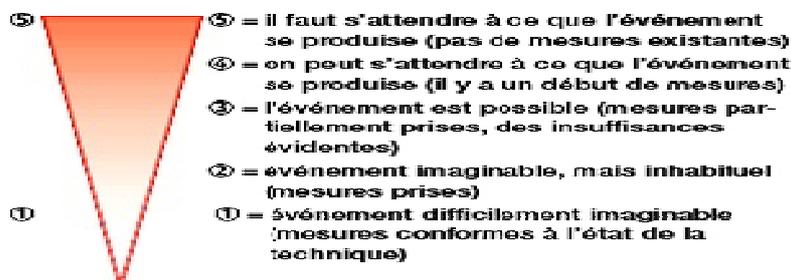
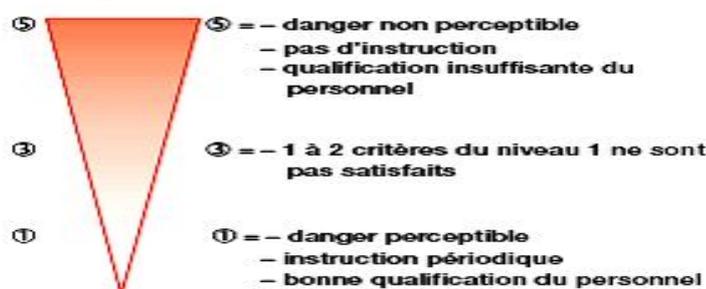


Tableau 38. : Indice de possibilité d’évitement ou de limitation du dommage (L).



La probabilité P d’occurrence (indice) d’un dommage G résulte de l’addition des valeurs des différents éléments :

$$P = e + 2 po + L$$

Le résultat de cette addition peut être évalué au moyen du tableau ci-dessous. La relation existant entre les catégories A à E et les différentes valeurs numériques ont été vérifiées au moyen d’exemples issus de la pratique. (tableau38)

Tableau 39 : Probabilités (variante 2).

Catégorie	Définition de la probabilité	P = e +2 P0 + L
A	Fréquent	19, 20
B	Occasionnel	17, 18
C	Rare	14, 15, 16
D	Impossible	11, 12, 13
E	Quasi impossible	≤ 10

1.5.3 Matrice des risques :

Pour évaluer les risques, on utilise entre autres la méthode de la matrice de risques. L'illustration 6 montre un exemple de matrice de risques subdivisée en 3 zones. Les risques ont été estimés par estimation de la probabilité et de l'étendue du dommage, conformément aux tableaux 2 à 8.

La matrice de risques est définie par les membres de l'équipe interdisciplinaire, **en collaboration avec ladirection**, c.-à-d. qu'ils décident dans quelles zones les différents risques sont classés (zone 1 : risques importants, zone 2 : risques moyens, zone 3 : risques faibles). Les risques de la zone 1 sont traités en 1re priorité, les risques de la zone 2 en 2e priorité et les risques de la zone 3 en 3e priorité. La définition des priorités de traitement des risques sert avant tout à la gestion des risques.

La subdivision de la matrice de risques en 3 zones est basée sur une conception personnelle et dépend de l'objectif de sécurité fixé. Les objectifs de protection prescrits par les lois, les ordonnances et les directives doivent être respectés. L'objectif de sécurité doit non seulement tenir compte des intérêts de l'exploitant, mais aussi des attentes des utilisateurs, des voisins, des collaborateurs, etc. Pour une entreprise avec des installations identiques, mais un autre lieu d'implantation, un objectif de sécurité totalement différent peut être défini le cas échéant.

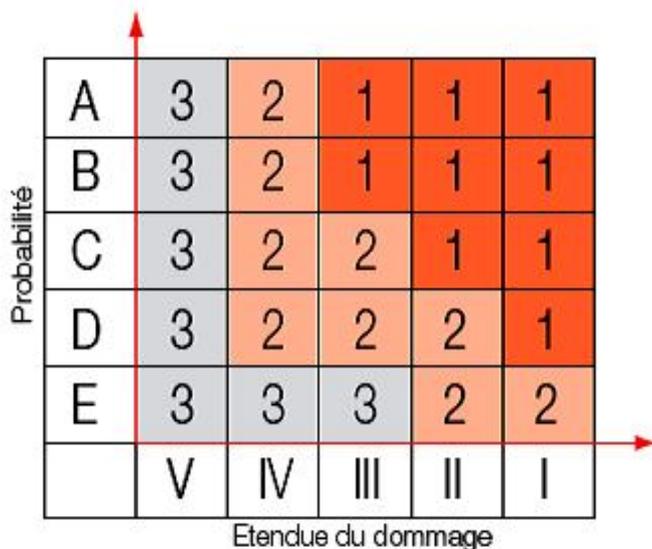


Figure 34 : Exemple d'une matrice de risques.

Dans le tableau suivant on détaille les zones et leurs états de risques dans chacune d'eux :

Tableau 40 : Définition des zones

Zone 1	Risques importants : La sécurité n'est pas assurée
Zone 2	Risques moyens : La sécurité n'est pas assurée
Zone 3	Risques faibles : La sécurité est en grande partie assurée

1.5.3.1 Formuler un objectif de sécurité :

En définissant une matrice, l'entreprise ou la branche définit l'objectif qu'elle poursuit en matière de sécurité au travail et de protection de la santé. Pour que cet objectif puisse être atteint, on définit un objectif de sécurité pour chaque événement dangereux ayant été identifié. On décrit ainsi les conditions que les mesures à prendre doivent remplir pour que l'événement possible ne se produise plus. Voici un exemple :

Activité : nettoyage sur une échelle double

Phénomène ou événement dangereux : chute de la personne qui utilise l'échelle

Objectif de sécurité : empêcher qu'une personne qui travaille sur l'échelle puisse chuter

Tableau 41 : du Bilan Annuel de Sécurité 2019 dans la mine d'Ouenza :

2019	Hrs Travaillées	Acc >=1jr	Acc Fatal	Total Acc	Jrs Perdus	% Fréquent	% Graves
Janvier	80 149	1	0	1	10	12,48	0,12
Février	79 590	0	0	0	0	0,00	0,00
Mars	79 668	1	0	1	7	12,55	0,09
1^{er} Trimestre	239 408	2	0	2	17	8,35	0,07
Avril	79 442	1	0	1	3	12,59	0,04
Mai	79 606	0	0	0	0	0,00	0,00
Juin	79 032	1	0	1	30	12,65	0,38
2^e Trimestre	238 081	2	0	2	33	8,40	0,14
Juillet	78 958	0	0	0	0	0,00	0,00
Août	79 137	1	0	1	30	12,64	0,38
Septembre	79 383	2	0	2	60	25,19	0,76
3^e Trimestre	237 478	3	0	3	90	12,63	0,38
Octobre	78 993	1	0	1	21	12,66	0,27
Novembre	78 006	0	0	0	0	0,00	0,00
Décembre	78 300	1	0	1	30	12,8	0,4
4^e Trimestre	235 299	2	0	2	51	8,50	0,22
Total	950 265	9	0	9	191	9,47	0,20

1.6 – Conclusion :

En premier lieu : l'analyse des risques dans la mine d'Ouenza et le bilan annuel de sécurité 2020 on peut en déduire que les risques sont basses sur deux notions perceptuelle et statistique, et le niveau de risque dépend de deux facteurs la fréquence et la gravité.

En second lieu ce risque doit être géré ou le rendre tolérable par l'intermédiaire de : les lois de travail, analyses économique, analyse de risques.

En dernier lieu l'étude d'impact vise à identifier les risques en travail et a les communiquer afin de : modifier le processus, d'apporter les mesures d'atténuation, concevoir un plan de

contingences. En exécutent ces étapes les risques deviennent acceptables et nous pouvons travailler en un grand niveau de sécurité.

Partie 3 : Environnement

III. Introduction :

L'analyse environnementale (état des lieux) est le point de départ d'une démarche ISO 14001.

Réaliser une analyse environnementale répondant aux exigences de la Norme ISO 14001, c'est identifier tous les aspects et impacts environnementaux de l'entreprise et déterminer ceux qui sont significatifs. L'analyse environnementale doit permettre de donner des bases solides à la mise en place d'un Système de Management de l'Environnement, mais sa réalisation n'est pas aisée et les pièges sont nombreux (trop de détail dans le recensement des aspects/impacts ou au contraire analyse non exhaustive, méthodologie de hiérarchisation ne faisant pas ressortir les impacts « réellement prioritaires », usine à gaz dans sa réalisation et sa mise à jour).

- **Impact Environnemental (IE)** : toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux d'un organisme.
- **Aspect Environnemental (AE)** : élément des activités, produits ou services d'un organisme susceptible d'interactions avec l'environnement

I- Comment préparer l'analyse environnementale :

- a) Découper le site en secteurs
 - Ce découpage peut tenir compte du procès des activités, des situations géographiques.
- b) Pour chaque secteur retenu :
 - Nommer un responsable de l'analyse sur ce secteur.
 - Etablir un diagramme de flux pour cartographier les différentes étapes processus au sein du secteur.
 - Il est possible d'indiquer sur le diagramme les entrées et les sorties« environnement ».
- c) Etablir un support d'enregistrement des résultats de l'analyse environnemental :
 - Etablir des colonnes pour chaque critère de hiérarchisation.
 - Permettre la distinction entre le fonctionnement normal et le fonctionnement anormal.
 - Il est également recommandé d'avoir des colonnes.

1- Identifier les aspects/ impacts environnementaux

- a) Pour chaque secteur retenu, réaliser l'identification des aspects/ impacts en faisant participer :
 - Le responsable Analyse Environnementale du secteur.
 - la maintenance
 - Un ou des représentant(s) du secteur (opérateurs, chef de service).
 - Travailler par « domaine environnemental » (consommation d'eau, production de déchets, pollution de l'air) et effectuer des observations sur le terrain
- b) Lorsque c'est réalisable, quantifier les données (exemple : 2 m³ d'eau consommée par jour)
- c) Ne pas coter les aspects/ impacts avant la fin de leur identification

2- Hiérarchiser les aspects/impacts environnementaux

- a) Définir les critères de hiérarchisation à utiliser
 - Fréquence et Gravité sont incontournables
 - Maîtrise est fortement recommandée
 - Le critère réglementation peut être intégré dans l'Analyse Environnementale pour faciliter l'identification des non-conformités (NC) réglementaires. Mais attention au piège de n'avoir au final que des AES liés à des NC réglementaires. Il existe par ailleurs d'autres moyens de « traiter les NC réglementaires »
 - Le nombre de critères doit être suffisant pour permettre « une hiérarchisation » suffisamment éclatée
- b) Définir les échelles associées aux critères de hiérarchisation retenus
 - Tenir compte de l'activité
 - Préférer des échelles avec des nombres pairs d'échelon (exemple : 1, 2, 3 ou 4).

Conclusion

Les membres du Groupe de Travail s'accordent à dire qu'il n'y a pas de méthode unique et universelle, que c'est un exercice consommateur de temps et qu'il faut accepter de s'améliorer petit à petit.

3. Etude des impacts :

D'une manière générale, l'impact des activités des installations minières sur l'environnement se présente sous plusieurs formes telles que :

- Pollution des eaux et du sol
- Emissions de poussières
- Nuisances sonores
- Valorisation des résidus et déchets

3.1. Impact des effluents liquides sur la santé :

Les impacts portant sur la santé sont liés aux contaminations des eaux sous terraines et de surface par les huiles de vidanges, les carburants et solvants d'entretien, ces derniers pouvant avoir une vitesse de progression dans le sol de l'ordre 10 fois de celle de l'eau. Ainsi leur infiltration dans le sol est plus marquée que celle des eaux

Les fuites et l'écoulement du gasoil issu du stockage et des opérations d'entretien et de dépannage des engins de la mine peuvent conduire à la contamination éventuelle des eaux souterraine et de surface comme nous montre la figure suivante :



Figure 35.: Contamination des eaux souterraines et de surface

3.2. Impact de poussière :

Les risques liés au poussières peuvent être classées en fonction des critères suivants :

- Dimensions des particules
- Densité des particules
- Surface des particules
- Composition chimique

Les poussières les plus dangereuses sont celles de la Silice qui entraînent la Silicose cas du minerai de fer de l'Ouenza.

Ces poussières ont un impact néfaste sur l'homme, l'environnement, la faune, la flore et le paysage ... etc.

3.3. Effet sur l'environnement :

Les poussières dégagées de la mine de l'Ouenza laissent sans doute des traces sur la santé des travailleurs et la population avoisinante et ce depuis son démarrage jusqu'à nos jours.

Parailleurs, il est imporant de signaler qu'une partie des constructions et ouverages, appartenant à la mine ou autre (cités résidentielles, ateliers, routes goudronées, menant vers la

vile de Souk Ahras, ponts ... etc.), sont traversées de part et d'autre par une partie de la chaîne de manutention, et la voie ferrée, destinée au transport du minerai vers le complexe sidérurgique d'El Hadjar de Annaba, sont considérées comme étant de sources important d'émission de poussières fines qui sont à l'origine des problèmes de santé des personnes,ajoutant à ça leur impact sur le sol, la dégradation du paysage (construction, ouverage et routes ... etc.), qui est très remarquable dans cette zone ce qui est explique la figure 2 :



Figure 36. : Image d'Effet de la poussière sur la vie quotidienne de la population

Toutes les installations de la préparation mécanique à savoir le concasseur giratoire primaire et la bande transporteuse d'une longueur de 03 km de la trémie de chargement qui sont mitoyennes à la cité centrale et au camp saint-barbe demeurent parmi les sources les plus importantes de dégagement de fines particules ferrifères dans l'atmosphèrtraduit entre autre par la dégradation des éléments du captage du convoyeur à bande, transportant la charge utile de granulométrie 0/250 mm, de la trémie de chargement, lors du remplissage, exceptionnellement, en cas de présence des vents cette dernière présente une source d'émissions des poussières fines importante pour la mine et ses voisinages. Le personnel au niveau du concasseur giratoire est tout aussi concerné par ces risques étant donné les interventions répétées au niveau du moteurs électriques, courroies, et des équipements de concassage. Tous ces éléments font du concasseur giratoire un poste à haut risque d'accidents qui peuvent être mortels.

Il faut noter à cet effet que le concasseur 803 a été renforcé depuis 3 ans par un système d'abattage de poussières par humidification, chose qui aidera sans doute à diminuer les quantités importantes des poussières dégagées lors du déchargement des camions et du concassage.lors de la periode de notre stage le système était en arrêt à cause de problème de bouchage et d'alimentation en eau.

3.4.Effet sur la faune et la flore :

L'effet des poussières sur la flore est caractérisé par la dégradation de ces dernières avec le temps des plantes, le ralentissement du processus de photosynthèse qui constitue un écran pour l'évolution et le développement de diverses plantations, arbres et toutes sorte d'agriculture.

