



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 الشهيد الشيخ العربي التبسي - تبسة

Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa

معهد المناجم

Institut des Mines

قسم المناجم والجيوتكنولوجيا

Département Mines Et Géotechnologie



## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

*Filière : Génie minier*

*Option : Exploitation des mines*

### LES TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE MARBRE (CAS DE FILFILA - SKIKDA)

Présenté par

MENFOUKH Ikhlas et DERNOUNI Dhikra

Devant le jury

BOUTERFIF leila	Présidente	MAA	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa
SAADAOUI Salah	Encadreur	MCB	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa
MERAH Chafia	Examinatrice	MCA	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa

Année universitaire 2023/2024



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 الشهيد الشيخ العربي التبسي - تبسة

Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa

معهد المناجم

Institut des Mines

قسم المناجم والجيوتكنولوجيا

Département Mines Et Géotechnologie



## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie minier

Option : Exploitation des mines

Les techniques d'exploitation des gisements de marbre  
(cas de Filfila - Skikda)

MENFOUKH Ikhlas et DERNOUNI Dhikra

Devant le jury

BOUTERFIF leila	Présidente	MAA	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa
SAADAOUI Salah	Encadreur	MCB	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa
MERAH Chafia	Examinatrice	MCA	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa

Année universitaire 2023/2024



UNIVERSITÉ LARBI TEBESSI - TEBESSA

INSTITUT des Mines

تبسة في: 2020/07./04



## رفع التحفظات

اسم و لقب الأستاذ المناقش: ..M.rah...cha.F.a.....

عنوان المذكرة: ..Les techniques d'exploitation des gisements  
de marbre (cas de FILFILA - S.K.I.K.D.A).....

الطالبة:

1- Menfoukh...I.k.h.l.a.s.....

2- Dernouni.....D.h.i.k.r.a.....

التخصص: ..Exploitation des mines.. القسم: ..Mines..Et...Géotechnologie.....

موافق على وضع المذكرة في المكتبة بعد إجراء التصحيح المطلوب

موافق على وضع المذكرة في المكتبة و هي معفية من التصحيح

إمضاء الأستاذ المناقش





Année universitaire : 2023/2024

Tébessa le : 08/06/2024

## Lettre de soutenabilité

Noms et prénoms des étudiants :

MENFOUKH Ikhlas

DERNOUNI Dhikra

Niveau : **Master 2**

Option : **Exploitation des mines**

Thème : **Les techniques d'exploitation des gisements de marbre ( cas de  
Filfila - Skikda)**

Nom et prénom de l'encadreur : **Dr. SAADAOUI Salah**

Chapitres réalisés	Signature de l'encadreur
<b>Chapitre 0I</b> : Présentation Général.	<b>Dr: SAADAOUI</b> 
<b>Chapitre II</b> : Situation géologique et géographique de gisement et de la région.	
<b>Chapitre III</b> : processus d'exploitation du marbre.	
<b>Chapitre IV</b> : Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre.	

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي : جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي - تبسة

تصريح شرفي  
خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أدناه،

السيد (ة)..... منفوخ إختار .....الصفة : طالب، أستاذ باحث، باحث دائم : طالبة

الحامل لبطاقة التعريف الوطنية رقم : 209112378 و الصادرة بتاريخ 24.07.2023

المسجل بمعهد ..... المتاح ..... قسم ..... استاذ محاضر

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

Les techniques d'exploitation des gisements de  
Marbre (cas de filfil, KIKDA)

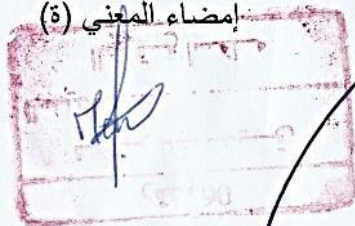
أصرح بشرفي أنني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و النزاهة الأكاديمية

المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ: 06.06.2024

06 جوان 2024

إمضاء المعني (ة)



مجلس المجلس الشعبي البلدي  
ويتفويض منه  
عون مكتب الإدارة الإقليمية  
بوقرة با سون



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي : جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي - تبسة

تصريح شرفي  
خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أدناه،

السيد (ة).....درتورتيا ذكري.....الصفة : طالب، أستاذ باحث، باحث دائم : المالبي

الحامل لبطاقة التعريف الوطنية رقم : 209594833 و الصادرة بتاريخ 20.09.2023

المسجل بـمعهد المتاجيم قسم استغلال حنجمي

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

Les techniques d'exploitation des gisements de Marbre  
cas de filfila SKIKDA

أصرح بشرفي أنني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية و المنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و النزاهة الأكاديمية

المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ: 06.06.2024

امضاء المعني (ة)

06 جوان 2024  
  
رئيس المجلس الشعبي البلدي  
ويتفويض منه  
عون مكتب للإدارة الإقليمية  
بوقرة باسويين



# Remerciement

**On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.**

**Tout d'abord ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr, Saadaoui Salah, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.**

**Nos remerciement à l'ingénieures Bouchra et Amina pour son aide pratique durant notre stage dans la carrière .**

**Nos remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles .**





# Dédicace

*Avec tous mes sentiments de respect · Avec l'expérience de ma reconnaissance ,  
je dédie la remise de diplôme et ma joie*