3.5.Effet sur le paysage :

Etant installé dans une région dont la nature du sol est à caractère marginal, et apparente sur la route nationale n°82 coté sud-est, l'unité de traitement mécanique du minerai de fer est considérée comme source de nuisance pour les habitants de la ville de l'Ouenza.

Lors de la dispersion par les vents locaux et saisonnières des particules ferrifères des stocks (figure 3) au niveau 660 (600 triage), 769, 920, 900, 882, 770, 733, et des particules stériles au niveau des décharges stériles implantées au Nord-Ouest du périmètre d'extraction à savoir décharge 380, 690, 747, 733, 760, 800, 905, et au Nord-Est du perimètre d'extraction à savoir décharge 630, et Sud-Est du périmètre d'exploitation à savoir décharge 721, 745, 920, ainsi que les décharge stériles qui longue les deux cotés de la route nationale menant vers la wilaya de Souk-Ahras.



Figure 37 : Image présente les différents stocks et décharge au niveau de la mine de l'ouenza

D'une manière générale, l'effet des poussières sur les constructions consiste en une altération et dégradation superficielle qui se traduit par une exfoliation successive des croûtes d'altération par transformation du matériau en produit sableux et friables. Ceci se traduit souvent par une altération des façades et toiture sous l'effet du processus de formation de fines pellicules résultant de la quonséquence de circulation de l'humidité à l'intérieur du mur et le rougissement des surfaces exposées en donnant un aspect inesthétique (figure 4). Ces effets sont enregistrés au niveau du village de Ouenza surtout dans les bâtiments avoisinants la mine, l'impact de manifeste par la dégradation de l'état de surface par dépôt d'une couche

de poussière rougeâtre sur des routes, trottoirs, ouvrages, murs et toits des constructions et une dégradation nette du paysage d'une manière générale.



Figure 38: Image présente le rougissement de surface sous l'effet des poussières

3.6.Effet sur le tourisme :

La région de l'Ouenza ne recèle aucun patrimoine culturel important ni autres, et comme c'est une région minière en activité, donc elle n'encourage et n'attire aucune réflexion dans le domaine de tourisme, l'existence d'une atmosphère polluée par la poussière et autre report toute réflexion dans le domaine du tourisme.

3.7.Effet de la poussière sur les engins et machines :

Souvent, on enregistre des pannes de certains organes et machines dues à l'accumulation des poussières fines ce qui diminue leur disponibilité et leur productivité.

3.8.Effet sur la santé du personnel :

Les poussières ont un effet négatif sur la santé des travailleurs de la mine, la population localisée au voisinage de cette dernière, et même sur l'état de santé des différentes espèces animales de la région.

Elles ont des conséquences néfastes sur les organes respiratoires des personnes et elles sont la cause des maladies de pneumoconiose.(Silicose), Asthme ...etc.

L'étendue de l'impact des poussières sur la santé des personnes, au niveau de la mine de l'Ouenza est importante surtout pour les travailleurs affectés aux postes de travail suivants :

- Les agents de chargement au niveau des gares
- Les agents travaillants au niveau de la bande transporteuse
- Personnel travaillants au silo et au niveau de la trémie de chargement
- Les gents qui travaillent au niveau des concasseurs
- Les sondeurs et les aides sondeurs
- Conducteurs des bulls et niveleuses
- Chauffeurs de manutention, transport
- Les agents travaillants aux chantiers extérieurs

En plus de ces postes de travail, l'impact des poussières atteint les travailleurs des services de soutiens à la production et certaines populations avoisinantes, mais dans ces conditions avec des degrés de perturbation moindres. Ces services sont :

- Ateliers centraux

- Les services techniques
- Ateliers de maintenances
- Service de sécurité de la mine
- Bloc administratif
- Cité d’habitation avoisinante
- Les installations ...etc.

Le degré de perturbation est fort pour les personnes qui travaillent aux postes précédemment cités, et devient faible, tout en s’eloignant de la zone d’activité de la mine :

- Parmi les principales postes de travail qui sont sources d’émanation de poussière
 - Lors du concassage du minerai de fer
 - Lors du convoyage par bande transporteuse
 - Au niveau des trémies de réception et au niveau de la gare de chargement (rame des wagons chargés)
 - Lors du trafic interne des engins (chargement, transport et terrassement)
 - Lors de foration et tir par explosif
 - Lors de la dispersion par les vents locaux et saisonniers des particules ferrifères des stocks en minerai et des particules stériles des décharges.

Donc, les agents affectés aux lieux sur cités sont les plus exposés aux risques des maladies liées à la poussière (pneumociose).

Nous pouvons conclure, que l’empoussièremment est un facteur de nocivité important au niveau des installations de traitement. Il convient de prendre toutes les mesures necessares pour que la qualité de l’air soit rendue compatible avec l’hygiène et la santé des opérateurs

Les mesures du niveau sonor et de la qualité de l’air effectuées au niveau des postes de productions sources de nuisances permettent de determiner les répercussions écologiques des installations et de définir les mesures de protection requises.

IV-Les aspects environnementaux au niveau de la mine de l’Ouenza :

Les aspects environnementaux de la mine de l’Ouenza sont présentés au tableau N°1.IV

Tableau 41 : Les aspects environnementaux au niveau de la mine de l’Ouenza et ces mesures (source : departement d’environnement au niveau de la mine)

Les aspects environnementaux constatés	Causes	Mesures prises
Poussières	<ul style="list-style-type: none"> → ripage du sol et des gradins par engins, → foration et abattage à l’explosif, → terrassement et chargement des camions, → transport par camion 	<ul style="list-style-type: none"> → arrosage du parcours par camion-citerne limite la poussière. → Système d’abattage des poussières.

	<p>jusqu'à la station de concassage,</p> <p>→ transport par bande, du matériau concassé jusqu'à la trémie de chargement</p>	
Bruit	<p>→ Les sources de bruit résultent principalement du fonctionnement des engins lors des opérations de ripage, de chargement et de transport, ainsi que la station de concassage.</p> <p>→ Lors des tirs de mines (vibration et ondes sismiques).</p>	<p>→ La conformité des engins par rapport à la législation et l'isolement du site (carrière et concasseur éloignés des habitations) permettent de déclarer sans conséquence, l'impact du bruit sur le voisinage. Ceci n'appelle pas de mesure particulière à mettre en œuvre.</p> <p>→ Les mesures prises indiquent qu'elles sont en dessous des limites autorisées</p>
Dangers liées à l'exploitation de la mine	<p>→ existence de fronts de taille élevés (maximum 20 m),</p> <p>→ circulation et manœuvre d'engins (pelles mécanique, bulldozer, camions, ...),</p> <p>→ émissions de poussières</p>	<p>→ Les seules actions à mener sont la limitation du périmètre de la carrière (en interdisant son accès), l'information des dangers potentiels et le respect du code de la route (vitesse limitée, avertissement sonore lors de manœuvre, ...).</p>
Pollution par hydrocarbures	<p>→ La pollution par hydrocarbures a deux origines bien distinctes, à savoir d'une part, les aires d'entretien des engins en chantier (vidange) et d'autre part, les déversements accidentels</p>	<p>→ Des concentrations extrêmement faibles d'hydrocarbures rendent très vite l'eau impropre à la consommation.</p>
Les déchets	<p>→ Les principaux déchets générés par la carrière sont les stériles d'exploitation (déchets inertes) ;</p> <p>→ Les déchets spéciaux et spéciaux dangereux, (pneus usagés, batteries usagées,</p>	<p>→ Ils sont utilisés pour remblayer les zones dont l'exploitation est terminée. Il n'y a pas d'impact environnemental.</p> <p>→ Traitement des déchets, (élimination - recyclage).</p>

	huiles usagées de vidange, bande usagée, déchets ferreux et non ferreux, résidus chimiques).	par la réglementation, vis à vis du voisinage. .
Site et paysage		→ la remise en état du site doit démarrer (travaux de reboisement), et ce, jusqu'à la fin de l'exploitation de la carrière. A ce jour, rien n'a été constaté : l'exploitant a préféré une remise en état en fin d'exploitation.

IV.1. Les missions faites par le service d'environnement de l'entreprise pour la protection de l'environnement :

❖ MISSION N° 1

- Mise en œuvre des obligations réglementaires environnementales.

❖ MISSION N° 2

- Identifier et quantifier les flux entrants et sortants du site.
- Production Minerai (Minerai extrait, minerai concassé, minerai expédié, stérile)
- Consommation (Electricité, carburant, lubrifiants, explosifs, eau)
- Production des déchets

❖ MISSION N° 3

- Identifier les pollutions et impacts existants sur le site en réalisant un audit en interne environnemental.

❖ MISSION N° 4

- Hiérarchiser les aspects environnementaux du site.

❖ MISSION N° 5

- Mettre en place une gestion des déchets efficace et adaptée.
- Enregistrement des déchets générés par les structures de la mine (FDS)
- Identification et étiquetage des déchets spéciaux et spéciaux dangereux
- Stockage des déchets

❖ MISSION N° 6

- Exportation des déchets.

- Elimination des déchets

- Recyclage ou réutilisation en interne

❖ **MISSION N° 7**

- Respecter les valeurs limites qui sont précisées par la réglementation.

- Mesurage des émissions : Sonores et vibratoires, Poussières, diversement

❖ **MISSION N° 8**

- Maintenance des équipements et étalonnage des appareils de contrôle.

❖ **MISSION N° 9**

- Etablir un plan de contrôle et de mesurage.

❖ **MISSION N° 10**

- Identifier, collecter et mettre en place des actions correctives et préventives.

❖ **MISSION N° 11**

- Définir et structurer une réunion de sensibilisation.

❖ **MISSION N° 12**

- Choisir les outils nécessaires pour sensibiliser le personnel aux enjeux environnementaux globaux de la société.

❖ **MISSION N° 13**

- Choisir les outils de sensibilisation nécessaires pour sensibiliser le personnel à des problèmes environnementaux précis et trouver des solutions.

❖ **MISSION N° 14**

- Communication interne.

❖ **MISSION N° 15**

- Communication externe.

❖ **MISSION N° 16**

- Rédiger un rapport environnemental annuel.

- Etablir un bilan semestriel et annuel.

Conclusion

Général

Conclusion et recommandations

Après étude et analyse de ce projet, nous pouvons conclure que :

La sortie des blocs hors-gabarits dans les carrières à ciel-ouvert nécessite toujours des améliorations quel que soient les méthodes d'abattage utilisées, pour pouvoir agir positivement sur le prix de revient d'une tonne de minerai.

Mais l'objectif essentiel est d'essayer de diminuer le pourcentage des blocs hors-gabarit dans les conditions de la mine de l'Ouenza en tenant compte du diamètre du morceau conditionné et du diamètre des blocs élémentaires naturels du front étudié en prenant en considération la fissurité naturelle et sa distribution.

Nous avons proposé 3 méthodes de détermination de la consommation spécifique d'explosif, qui est un paramètre essentiel pour la détermination de tout le reste des paramètres des travaux d'abattage. En réalité, on se retrouve avec 3 plans de tir selon le diamètre des morceaux conditionnés et le diamètre des blocs naturels, cas lorsque $D_m \geq D_c$, quand $D_m = D_c$ et lorsque $D_m \leq D_c$. Pour orienter l'inclinaison des trous, on se base sur des études de fissuration qui ont montré l'existence de deux familles majeures de discontinuités suivantes les directions (N223 N60) et de pendage de (36° et 48°) Et une famille mineur (N133) et d'un pendage de 39° utilisant pour cela le logiciel stereonet ,après avoir utilisé le logiciel plaxis aussi nous avons découvrir que le coefficient de sécurité soit de 1,26 ce qui signifie que notre gradin est stable,ce qui nous a permis de réaliser un plan de tir rationnel.

Finalement, nous recommandons de faire une étude sur la blocométrie pour mieux connaître la nature du terrain, les dimensions des blocs naturels, la disposition des fissures, leur pendage, etc.

Références bibliographiques

Référence bibliographie

- 1-Ingenieur des mines (J. Tissot) :** étude de la mine de l'Ouenza (1875).
- 2-Prospecteur (F.R.Pascal) :** étude de prospection avec une concession minière en (1901).
- 3-DUBOURDIEU.G (1956) :** < étude géologique de la région de l'Ouenza >, (Confins Alger-Tunisiens).Bulletin N°10 ; Service de la carte géologique de l'Algérie.
- 4-Documentation du bureau d'étude :** de la mine de l'Ouenza (2019)
- 5-Mr.Fouad :** Rapport géologique actualise de la mine de l'Ouenza (chef service d'abattage)
- 6-Dr.LARBI GADRI :** (Documentations Cours géotechniques master 1 exploitation)
- 7-N.CHIBKA :** « Exploitation des gisements métallifères, Université d'Annaba. Edition N°623, Office des publications universitaires, Hydra-Alger.pp.176-179.
- 8-RJEVESKY.V.V :** et autres (Les bases scientifiques des projets de carriers), édition NEDRA-Moscow, 1971, pp314-316.
- 9-Derbal Chemseddine :** Influence des procédés ET des paramètres des travaux de forage ET de Tir sur la formation des gradins stables. (Conditions de Djebel Safia). Mémoire d'ingénieur, encadré par : Zakhartchouk Boris. Université d'Annaba. 1987. 168 pages.
- 10-Vladimir Kovalenko et autres. Exploitation des carrières :** OPU. 1986. 303 pages ; Boris Boky, Exploitation des mines. Nedra. Moscou. 486 pages ;
- 11-V. Koutousov, V. Soukhanov :** Destruction des roches minières à l'explosif. Nedra. Moscou. 1983. 345 pages ;
- 12-E. Efremov :** Abattage des roches à l'explosif. Nedra. Moscou. 1983. 284 pages.
- 13-Derbal Chemseddine :** Elaboration d'une méthodologie d'abattage à l'explosif dans les conditions des carrières de calcaire de cimenterie d'Algérie. Cas de Hadjar-Soud, Thèse de Magister, encadré par: Hannachi El-Bahi. Université de Annaba. 1992. 126 pages.
- 14-Directive machine et composant de sécurité Norme EN 13849-1 et EN 13849-1 / EN 13849-2**
- 15-ESCIS cahier 4** « Introduction à l'analyse de risques », 1996, Suva Lucerne
- 16-Brochure de l'AISS** « Calculez-vous même vos risques accident ! »
- 17-Jean Parrat :** « Méthode d'analyse de risques en santé au travail pour l'industrie Horlogère », Institut universitaire romand de santé au travail, Lausanne, 1996
- 18-Norme européenne EN 1050,** « Sécurité des machines – Principes pour l'appréciation des risques », 1997
- 19-Direction de sécurité 'mine de l'Ouenza'**

Annexe

Annexe

ANNEXE. I. Les formules utilisés dans la mémoire

Chapitre 2 : calcule des rendements

▪ **Le rendement postier de la sondeuse :**

$$R_{ps} = 60 \cdot V_{mf} \cdot T_p \cdot K_u \quad , \quad \text{m/poste}$$

AN :

$$V_{mf} = 30/60 = 0.5 \text{ m/min} \quad , \quad (\text{Relevé sur terrain}).$$

$$R_{ps} = 60 \times 0.5 \times 8 \times 0.75 = 180 \text{ m/poste}$$

▪ **Le rendement dechargement parposte :**

$$R_{chrg/p} = 3600 \cdot E_g \cdot K_r \cdot K_u \cdot T_p / T_c \cdot K_f$$

$$R_{chrg/p} = 2831 \text{ t/poste}$$

▪ **Le rendement journalier entonnage :**

$$R_j = R_p \cdot N_p \quad (\text{En t/j})$$

$$R_p = \text{rendement de la chargeuse par poste} = 2831 \text{ t/p}$$

$$N_p = \text{nombre de poste par jour} = 3$$

$$R_j = 2831 \cdot 3 = 8493 \text{ t/j}$$

▪ **Le rendement d'un camion :**

$$R_c = 3600 \cdot E_c \cdot T_p \cdot K_r \cdot K_u / T_c \quad ; \quad \text{t/poste}$$

$$E_c : \text{capacité utile du camion} = 50 \text{ t}$$

$$T_p = 8 \text{ h}$$

$$K_r = 0.7$$

$$K_u = 0.8$$

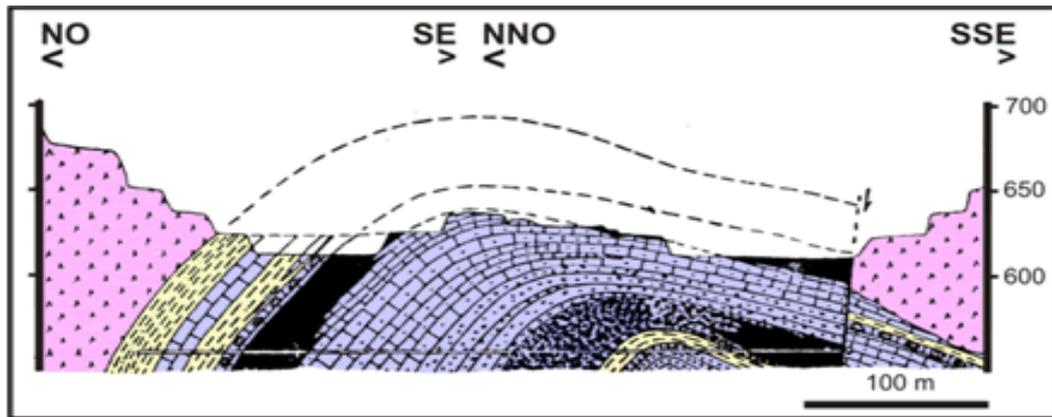
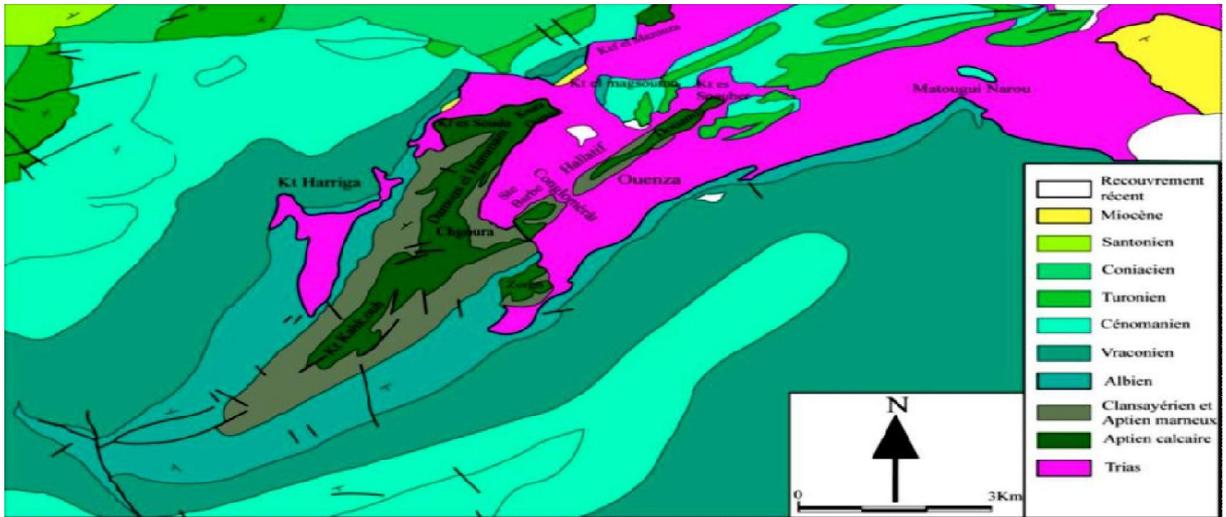
$$T_c = 1293 \text{ s}$$

$$R_c = 3600 \cdot 50 \cdot 8 \cdot 0.7 \cdot 0.80 / 1293 = 624 \text{ t/poste}$$

$$R_c = 624 \text{ t/poste}$$

Annexe

ANNEXE. II. Cartogéologique ET coupe dans la structure anticlinale de la région de l'Ouenza



-  Vraconien : marnes avec niveau calcaire conglomératique
-  Clansayésien-Albien : marnes et calcaires
-  Minerai hématitique
-  Marnes supérieures
-  Calcaires
-  Marnes de base
-  Trias : marnes bariolées à gypse

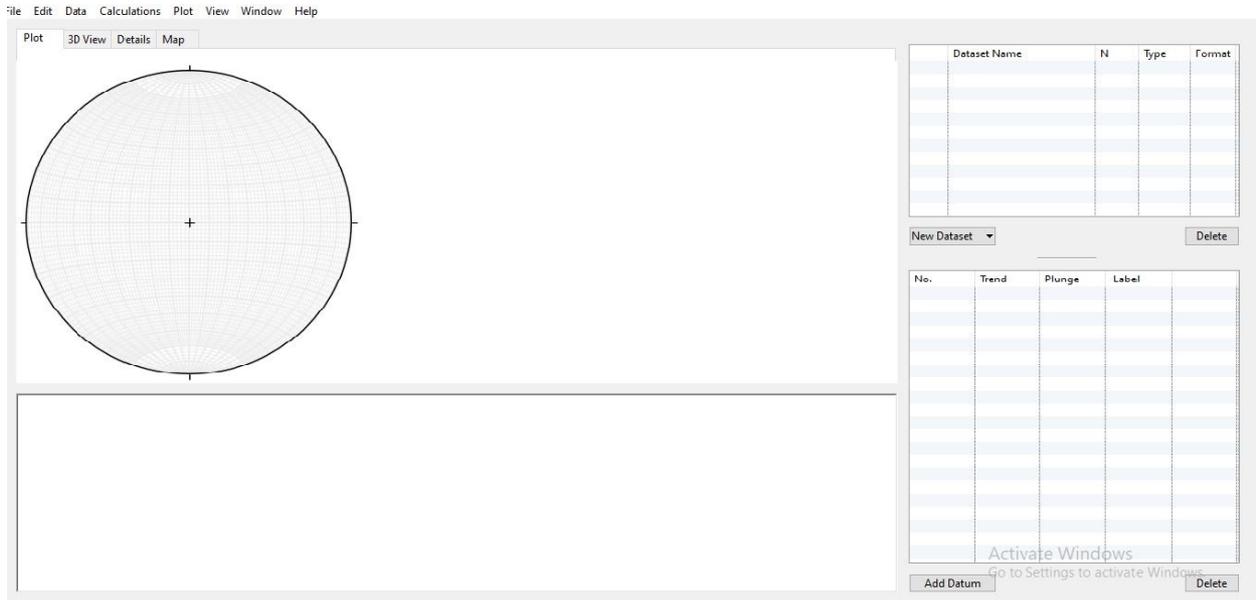
Gisement de Fer de Ouenza (NE Algérie) : coupe dans la structure anticlinale au niveau de l'exploitation à ciel ouvert

Annexe

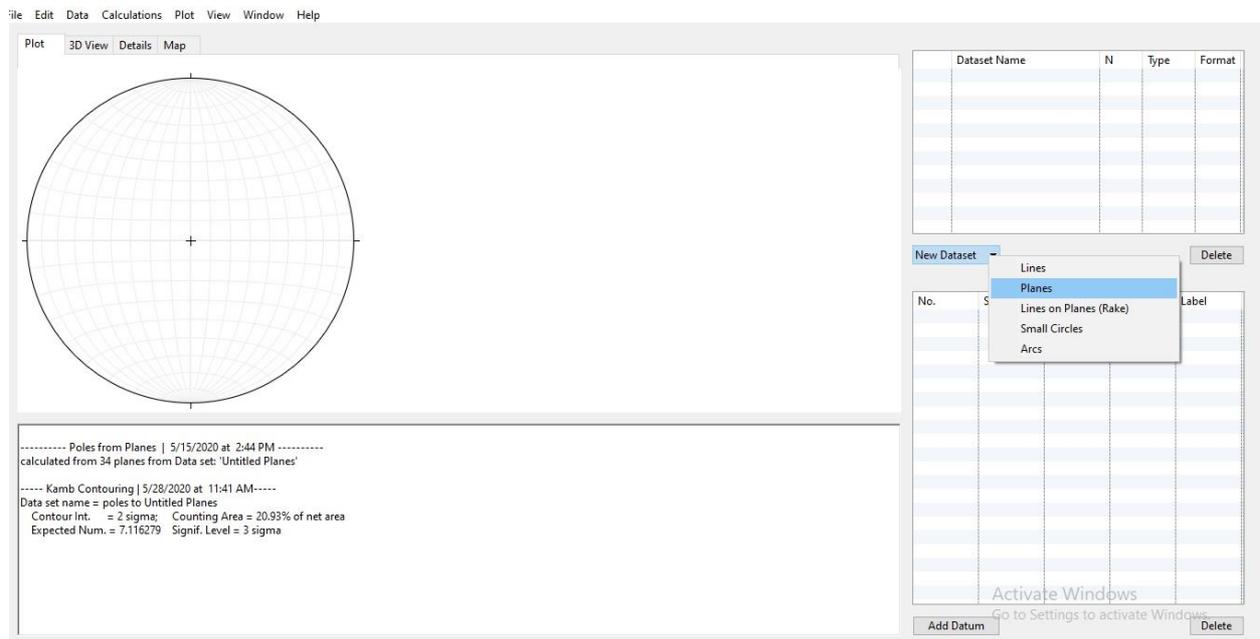
ANNEXE.III: modélisation avec " steronet ", " plaxis"

1- Steronet

- Nous devons d'abord ouvrir le programme, l'arrière-plan ressemble à ceci:

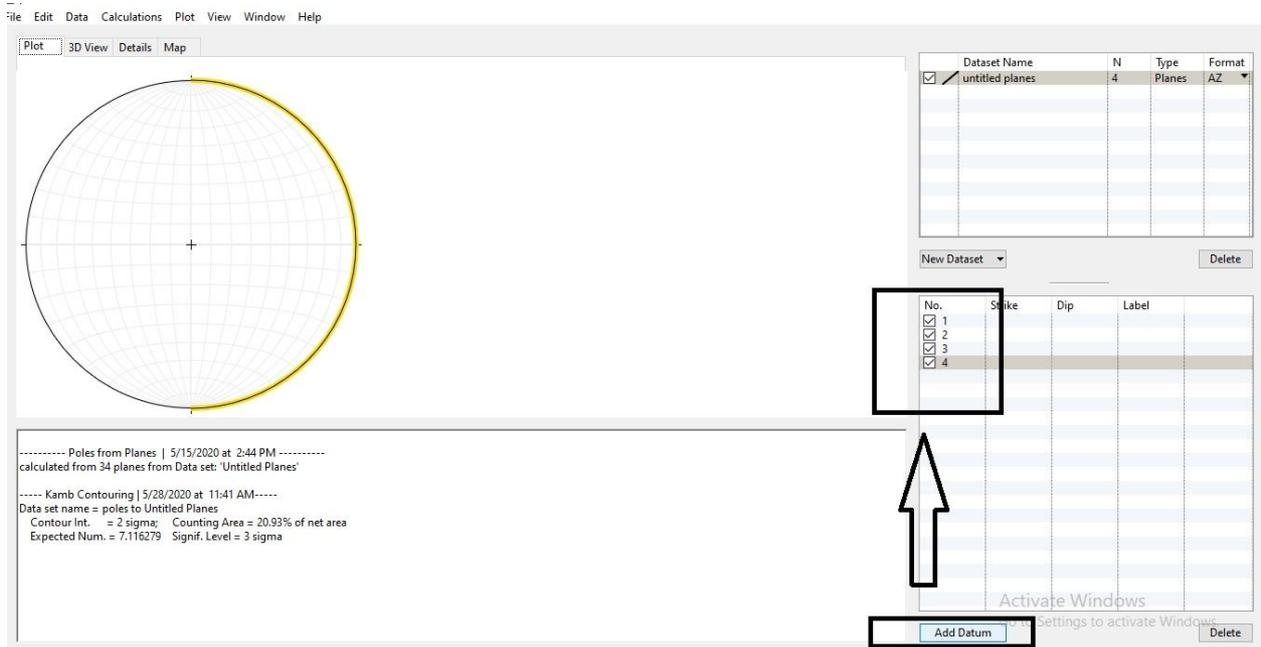


- Alors nous devons sélectionner des "lines"