*A mon chère père Kamal celui qui m'a fait une femme , ma source de vie  
, d'amour et d'affection , à mon support qui était toujours à mes cotés pour me  
soutenir et m'encourage , à mon prince papa·*

*A la merveilleuse mère Rebouh Sassia , mon paradis , à la prune de mes yeux  
, à la source de ma joie et mon bonheur , ma lune et le fil d'espoir qui allumer  
mon chemin , ma moitié maman·*

*A mes grands mères qui toujours m'a soutenu Zoulikha et Fatma  
A mon seul frère Ismail, mon confident et mon modèle Ta présence dans · ma vie  
est un cadeau précieux qui je chéris chaque jours ·*

*A mes chères sœurs et ses maris ses enfants 'Manal et Roufaida 'Nabil et  
kamel' qui sont les témoins des étapes de ma vie , dans ma joie et ma tristesse ,  
n'oublie pas mon bras droit ma sœur qui tous les temps avec moi 'Hizia'·*

*A mes oncles et mes tantes à tous ma famille 'Menfoukh et Rebouh'*

*A mon maître de Quran 'Keltoum'*

*A Celui qui est mon modèle dans ma carrière scientifique et académique est le  
mari de ma tante· Laiche Menfoukh*

*A mon seul ami Moncef , Ta présence dans mon cœur un trésor précieux · merci  
pour amitié·*

*A mon binôme qui m'encourage toujours 'Dhikra ' Je t'aime ·*

*A mon chère amie Amani ton soutien sans faille et ton esprit libre ont toujours  
éclairer mon chemin , merci pour tous les moments positives · et en plus mes  
camarades qui je l'aime beaucoup 'Aya et Hana' · je vous souhaite une vie pleine  
de santé et bonheur·*

*A mes collègues de promotion de master O2 exploitation minière·*

*Menfoukh Ikhlas*



# الإهداء

من قال أنا لها نالها

وأنا لها وان أبت رغما عنها أتيت بها

الحمد لله حباً وشكراً وامتنان على البدء والختام

(وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

الى من كلل العرق جبينه وعلمني أن النجاح لا يأتي الا بالصبر والإصرار، الى النور الذي أثار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره بقلبي أبدا

(والدي العزيز)

إلى الإنسانية العظيمة التي طالما تمننت أن تقر عينها. إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها

برؤيتي في يوم كهذا

(والدتي الحبيبة)

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع ارتوي منها إلى خير أيامي وصفوتها

إخوتي (آية ' نور الإيمان ' سيف الدين)

إلى بركة حياتي جدتاي العزيزتان (العطرى ' حدة)

إلى نصفي الثاني الذي لطالما كان داعما وسندا لي من البداية (محمد)

لرفيقة الدرب و صديقة السنين (إخلاص)

للأصدقاء الاوفياء و أصحاب الشدائد ( أميرة ' كنزة)

إلى من أفاضني بمشاعره و نصاحه المخلصة اليكم عائلتي (درنوني ' ميزاب)

أهديكم هذا الإنجاز و ثمرة نجاحي الذي لطالما تمنينته ها أنا اليوم أتممت أول ثمراته بفضل من الله عز وجل فالحمد لله

على ما وهبني و أن يعينني و يجعلني مباركة أينما كنت

درنوني ذكرى

# Résumé

## ملخص:

ولاية سكيكدة الجزائرية تمتاز بتنوع ثرواتها الطبيعية، منها منطقة فليفلة التي تشتهر بأجود أنواع الرخام. في دراستنا التقنية حول طرق استغلال الرخام بهذه المنطقة، قمنا بمقارنة بين طريقة تقليدية باستخدام آلة الخيط الألماسي وطريقة عصرية مزدوجة (آلة الخيط الألماسي + آلة القطع) من حيث الإنتاج السنوي، الزمن المستغرق، والمردود. أظهرت النتائج أن الطريقة العصرية تنتج 44478.72 م<sup>3</sup>/سنة من الرخام مقارنة بـ 35480 م<sup>3</sup>/سنة للطريقة التقليدية، وتستغرق وقتاً أقل بـ 40.74 ساعة. بناءً على هذه النتائج، اخترنا الطريقة العصرية كأفضل لاستخراج الرخام في وحدة فليفلة.

**الكلمات المفتاحية :** الرخام، آلة الخيط الألماسي، الطريقة العصرية، المزدوجة (آلة الخيط الألماسي + آلة القطع)، الإنتاج السنوي، المردود، الزمن الذي تستغرقه طريقة آلة الخيط الألماسي.

## Résumé :

La wilaya de Skikda en Algérie est connue pour la diversité de ses ressources naturelles, y compris la région de Filfila, célèbre pour son marbre de haute qualité. Dans notre étude technique sur les méthodes d'exploitation du marbre dans cette région, nous avons comparé la méthode traditionnelle utilisant le fil diamanté avec une méthode moderne double (fil diamanté + machine de découpe) en termes de production annuelle, de temps requis et de rendement. Les résultats ont montré que la méthode moderne produit 44 478,72 m<sup>3</sup>/an de marbre contre 35 480 m<sup>3</sup>/an pour la méthode traditionnelle, et prend 40,74 heures de moins. Sur la base de ces résultats, nous avons choisi la méthode moderne comme la meilleure pour l'extraction du marbre dans l'unité de Filfila.