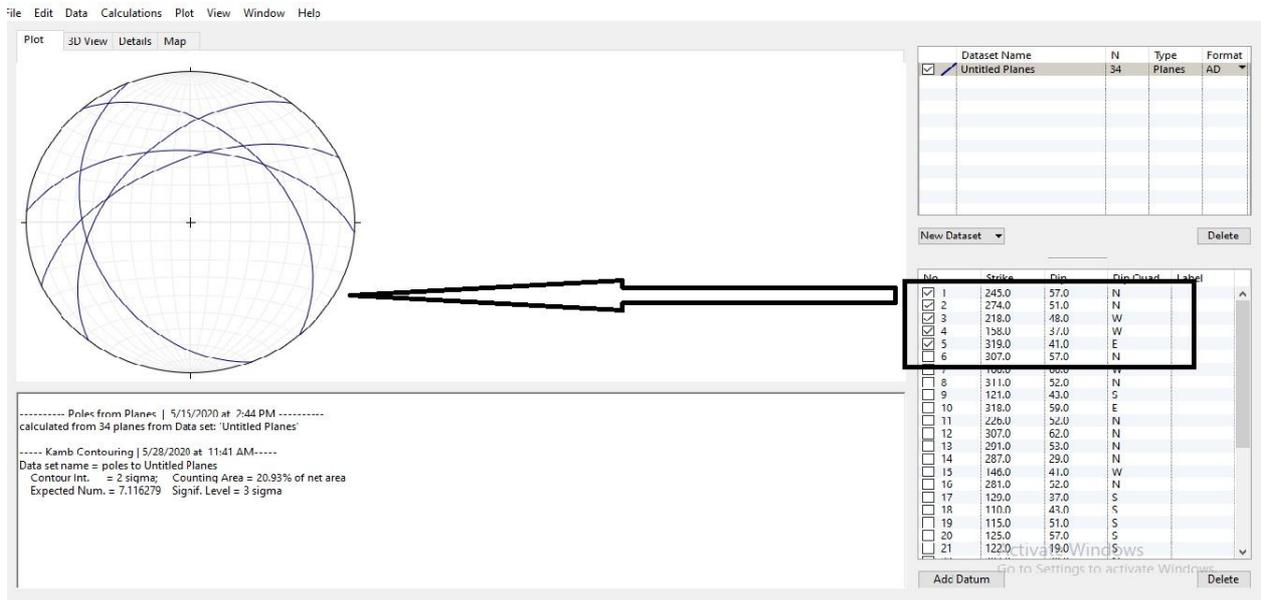


Annexe

- Lorsque nous appuierons sur (add Datum), une petite fenêtre apparaîtra avec une numérotation de 1 au nombre que nous voulons

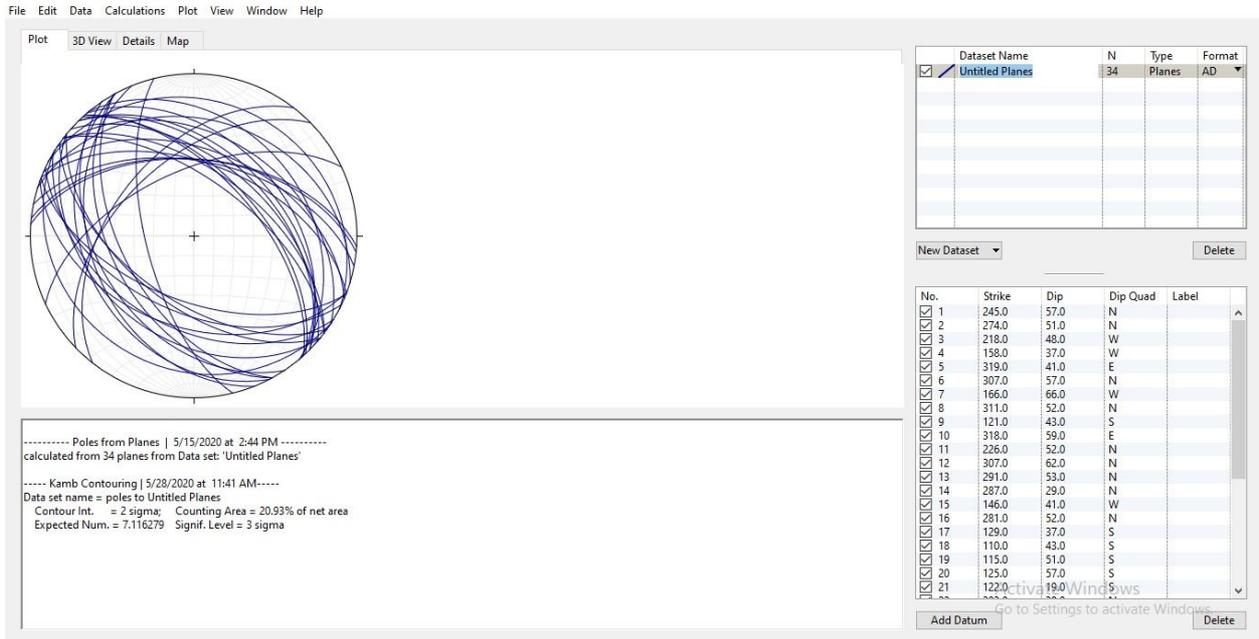


- Nous devons entrer nos données à chaque plan nous avons sa direction et son pendage, les plans commence à être vu

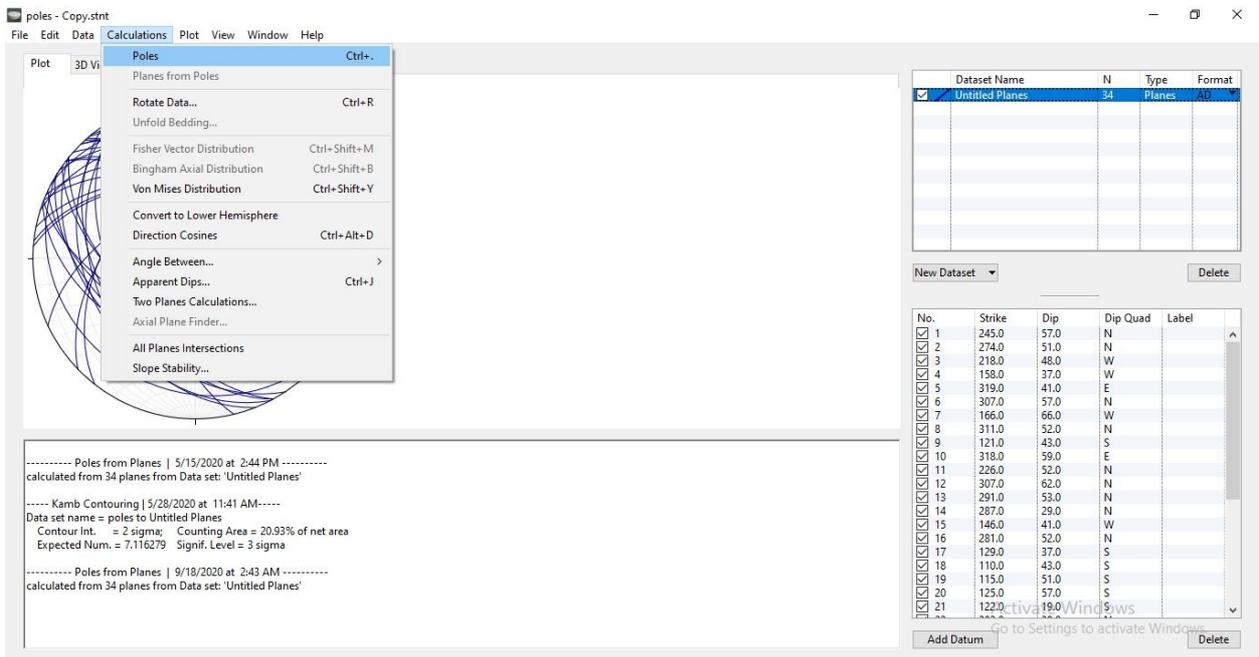


Annexe

- Après avoir entré toutes les données :

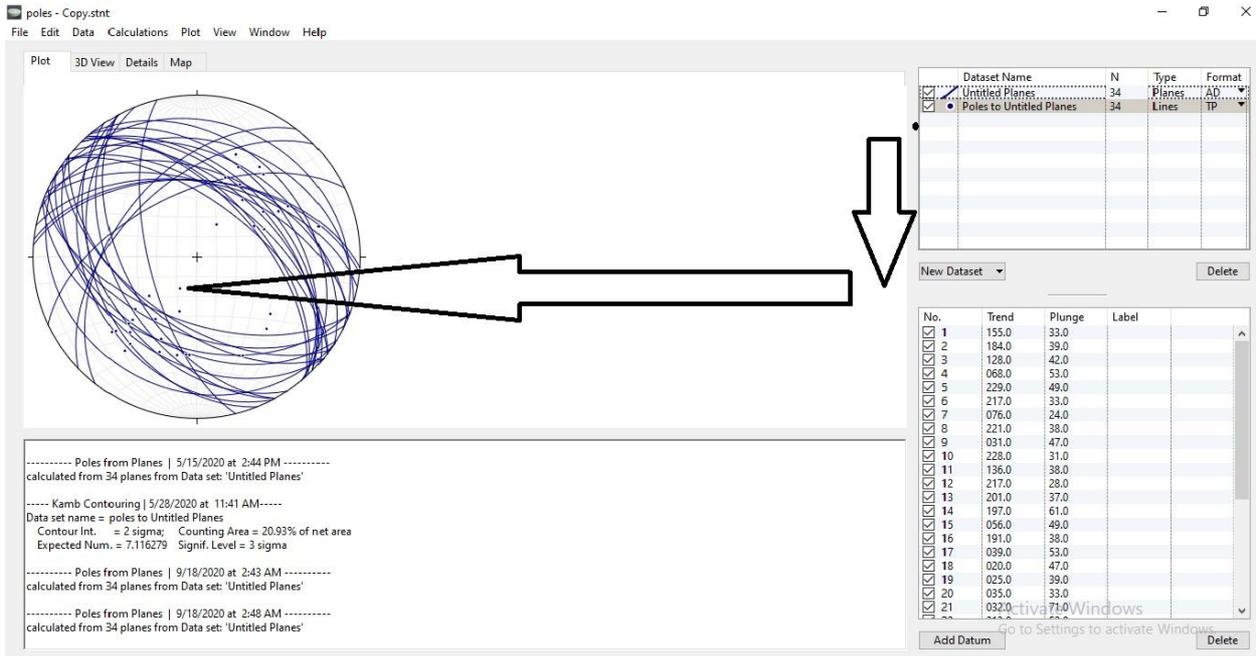


Après avoir entré toutes les données, nous devons calculer les pôles, comme suit :

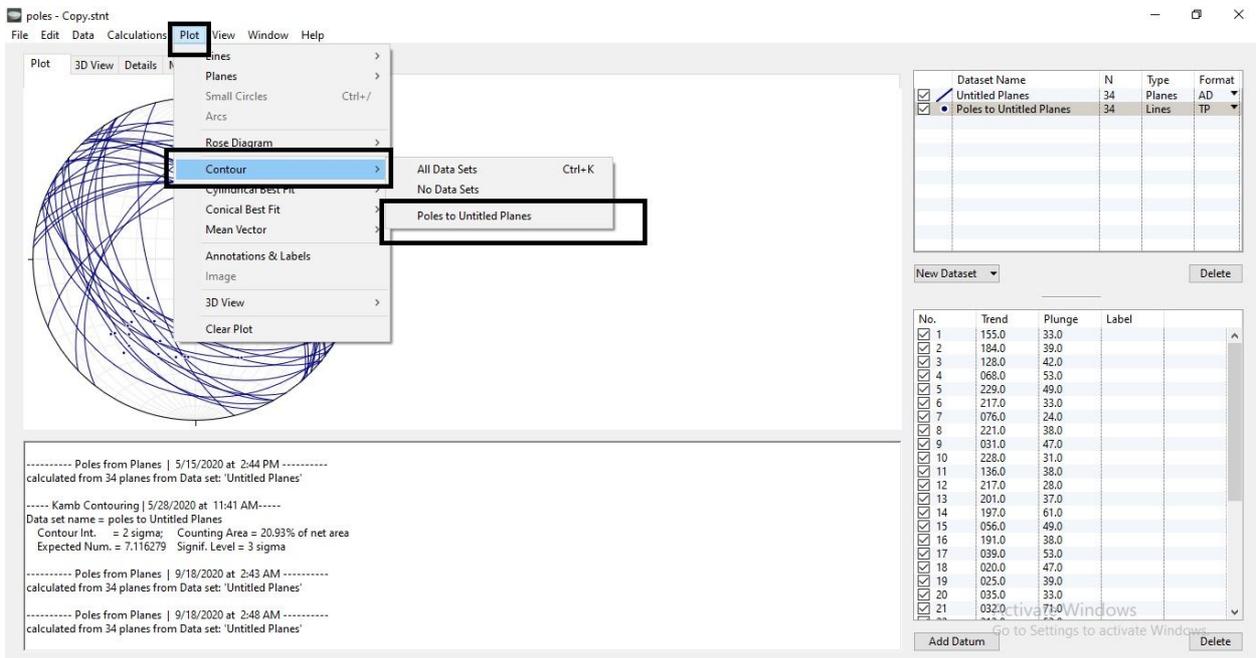


Annexe

Nous avons ce résultat :

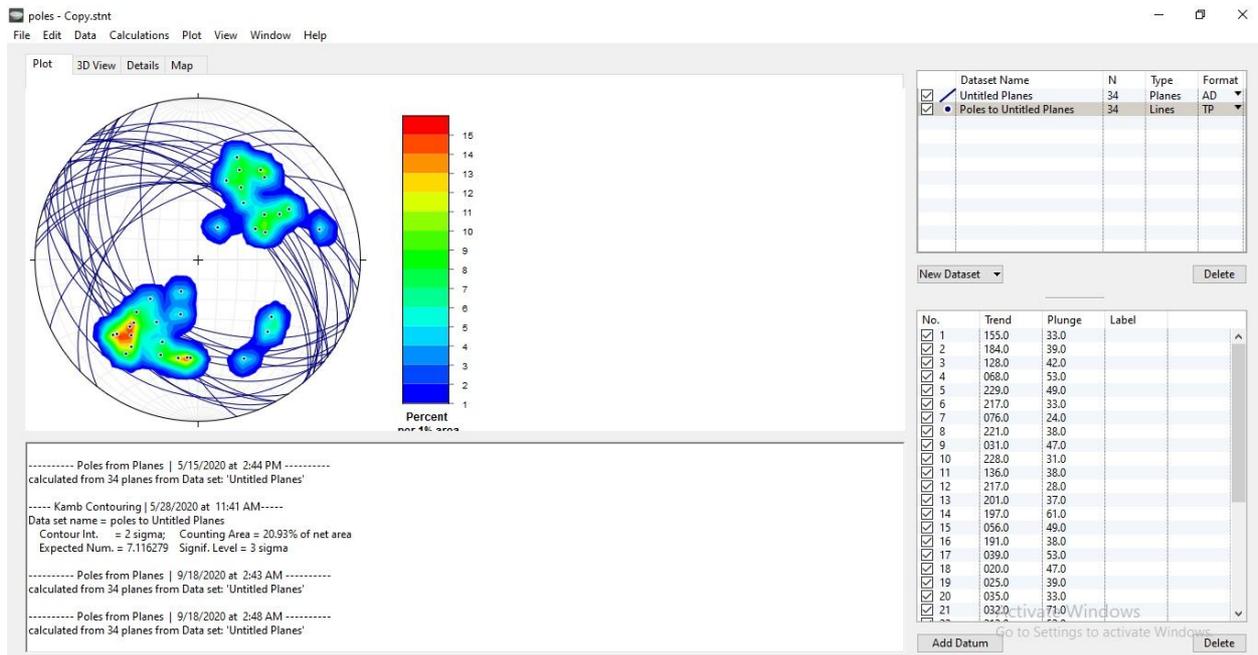


- Tous les pôles apparaissent, il faut maintenant voir la densité de chaque plan comme suit :