**Mots-clés :** marbre, fil diamanté, méthode combiné (fil diamanté et haveuse), production annuelle, rendement, la durée de cycle.



**Abstract:**

The wilaya of Ski3239+kda in Algeria is known for the diversity of its natural resources, including the region of Filfila, which is famous for its high-quality marble. In our technical study on the marble extraction methods in this region, we compared the traditional method using a diamond wire with a modern dual method (diamond wire + cutting machine) in terms of annual production, required time, and yield. The results showed that the modern method produces 44,478.72 m<sup>3</sup>/year of marble compared to 35,480 m<sup>3</sup>/year for the traditional method and takes 40.74 hours less. Based on these results, we selected the modern method as the best for marble extraction in the Filfila unit.

**Keywords:** marble, diamond wire, combined method (diamond wire and shearer), annual production, yield, cycle duration.

# **Sommaire**

# Sommaire

Titre	Page
Introduction général	1
<b>Chapitre 0I : Présentation Général</b>	
1.1 Généralité sur les marbres	4
1.1.1 l'origine du mot marbre	4
1.1.2 Définition de marbre	4
1.1.3 l' utilisation du marbre	4
1.2 Le marbre algérien	5
1.2.1 l'histoire de marbre algérien	5
1.2.2 les gisements de marbre en Algérie	6
1.3 présentation de l'entreprise	7
1.3.1 les activités principales de l'entreprise	7
1.3.2 les produits finaux	7
1.4 Les variétés de marbre	8
1.5 impact environnemental de l'extraction du marbre	8
1.6 impact environnemental du traitement du marbre	9
1.7 impact environnemental pendant l'utilisation du marbre	9
Conclusion	10
<b>Chapitre ii : situation géologique et géographique de gisement et de la région</b>	
Introduction	12
II cadre géographique de la région de filfila	12
II -1 présentation de la région de filfila	12
II.2 aperçu géographique de la carrière	13
II.2.1 la végétation	13
II.2.2 le climat	13
II.2.3 cours d'eau et source	13
II.2.4 les infrastructures	14
II.2.5 la population et les activités économiques:	14
II -3 Historique des études géologiques	14



## Sommaire

<b>II.4</b>	<b>Situation géologique du gisement</b>	<b>15</b>
	<b>II.4.1</b> géologie régionale	<b>15</b>
	<b>II.4.2</b> Les ensembles sédimentaires	<b>15</b>
	<b>II.4.2.1</b> le domaine interne	<b>16</b>
	<b>II.4.2.1.1</b> le socle kabyle	<b>16</b>
	<b>II.4.2.1.2</b> la dorsale kabyle (chaîne calcaire)	<b>17</b>
	<b>II.4.2.2</b> le domaine des flyschs	<b>18</b>
	<b>II.4.2.3</b> le domaine externes	<b>18</b>
	<b>II.4.3</b> Les ensembles magmatiques	<b>18</b>
	<b>II.4.4</b> Tectonique régional	<b>19</b>
	<b>II.4.4.1</b> les ensembles sédimentaire	<b>20</b>
	<b>II.4.4.1.1</b> stratigraphie	<b>21</b>
	<b>II.4.4.2</b> les ensembles magmatiques	<b>23</b>
	<b>II.4.4.3</b> les ensembles métamorphiques	<b>23</b>
	<b>II.4.4.3.1</b> les skarns	<b>23</b>
	<b>II.4.4.3.2</b> les comeennes politiques	<b>23</b>
	<b>II.4.4.3.3</b> le marbre : (le gisement )	<b>23</b>
	<b>II.4.4.3.1</b> complexe inférieur (secteur nord-est)	<b>24</b>
	<b>II.4.4.3.3.2</b> complexe moyen (secteur centrale)	<b>25</b>
	<b>II.4.4.3.3 .3</b> complexe supérieur (secteur sud)	<b>25</b>
	<b>II.4.5</b> Structure du gisements	<b>26</b>
	<b>II.4.5.1</b> Les propriétés physiques et chimiques du marbre	<b>27</b>
	<b>II.4.5.2</b> Les tests chimiques	<b>28</b>
	<b>II.4.6</b> variétés de marbre	<b>28</b>
	<b>II.4.7</b> les réserves géologiques	<b>29</b>
	<b>II.4.7.1</b> l'actualisation des réserves	<b>29</b>
	<b>Conclusion</b>	<b>30</b>
<b>Chapitre iii: processus d'exploitation du marbre</b>		