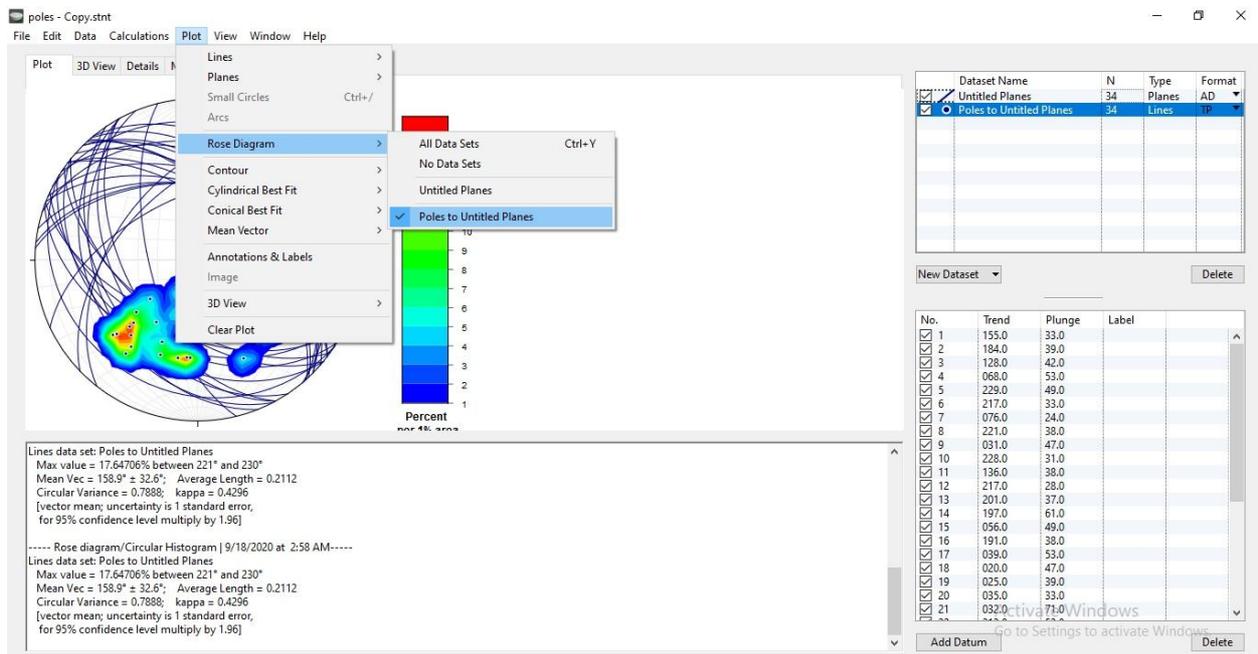


Annexe

- Après avoir appuyé sur le bouton peut voir la distribution de la densité des pôles

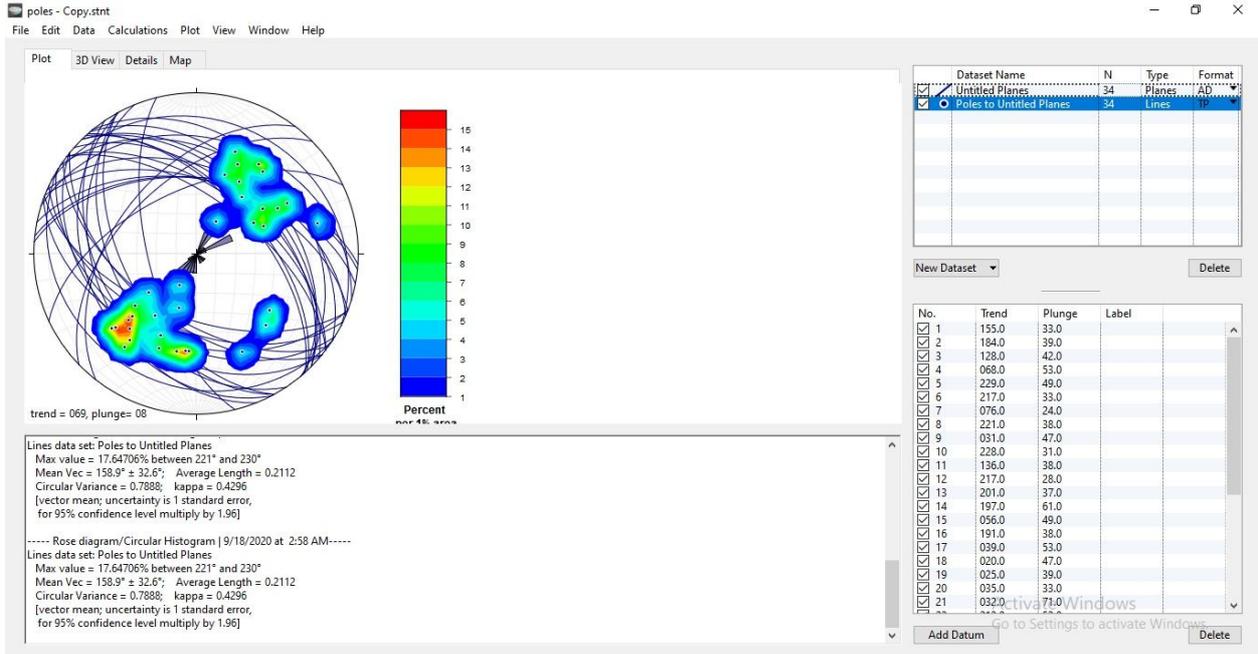


- Après tout ce travail qui est considéré comme terminé., nous devons ajouter le diagramme de rose comme suit :



Annexe

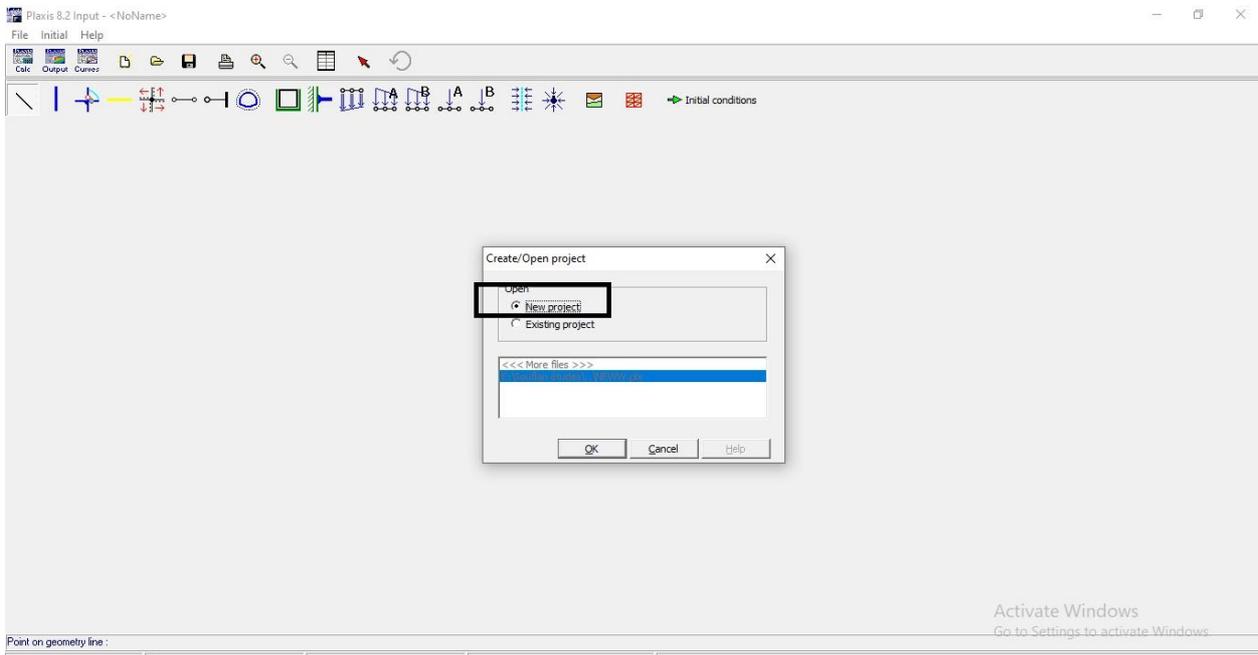
- Et le résultat est :



- Maintenant nous pouvons localiser notre famille de discontinué par rapport à la densité des plans et pôles utilisant la densité ou selon le diagramme en rose.

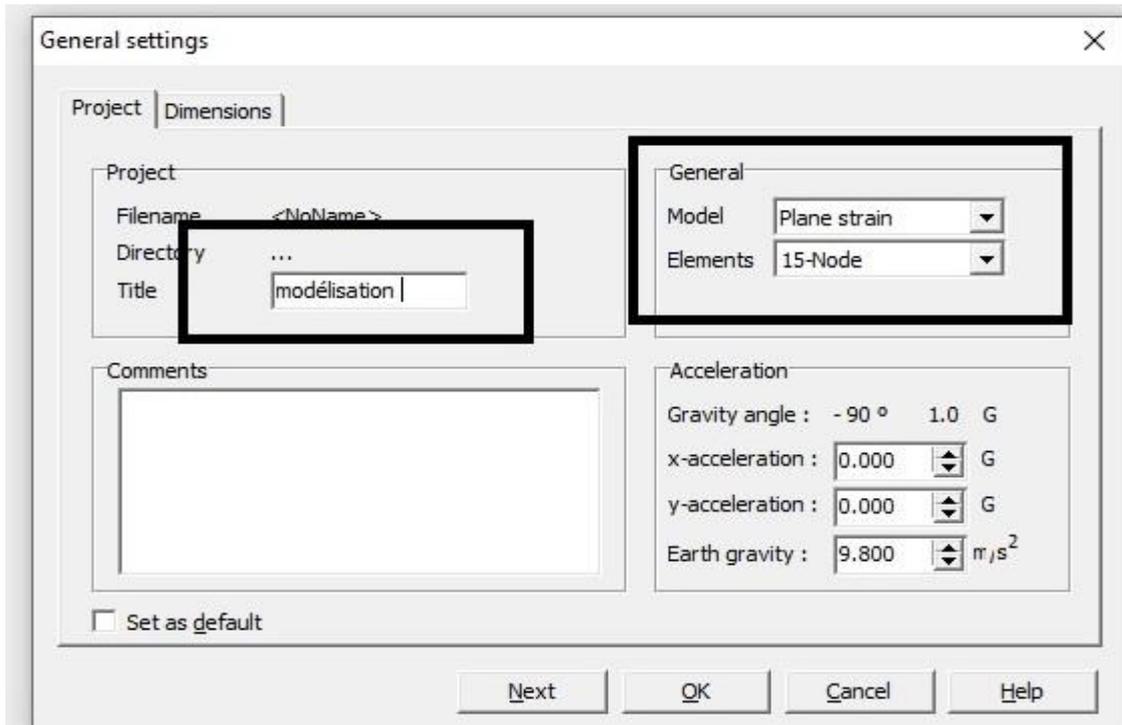
Plaxis

- La première étape est ouvrir le logiciel et sélectionner un nouveau projet

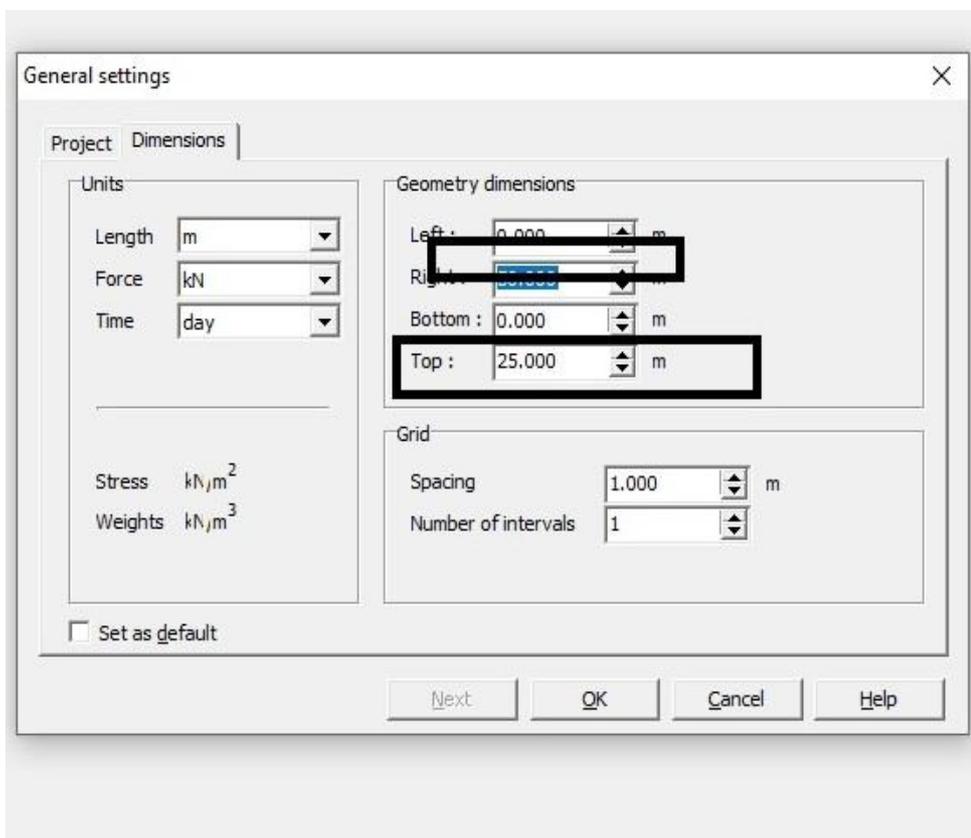


Annexe

- Après avoir ouvert un nouveau projet, nous devons sélectionner le modèle, la dimension