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>32</b>
<b>III. Mode d'ouverture et l'accès au gisement de filfila:</b>	<b>32</b>
<b>III.1 les caractéristiques de piste</b>	<b>32</b>
<b>III.1.1 Les travaux de découvertures</b>	<b>33</b>
<b>III.2 La méthode d'exploitation</b>	<b>34</b>
<b>III. 2.1 Historique de l'exploitation de la carrière de Filfila</b>	<b>34</b>
<b>III. 2.2 Notions générales sur l'exploitation</b>	<b>34</b>
<b>III.2.3 Les principaux paramètres de l'exploitation</b>	<b>34</b>
<b>III.2.4 Les principaux indicis de l'exploitation</b>	<b>35</b>
<b>III. 3 L'état actuel du secteur d'exploitation de la carrière de FilFila</b>	<b>35</b>
<b>III.3.1 Organisation de L'exploitation à la carrière d'ENAMARBRE</b>	<b>37</b>
<b>III. 4 Les travaux d'extraction des blocs de marbre</b>	<b>37</b>
<b>III. 4 .1 Sciage au fil diamanté</b>	<b>38</b>
<b>III.4.1.1 Description de la machine a fil diamanté</b>	<b>38</b>
<b>III.4.1.2 les paramètres principaux de machine fil diamanté</b>	<b>39</b>
<b>III.4.1.3 Le fil diamanté (FD)</b>	<b>40</b>
<b>III.4.1.3.1 Définition</b>	<b>40</b>
<b>III.4.1.3.2 Le régime de travail au fil diamanté</b>	<b>40</b>
<b>III.4.2 Les machines de coupage</b>	<b>41</b>
<b>III.4.2.1 La foration des trous</b>	<b>41</b>
<b>III.4.3 Sciage par haveuse</b>	<b>41</b>
<b>III.4.3.1 Caractéristiques principales de la haveuse utilisée à la carrière de FilFila</b>	<b>42</b>
<b>III.4.3.2 Fonctionnement de la haveuse:</b>	<b>43</b>
<b>III.4.3.3 Facteurs déterminant le régime de travail de la haveuse</b>	<b>44</b>
<b>III .5 Processus de l'opération d'exploitation du marbre de Filfila</b>	<b>44</b>
<b>III.6 Culbutage des masses</b>	<b>44</b>
<b>III.6.1 Les étapes de culbutage des masses</b>	<b>45</b>
<b>III.7 Débitage des masses</b>	<b>46</b>
<b>III .8 Le chargement et le transport des bloc</b>	<b>47</b>
<b>III.8.1 Le chargements de bloc</b>	<b>47</b>
<b>III .8.2 Le Chargement des moellon</b>	<b>48</b>

## Sommaire

<b>III.8.3 Le transport</b>	<b>48</b>
<b>Conclusion</b>	<b>49</b>
<b>Chapitre vi: comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre</b>	
<b>VI Partie spécial</b>	<b>51</b>
<b>VI. 1 Sciage par fil diamanté</b>	<b>51</b>
<b>VI .1 .1 Forage des trous</b>	<b>52</b>
<b>VI .1 .1.1 Forage de trou horizontal de diamètre 60 (mm)</b>	<b>52</b>
<b>VI .1 .1.2 Forage des trous verticaux de diamètre 90 (mm)</b>	<b>52</b>
<b>VI .1.2 Sciage horizontal de la masse</b>	<b>53</b>
<b>VI .1.3 Sciage vertical suivant la longueur de la masse</b>	<b>54</b>
<b>VI .1.4 Sciage vertical suivant la largeur de la masse</b>	<b>54</b>
<b>VI .1.5 Culbutage des masses lors du sciage par fil diamanté</b>	<b>56</b>
<b>VI .1.6 Débitage des masses au moyen du fil diamanté</b>	<b>57</b>
<b>VI .1.7 Cyclograme de travaux niveau (495 )m</b>	<b>58</b>
<b>VI .1.8 Production annuel</b>	<b>61</b>
<b>VI .1.9 Résultats et discussions</b>	<b>61</b>
<b>VI . 2 La méthode combinée</b>	<b>62</b>
<b>VI . 2.1 Forage des trous</b>	<b>63</b>
<b>VI . 2.1.1 Forage un trou vertical de diamètre 90 (mm):</b>	<b>63</b>
<b>VI . 2.2 Sciage horizontal de la masse par haveuse</b>	<b>63</b>
<b>VI . 2.3 Sciage vertical suivant la largeur de la masse au fil diamanté</b>	<b>64</b>
<b>VI . 2.4 Sciage vertical suivant la longueur de la masse au fil diamanté</b>	<b>65</b>
<b>VI . 2.5 Culbutage des masses lors du sciage par fil diamanté</b>	<b>66</b>
<b>VI . 2.6 Débitage des masses au moyen du fil diamanté</b>	<b>67</b>
<b>VI . 2.7 Cyclograme de travaux niveau 512m</b>	<b>69</b>
<b>VI . 2.8 Production annuel</b>	<b>71</b>
<b>VI . 2.9 Résultats et discussion</b>	<b>71</b>
<b>Conclusion général</b>	<b>74</b>
<b>Références bibliographie</b>	<b>76</b>