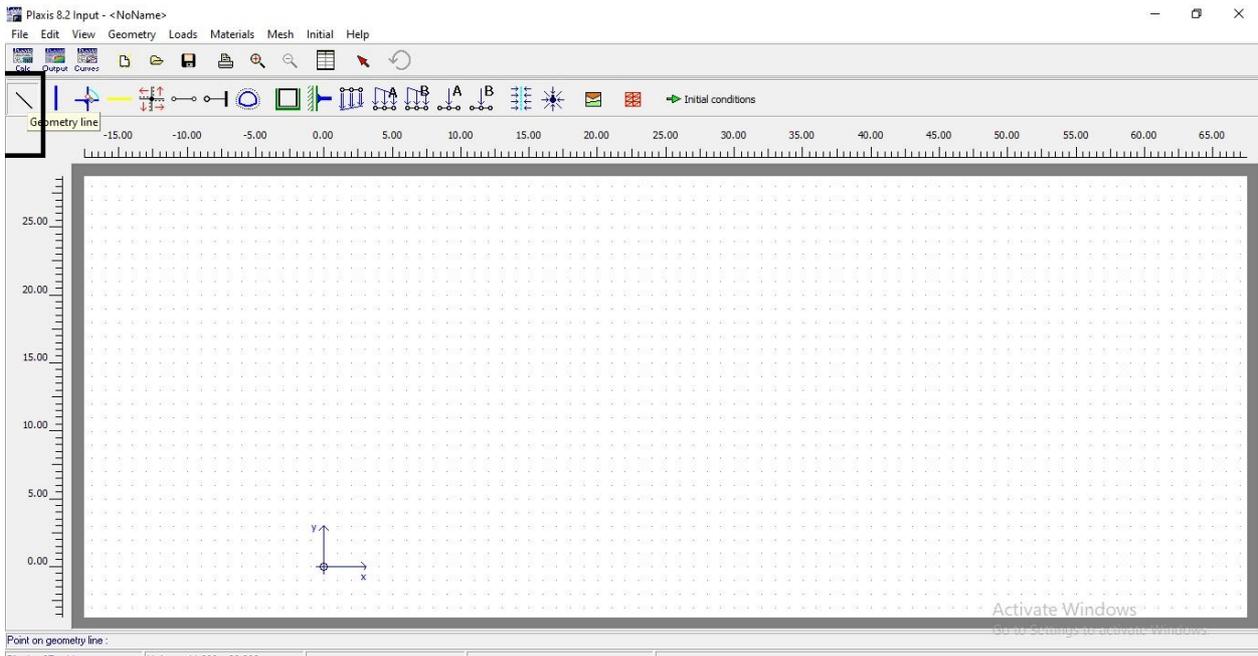


Et après

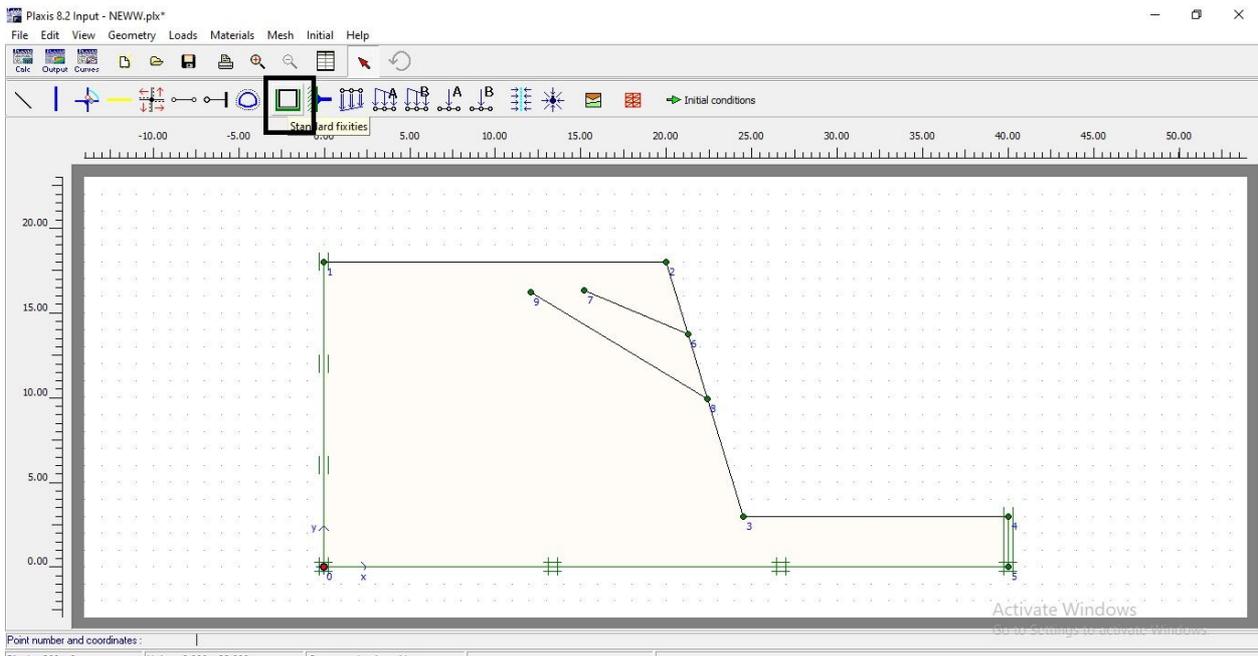


Annexe

- Nous choisissons la ligne géométrie et commençons à dessiner notre modèle de gradin

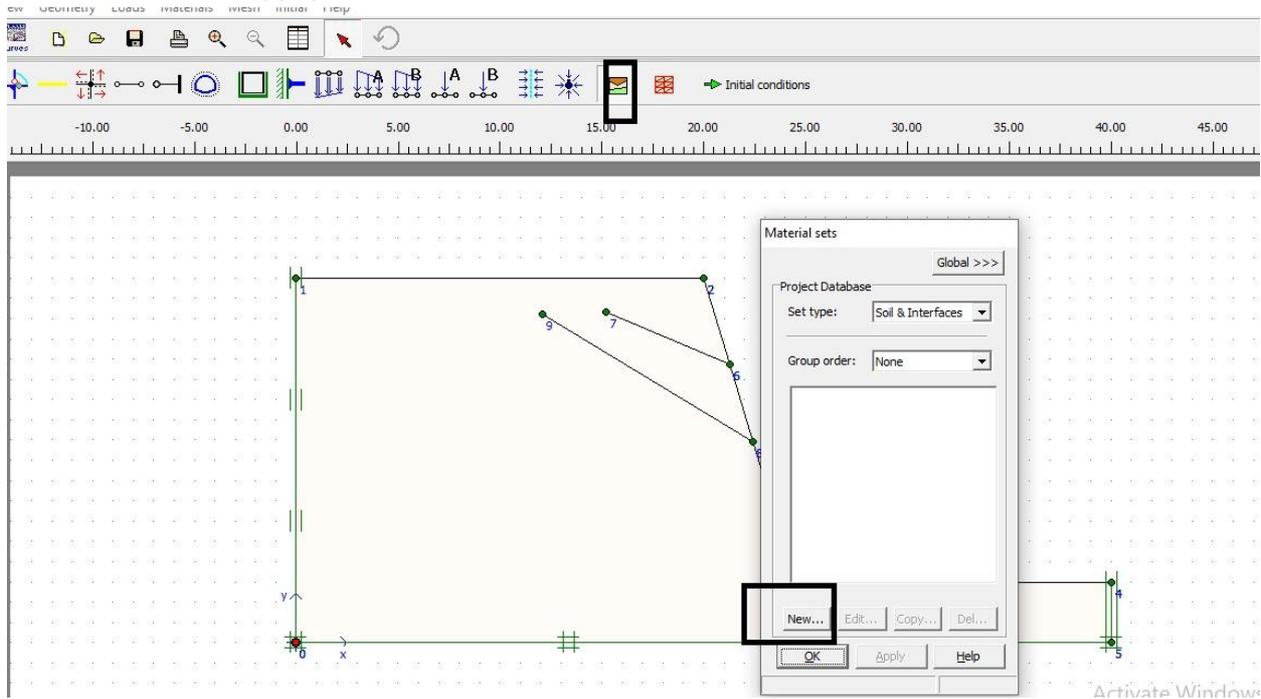


- Après avoir terminé de dessiner le module avec fissuration nous pressons ' standard fixities '

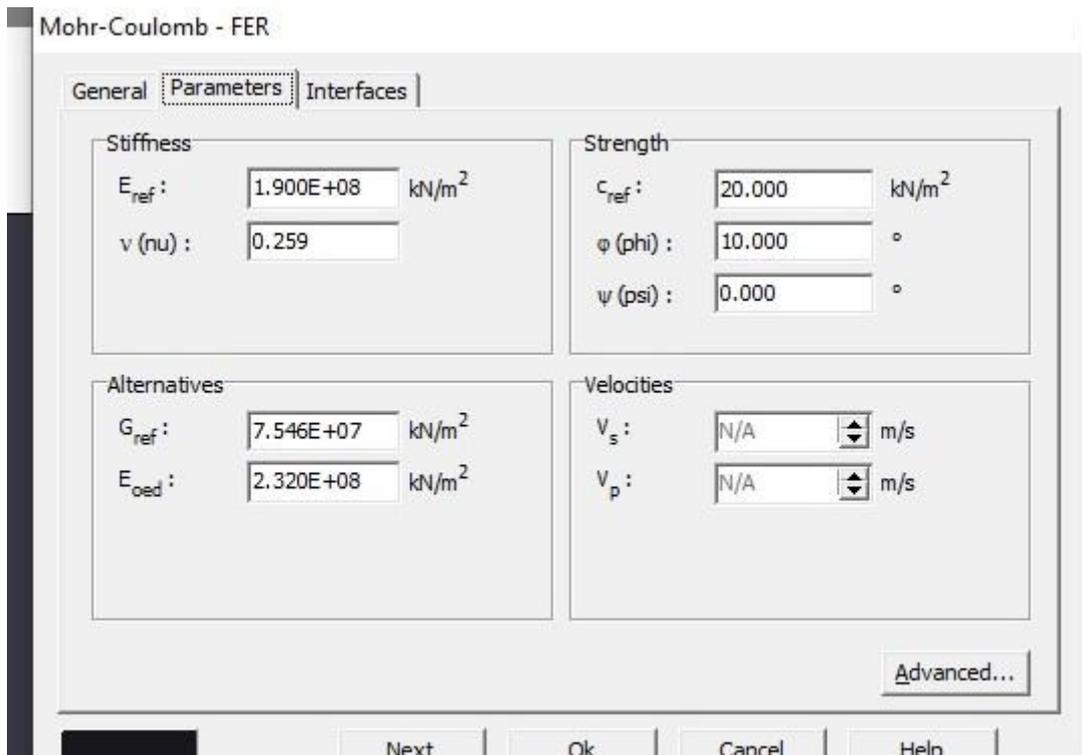


Annexe

Après avoir appuyé sur le bouton, tout le module est entouré, afin que nous puissions commencer notre travail dessus, nous appuyons sur ' material sets '

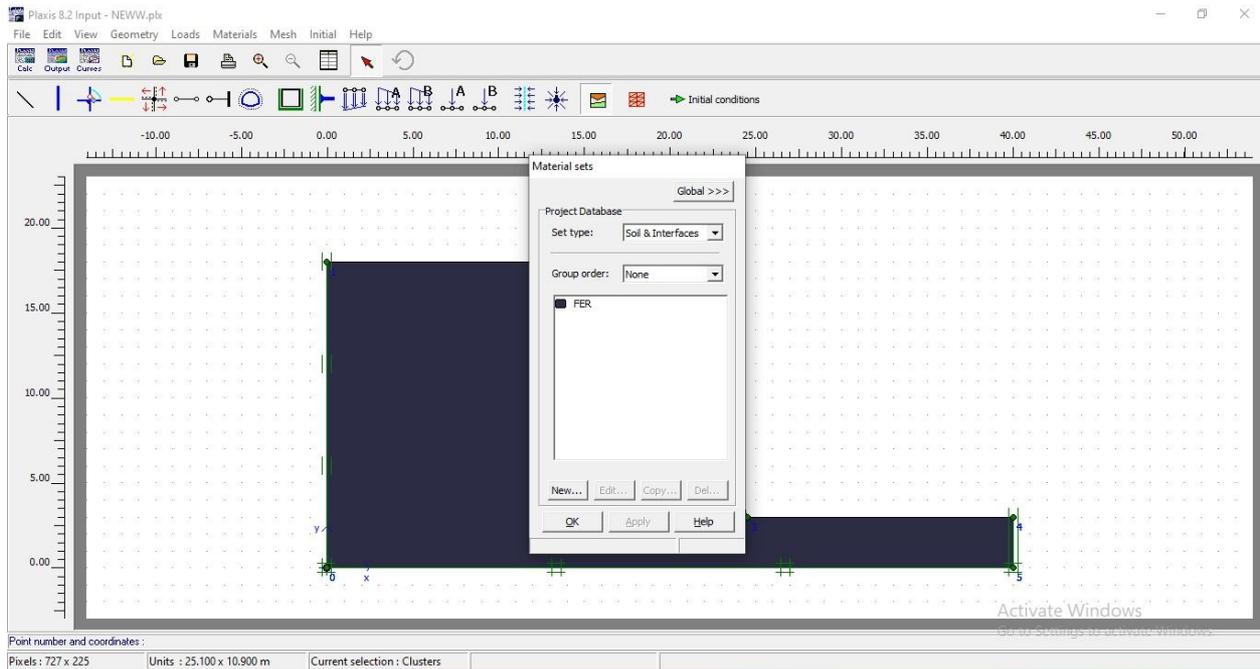


- Puis entrez toutes les propriétés de notre métal

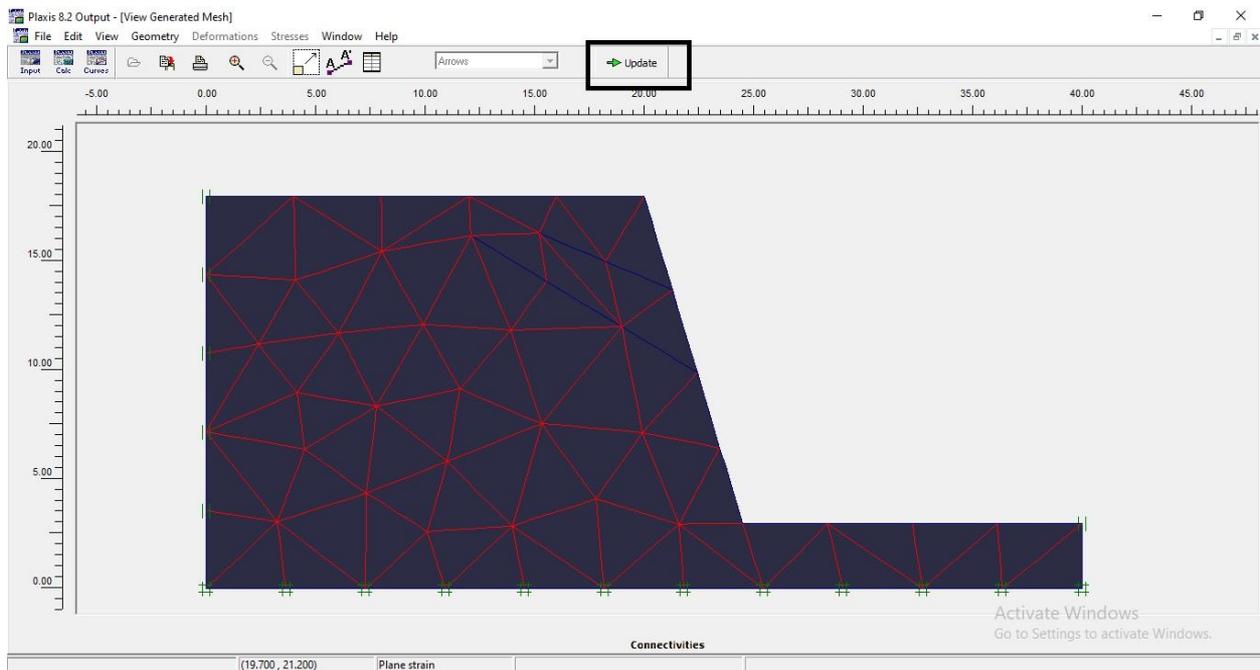


Annexe

- Après cela, nous appuyons sur OK après avoir sélectionné la couleur et l'ajoutons au module

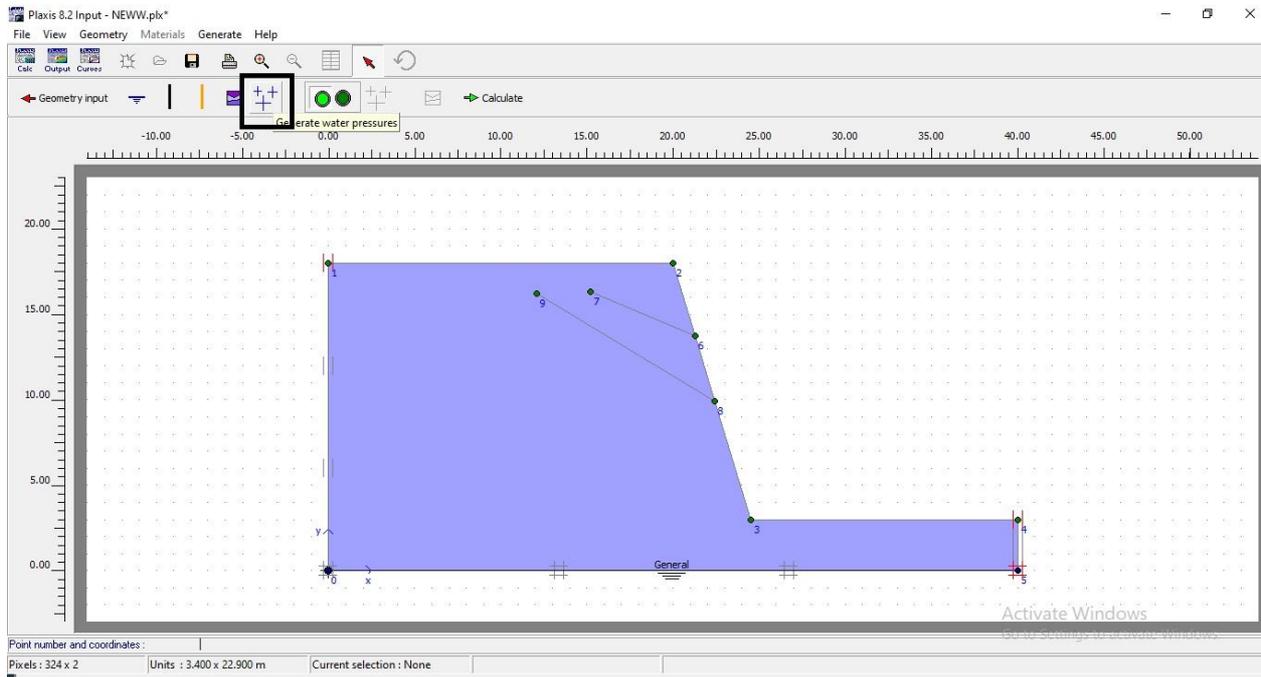


- Maintenant on pressur ' generate mesh ' puis appuyez sur ' update '

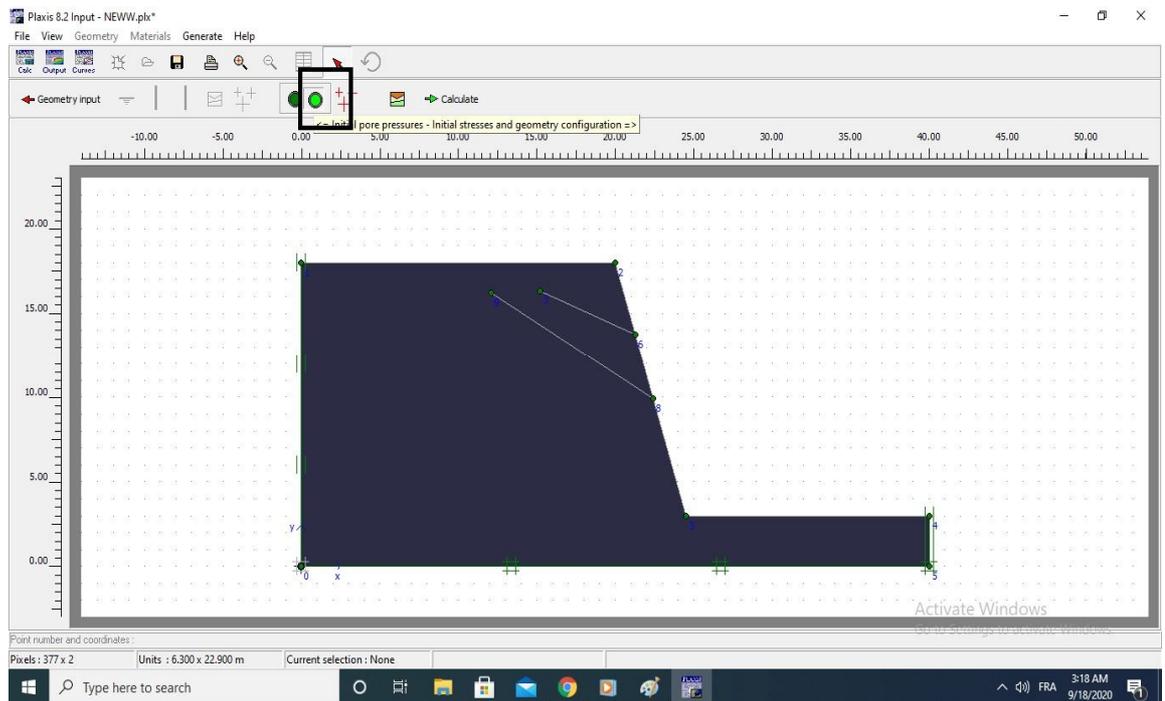


Annexe

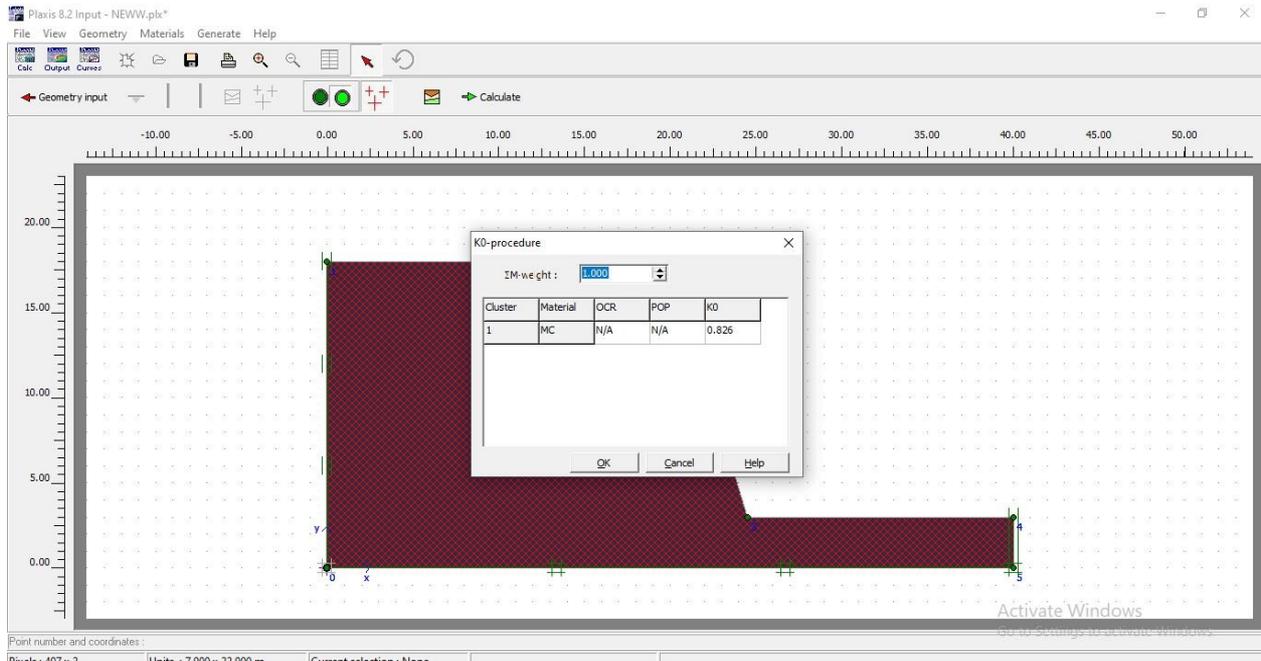
- Après cela, nous pressons sur les ' initial conditions ' pour ajouter la pression d'eau, l'ouverture de la pression, puis générez les contraintes initiales, puis appuyez sur ' calculate '



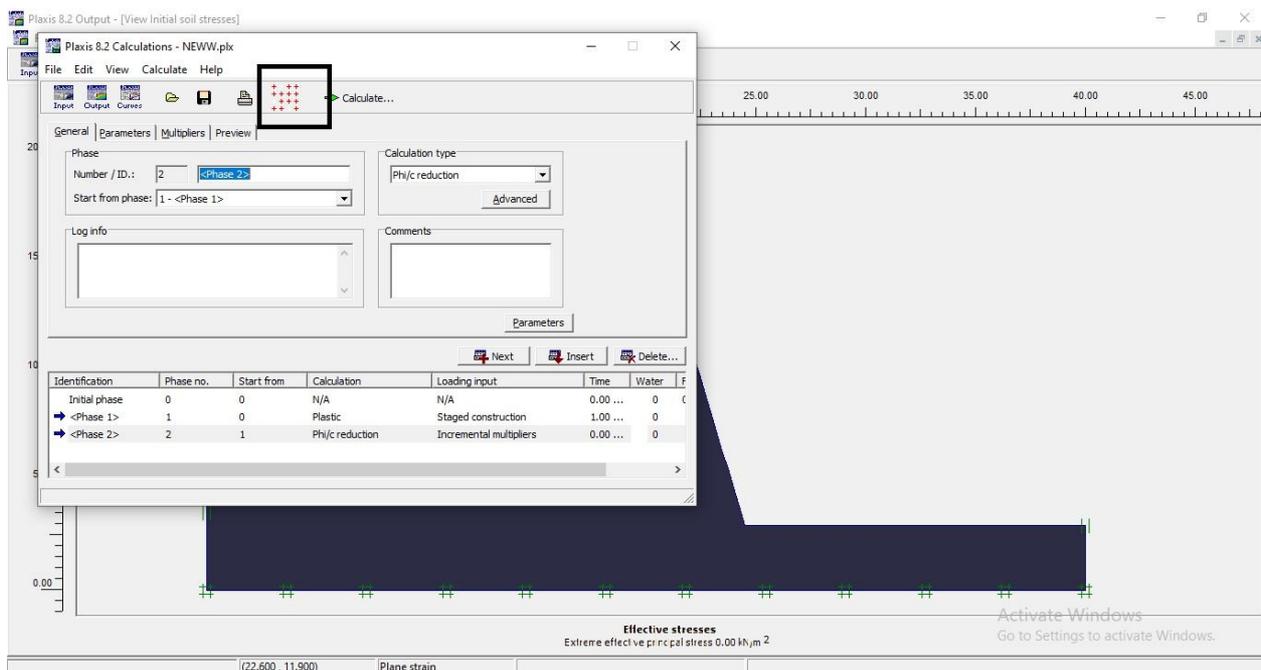
On pressur le Botton vert



Annexe

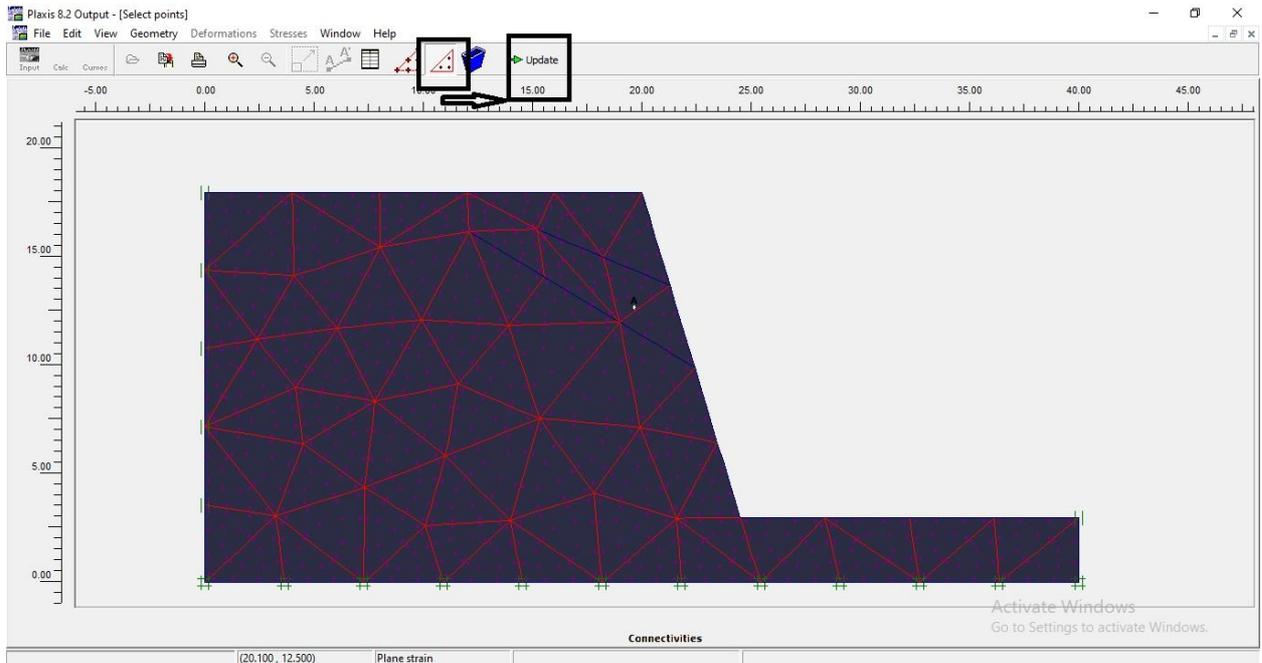


- Maintenant on peut calculer les déformations et le coefficient de sécurité en créant 2 phases, la création de points pour les courbes puis appuyez sur le 'output' pour avoir le module final



Après pressur ' calculate'

Annexe



On pressur ' calculate'

Plaxis 8.2 Calculations - NEWW.plx

File Edit View Calculate Help

Input Output Curves

Calculate...