## Liste des tableaux

### Liste des tableaux

N	Titre	Page
<b>Chapitre ii : situation géologique et géographique de gisement et de la région</b>		
<b>01</b>	<b>Tableau. Ii -01</b> : tableau montre des tests physico-mécanique par l'orgm	<b>27</b>
<b>Chapitre iii : processus d'exploitation du marbre</b>		
<b>02</b>	<b>Tableau. Iii-1</b> : les paramètres et les types d'excavations.	<b>32</b>
<b>03</b>	<b>Tableau. Iii-2</b> : les caractéristiques techniques de la haveuse de type korfman st 50 vh	<b>43</b>
<b>04</b>	<b>Tableau. Iii-3</b> : les caractéristiques techniques de grus mobile zoomlion (qy40v).	<b>49</b>
<b>Chapitre iv : comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre</b>		
<b>05</b>	<b>Tableau. Iv-1</b> : tableau récapitulatif des calculs du cycle de forage	<b>53</b>
<b>06</b>	<b>Tableau. Iv-2</b> : tableau récapitulatif des calculs	<b>56</b>
<b>07</b>	<b>Tableau. Iv-03</b> : tableau récapitulatif des calculs de culbutage de la méthode classique	<b>57</b>
<b>08</b>	<b>Tableau . Iv-04</b> : tableau récapitulatif des calculs de débitage	<b>58</b>
<b>09</b>	<b>Tableau . Iv-05</b> : tableau montre un cyclograme de travaux niveau (495 ) m_	<b>59-60</b>
<b>10</b>	<b>Tableau . Iv-06</b> : tableau récapitulatif des calculs de forage	<b>63</b>
<b>11</b>	<b>Tableau . Iv-07:</b> tableau récapitulatif des calculs	<b>66</b>
<b>12</b>	<b>Tableau. Iv-08</b> : tableau récapitulatif des calculs de culbutage de la méthode combinée	<b>67</b>
<b>13</b>	<b>Tableau. Iv-09</b> : tableau récapitulatif des calculs de débitage de la méthode combinée	<b>68</b>
<b>14</b>	<b>Tableau . Iv-10</b> : tableau montre un cyclograme de travaux niveau (512 ) m_	<b>69-70</b>
<b>15</b>	<b>Tableau. Iv-11</b> : tableau de comparaison entre les 02methodes	<b>72</b>

## Liste des figures

### Liste des figures :

N	Titre	Page
<b>Chapitre i: présentation général</b>		
<b>01</b>	<b>Fig. I-01</b> : des exemples sur l'utilisation de marbre	<b>5</b>
<b>02</b>	<b>Fig. I-02</b> : les gisements de marbre en Algérie sont exploitées par l'ENA marbre	<b>6</b>
<b>03</b>	<b>Fig.. I.03</b> : les variétés de marbre	<b>8</b>
<b>Chapitre ii : situation géologique et géographique de gisement et de la région</b>		
<b>04</b>	<b>Fig. Ii-01</b> : carte de situation géographique de la carrière	<b>12</b>
<b>05</b>	<b>Fig. ii-02</b> : le réseau hydrographique de la région de filial. (la carte topo n°15 au 1/50 000).	<b>14</b>
<b>06</b>	<b>Fig.ii-03</b> : carte structurale schématique de la chaîne des maghrébines, avec une coupe simplifiée sur la transversale de la grande kabyle (d'après M.D.Delga&J.M.Fonboté, 1980, 1980)	<b>16</b>
<b>07</b>	<b>Fig.ii-04 position</b> des failles majeures dans la petite kabyle. Durand-delà. J. M, (1980).	<b>19</b>
<b>08</b>	<b>Fig.ii-05</b> : carte géologique et une coupe géologique dans le massif de filfila. Extrait de la carte géologique de la feuille de filfila a 1/50 000. Tchekhovitch v. D. (1971)	<b>21</b>
<b>09</b>	<b>Fig.ii-06</b> : colonne stratigraphique du massif de filfila. Perrin c. (1969), modifiée par bououden d. (2014).	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>fig.ii-07</b> : coupe géologique du gisement de marbre de filfila. Bououden d. (2014)	<b>26</b>
<b>11</b>	<b>Fig.ii-08</b> : coupe géologique interprétative du massif de filfila.	<b>27</b>
<b>12</b>	<b>Fig.ii-09</b> : carte schématique montrant la divergence des couleurs de marbre de la carrière à blocs Filfila	<b>29</b>
<b>Chapitre iii : processus d'exploitation du marbre</b>		
<b>13</b>	<b>Fig. iii.01.</b> : cariere a bloc du marbre de filfila	<b>35</b>
<b>14</b>	<b>Fig. iii.02</b> : carte schématique de la zone nord d'exploitation de l'exercice 2024	<b>36</b>
<b>15</b>	<b>FIG. III.03</b> : CARTE SCHEMATIQUE DE LA ZONE SUD D'EXPLOITATION DE L'EXERCICE 2024	<b>36</b>

## Liste des figures

---

<b>16</b>	<b>Fig. iii.04</b> : machine de fil diamante	<b>39</b>
<b>17</b>	<b>Fig. iii.05</b> : les paramètres principaux de machine fil diamante	<b>39</b>
<b>18</b>	<b>Fig. iii.06</b> : un fil diamante	<b>40</b>
<b>19</b>	<b>Fig. iii.07</b> : marteau de perforation atlascopco	<b>41</b>
<b>20</b>	<b>FIG. III.08</b> : LA HAVEUSE TYPE BENNETT	<b>43</b>
<b>21</b>	<b>Fig. iii.09</b> : renversement de la masse à l'aide de trax	<b>45</b>
<b>22</b>	<b>Fig. iii.10</b> : bloc abattus sur un matelas	<b>46</b>
<b>23</b>	<b>Fig. iii.11</b> : débitage des masses	<b>47</b>
<b>24</b>	<b>Fig. iii.12</b> : débitage des moellons par brise roche	<b>48</b>
<b>25</b>	<b>Fig. iii.13</b> : déplacement des blocs	<b>49</b>

## Liste des abréviations

---

---

Liste des abréviations
<b>ANGCM</b> : l'Agence nationale de géologie et de contrôle minier
<b>ENAMARBRE</b> : Entreprise nationale d'exploitation du marbre.
<b>SONAREM</b> : Société nationale de recherche et d'exploitation minière.
<b>EPA/SPA</b> : Entreprise Publique Economique / Société par actions.
<b>ORGM</b> : Office nationale de recherche géologique et minière.
<b>EREM</b> : <i>Entreprise</i> Nationale de Recherche Minière.
<b>FD</b> : Fil diamanté