General Parameters Multipliers Preview

Phase
Number / ID.: 2 <Phase 2>
Start from phase: 1 - <Phase 1>

Calculation type
Phi/c reduction
Advanced

Log info

Comments

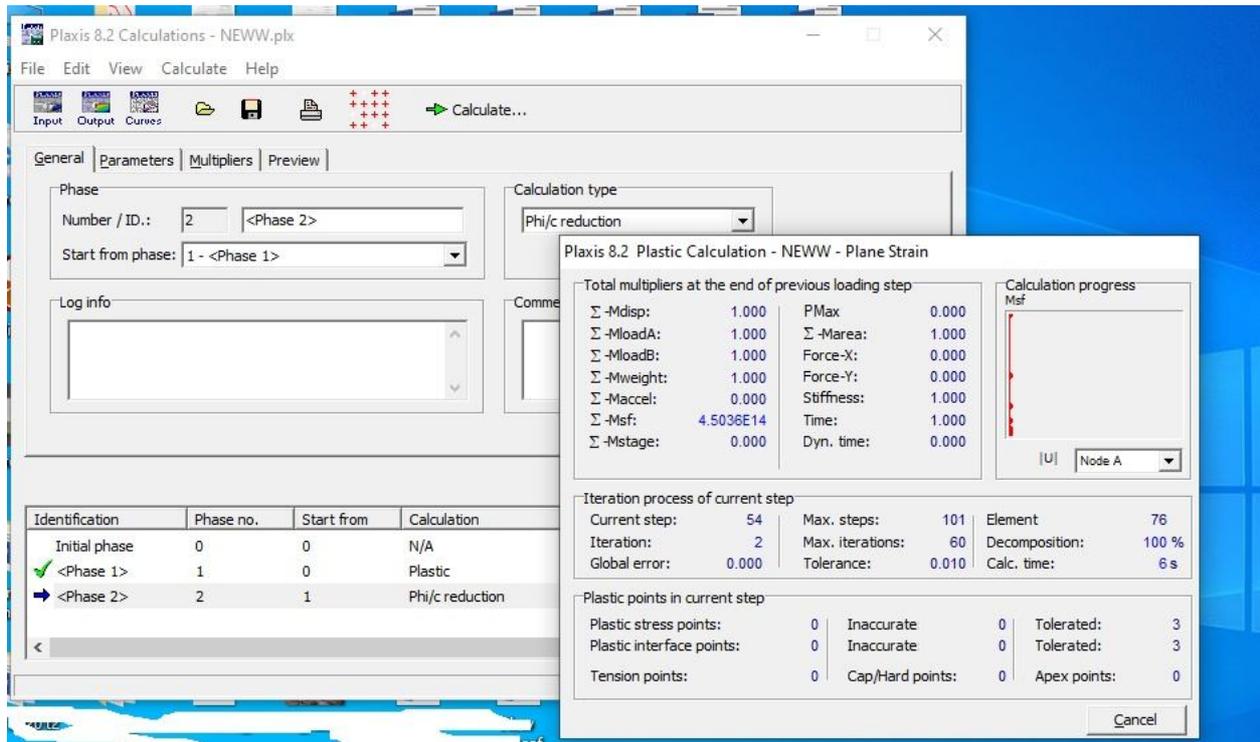
Parameters

Next Insert Delete...

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	F
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0.00 ...	0	C
➔ <Phase 1>	1	0	Plastic	Staged construction	1.00 ...	0	
➔ <Phase 2>	2	1	Phi/c reduction	Incremental multipliers	0.00 ...	0	

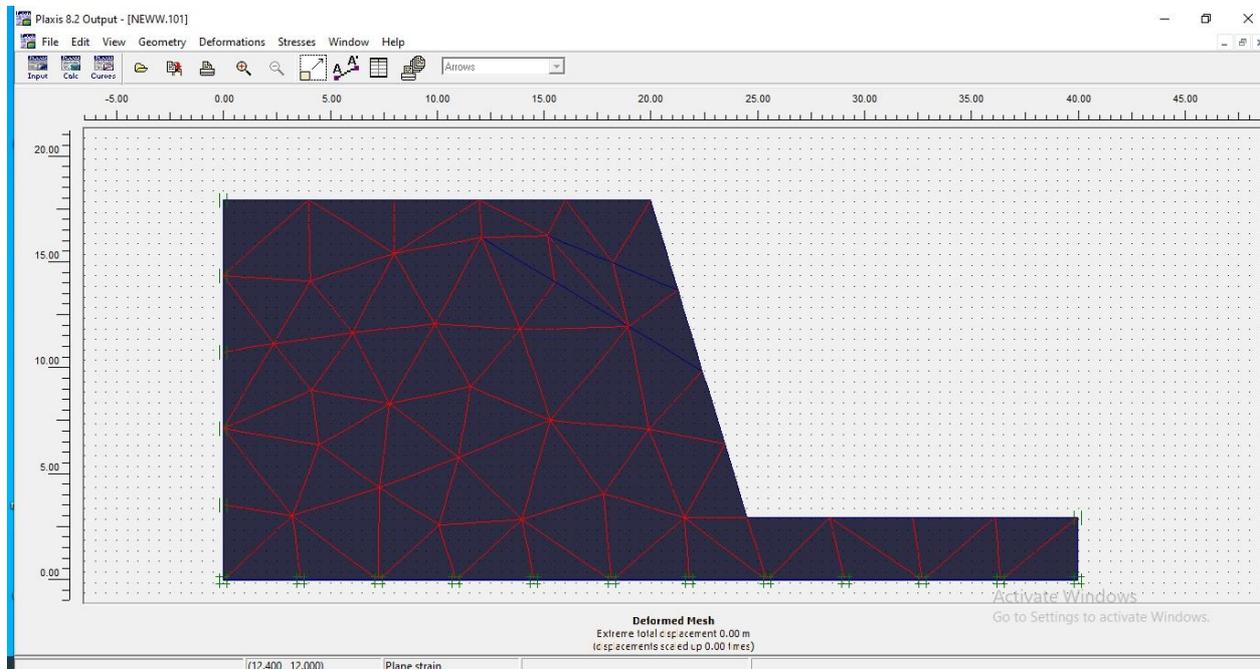
Annexe

Après avoir appuyé sur " calculate" cet écran apparaît



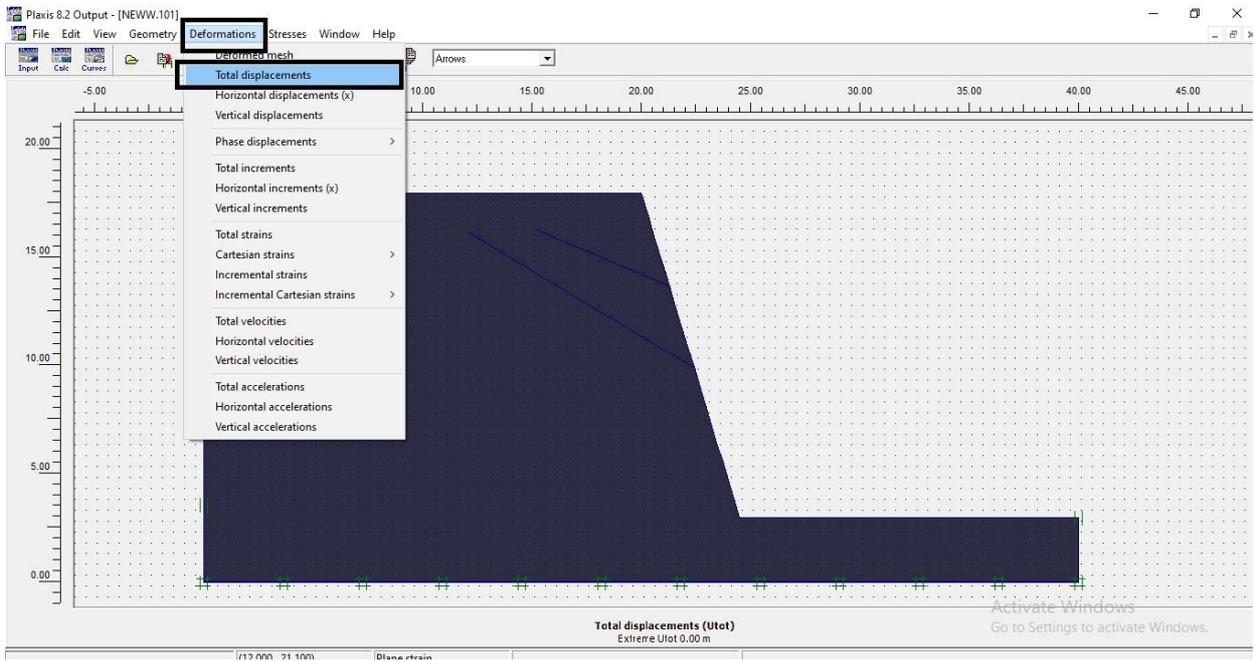
- Comme vous pouvez le voir, le calcul est lancé maintenant nous pouvons voir le maillage déformé, les déplacements totaux,

- le maillage déformé

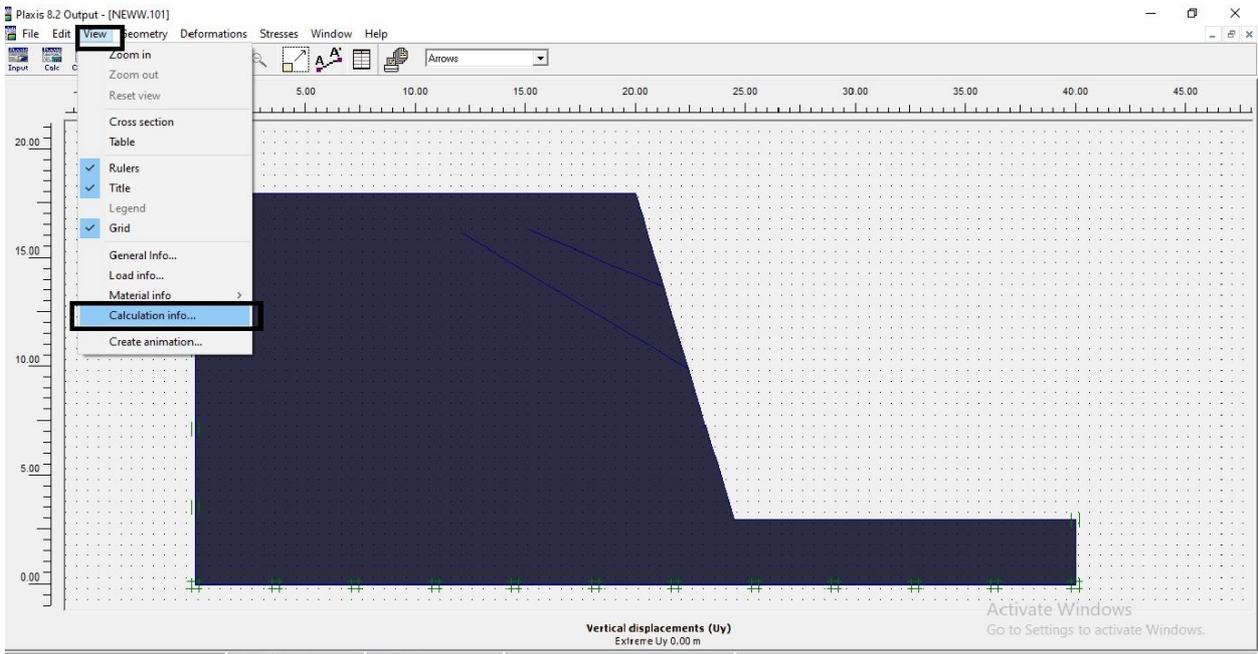


Annexe

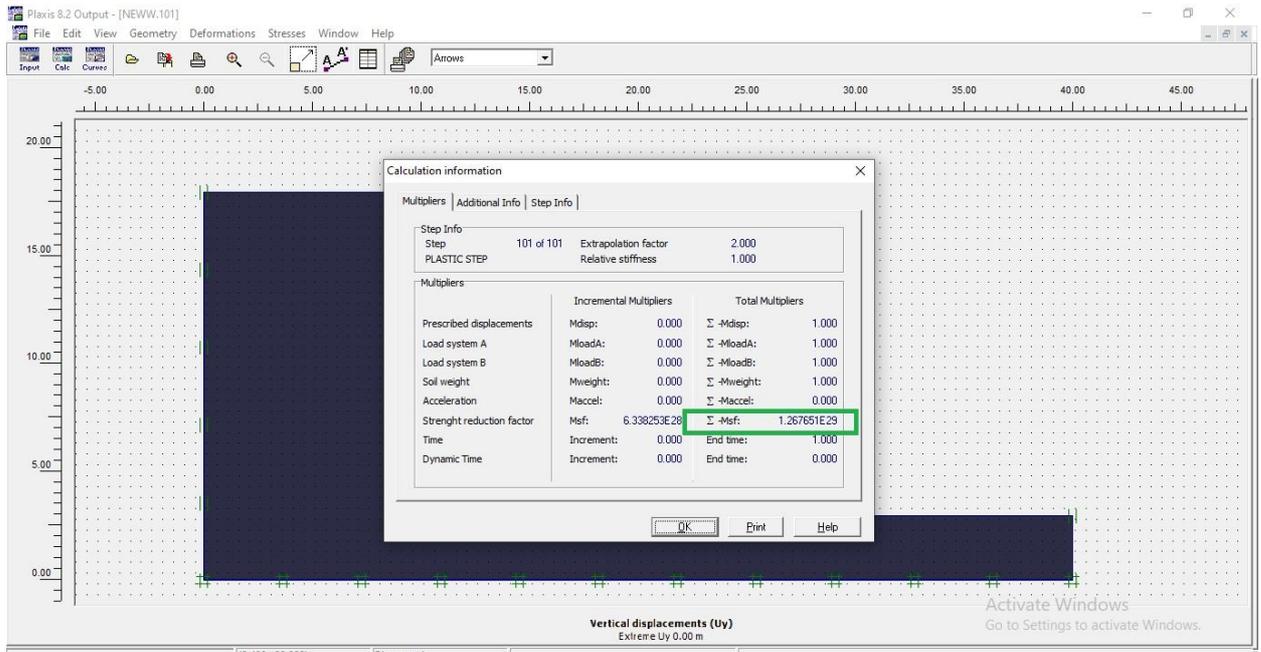
- Les déplacements totaux



- Après cela, nous calculons le coefficient de sécurité



Annexe



Le coefficient est de 1.267