# **Introduction général**



# Introduction général

---

## Introduction général

L'Algérie, le pays-continent, est connue pour sa diversité civilisationnelle, culturelle, et la richesse de ses ressources naturelles, qu'elles soient extractives ou non. [1]. Parmi ces richesses, le marbre se distingue comme l'une des ressources les plus importantes à l'échelle nationale. Le marbre est une roche métamorphique composée principalement de calcite, caractérisée par sa grande résistance aux intempéries et sa capacité à conserver sa forme et sa couleur pendant de longues périodes. Depuis les temps anciens, le marbre a été utilisé dans la construction de temples, de palais et d'œuvres d'art, et en Algérie, son utilisation dans l'architecture et la décoration reflète l'héritage culturel et civilisationnel riche du pays.[2]

L'Algérie est l'un des principaux pays dans l'extraction du marbre, avec de nombreuses carrières dans différentes régions, notamment la région de Filfila dans la wilaya de Skikda. Le marbre est extrait à l'aide de techniques modernes qui préservent l'environnement et améliorent la qualité de la production, ce qui rend le marbre algérien très recherché sur les marchés locaux et internationaux.

Le marbre a de nombreuses utilisations, notamment dans la construction, la décoration et les œuvres d'art. Dans le domaine de la construction, le marbre est utilisé dans la construction de bâtiments de luxe et d'infrastructures publiques, tandis que dans le domaine de la décoration, il est utilisé dans la conception de décorations intérieures et extérieures. Le marbre est également considéré comme un matériau essentiel pour la sculpture de statues et d'autres œuvres d'art. .[2]

En résumé, le marbre est l'une des importantes richesses naturelles en Algérie, jouant un rôle majeur dans la promotion de l'économie nationale et la préservation du patrimoine culturel et civilisationnel. La région de Filfila dans la wilaya de Skikda est un exemple notable de cela, où les meilleurs types de marbre sont extraits pour un usage local et à l'exportation, contribuant ainsi au développement économique et renforçant la position de l'Algérie sur le marché mondial.[3]

Suite à ces aspirations, nous avons décidé de mener une étude technique sur l'extraction du marbre dans la carrière de FilFila située à Skikda, en comparant deux méthodes : la méthode classique 'fil diamanté) et la méthode moderne 'fil diamanté et haveuse'. Cette carrière est exploitée par l'Entreprise Nationale du Marbre (ENAMARBRE). Afin comprendre précisément la situation actuelle de la carrière et de recueillir les données nécessaires à la réalisation de ce projet,[3]

# Introduction général

---

\*Le présent travail est structuré comme suit :

✚ **Introduction général**

✚ **Le premier chapitre** : Présentation Général qui contient généralité sur le marbre et son définition

✚ **Le deuxième chapitre** : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

✚ **Le troisième chapitre** : c'est qui processus d'exploitation du marbre détailler les différentes techniques d'ouverture de la carrière, les méthodes d'exploitation utilisées, ainsi que le transport des blocs de marbre marchands.

✚ **Le quatrième chapitre** : C'est notre présentation Nous comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre la durée de cycle de sciage par fil diamanté (FD) et sciage par méthode combinée, en déterminant le rendement et la production annuelle pour chaque méthode.

✚ **Conclusion général.**

# **Chapitre 0I :** **Présentation Général**

## **1.1 Généralité sur les marbres:**

### **1.1.1 L'origine du mot marbre:**

L'universalité du marbre se retrouve jusque dans son étymologie. Dans la Grèce antique, on retrouve son nom sous le terme de Marmara. On le retrouve également en langue arabe avec le terme Marmara. Ce nom est toujours utilisé pour nommer le Palais de marbre de Téhéran, le Kâkh-e Marmara. Ce nom a finalement donné en Français l'adjectif marmoréen, signifiant 'qui a la nature ou l'aspect du marbre'. [5]

### **1.1.2 Définition de marbre :**

Le marbre est une roche métamorphique dérivé du calcaire. Existant dans une grande diversité de coloris, peuvent présenter des veines ou marbrures (les veines et les coloris sont dus à des intercalations d'oxyde métallique, le plus souvent).

Il se caractérise par sa densité élevée et sa cristallisation bien prononcée. Les différentes nuances de couleur et de dureté dépendent des oxydes métalliques présents, mais tous ces types de marbre peuvent être polis efficacement en raison de leur composition lithologique, qu'il s'agisse de calcite ou de dolomie. [6]

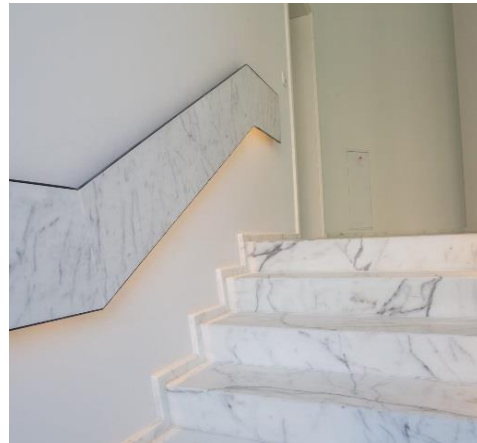
Certains types de marbre portent des noms particuliers, par exemple : le cipolin ou la griotte

### **1.1.3 L' Utilisation du marbre :**

Il se prêt bien à la taille et est très utilisé en construction, en décoration ou en sculpture. On peut s'en servir comme dessus de comptoirs pour la salle de bains, mais n'est pas recommandé comme surface de comptoirs pour la cuisine.

Le marbre est très poreux, ce qui en contact avec certaines substance alimentaires provoquant sa détérioration. L'utilisation du marbre comme matériel décoratif à été vue pour les premières fois dans la construction intérieur des églises. [7]

Le marbre est aussi massivement utilisé pour la fabrication du dentifrice, certaines variétés des marbres sont utilisées dans la construction, là décoration intérieure et la création d'ornement, tel que les pieds de la lampe, les escaliers, les plateaux de table ou les parures de bureaux. [8]



**Fig. I-1 : Des exemples sur l'utilisation de marbre**

## **1.2 Le marbre algérien :**

### **1.2.1 L'histoire de marbre algérien :**

C'est ce qui ressort des résultats d'une étude réalisée par des experts de l'association américaine (Asmosia). Une équipe de chercheurs américains venus en mission récemment en Algérie, invités par l'Agence nationale de géologie et de contrôle minier (Angcm), a prélevé des échantillons de marbre dans les mines et carrières d'Algérie, mais aussi sur des reliques conservées dans les musées ou les vestiges antiques du pays. Cette équipe, qui s'intéresse à l'histoire et à la géographie du marbre, a « établi des corrélations inattendues, sinon surprenantes », affirme l'Association pour l'étude du marbre et d'autres pierres de l'antiquité (Asmosia) dans ses conclusions rendues publiques par l'Angcm, un organisme relevant du ministère de l'Energie et des Mines. S'il est bien établi que les mines de marbre de Filfila (Skikda) avaient été abondamment mises à contribution par l'empire romain pour embellir ses palais et châteaux, il a aussi été démontré que le marbre dit gréco scritto, un marbre blanc utilisé comme revêtement des thermes romains antiques de Chieti en Italie, provenait en réalité de plusieurs carrières d'Algérie. Le marbre du cap de Garde, dans l'Est algérien, a été ainsi identifié dans des sites antiques de Tunisie, notamment à Kef, Kairouan et Carthage, mais aussi en Italie, particulièrement à Cinitile, près de Nola, à Campania, à Sainte Agathe, à Ravenne et Ostie. Mieux encore, des parements en marbre abondamment utilisés lors de la réhabilitation en 1814 des bâtiments de la Maison-Blanche à Washington portent les couleurs chatoyantes de l'onyx de Aïn Smara. Plus étonnant encore, et en ce qui concerne l'époque contemporaine, le marbre de Bouhanifia a servi aux Etats-Unis à



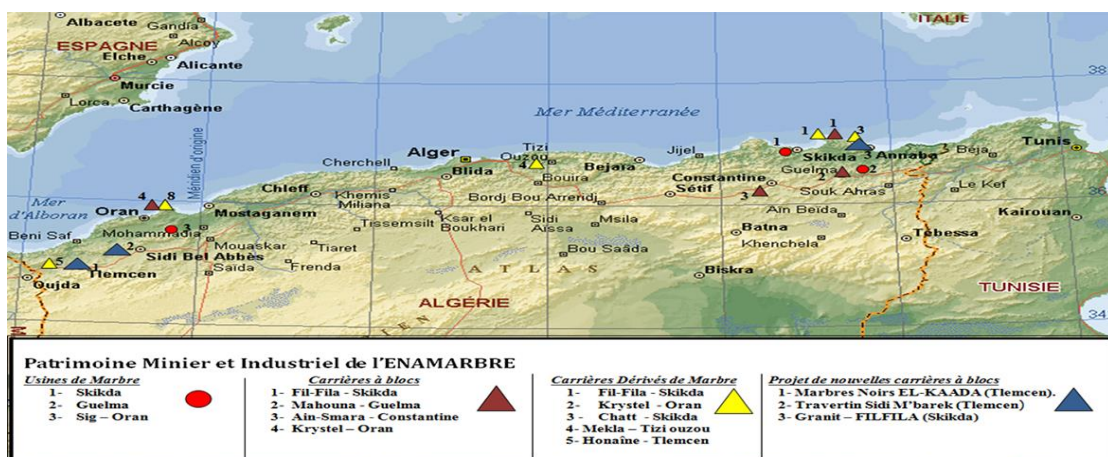
embellir un gratte-ciel prestigieux, le Chrysler Building. Un marbre jusque-là étiqueté « Maroccomarble ». Quand au marbre décorant le célèbre Rockefeller Center, il vient des carrières de Kristel (ouest du pays), soutient l'Asmosia dans son étude, faisant remarquer que les marbres de Filfila, de très grande notoriété, étaient recherchés pendant l'époque romaine pour leurs qualités exceptionnelles dans le domaine de la sculpture. [9]

### 1.2.2 Les gisements de marbre en Algérie :

L'industrie du marbre en Algérie est une activité traditionnelle qui remonte à l'époque

Romaine, limité jusqu'aux années 1970 à un travail d'artisanat, elle connaît à partir de cette époque, à la faveur des plans nationaux de développement, une relance dans l'exploitation des gisements notamment à l'Est de Skikda et à l'Ouest, ces gisements sont classés selon le type de marbre .

- Marbre réséda marron (Filfila-Skikda)
- Marbre réséda vert (Filfila-Skikda)
- Marbre gris (Filfila-Skikda)
- Marbre blanc (Filfila-Skikda).
- Marbre rouge(Kristel-Oran)
- Marbre jaune (Kristel-Oran)
- Marbre Elkarimia (AIN DEFLA). [9]



**Fig. I-2 :les gisements de marbre en Algérie sont exploitées par l'ENA MARBRE[9]**

### **1.3 Présentation de l'entreprise :**

ENAMARBRE ALGERIE c'est une entreprise publique économique, Société par action capitale de 345.000.000DA créer le 16 juillet 1983 suite à la restructuration SONAREM en 1983, Transformé en EPA/SPA en mars 1991.[10]

Elle subdivise on trois unités :

- Unité d'Echatt (dérivé de marbre).
- Unité de Fil fila (carrière à blocs).
- Usine de transformation du marbre.

#### **1.3.1 Les activités principales de l'entreprise :**

- Exploitation des marbres bruts
- Transformation du marbre
- Concassage de dérivés de marbre
- Commercialisation du marbre [10]

#### **1.3.2 Les produits finaux :**

- Blocs bruts marchants de marbre et onyx
- Dalles et carreaux de marbre de différents dimensions et épaisseurs
- Dérivé de marbre : granulats et poudre de marbre

ENAMARBRE dispose de 7 unités économiques opérationnelles, réparties dans différents sites de production et de commercialisation :

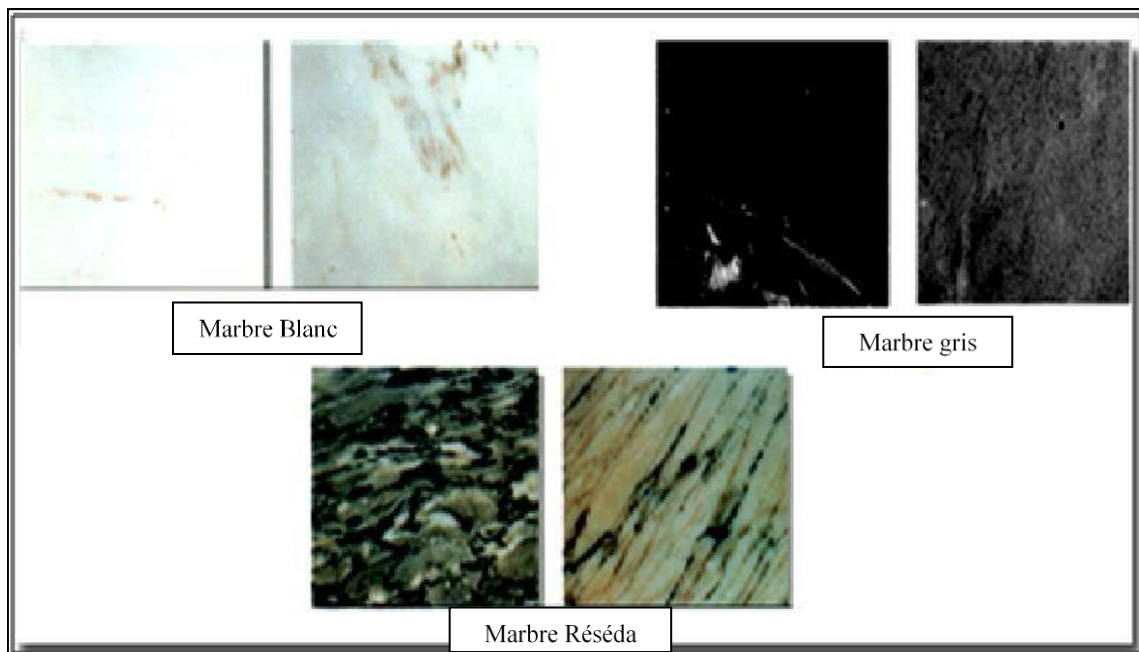
- Carrière à blocs de marbre à FILFILA (SKIKDA).
- Carrière de dérivés de marbre à CHATT (FilFila - Skikda).
- Carrière à blocs de marbre à MAHOUNA (Guelma).
- Carrière d'ONYX à Ain-Smara (Constantine).

- Carrière de dérivés de marbre à MEKLA (Tizi ousou).
- Carrière à blocs et dérivés de marbre à Krystel (Oran).
- Carrière de dérivés de marbre à Honaine (Tlemcen).
- Usine de transformation de marbre( Skikda)
- Usine de transformation de marbre de Boumahra(Guelma) [11]

#### 1.4 Variétés de marbre :

Ils existent plusieurs variétés du marbre tel que :

- Marbre gris claire.
- Marbre blanc.
- Marbre blanc bleuâtre.
- Marbre gris foncé.
- Marbre Saccharoïde.
- Marbre Réséda (vert et marron) [8]



**Fig. I.3 : les variété de marbre [8]**

**1.5 Impact environnemental de l'extraction du marbre:**

L'extraction du marbre a des conséquences significatives sur l'environnement. Les carrières de marbre peuvent entraîner la destruction des habitats naturels et des paysages, ainsi que la dégradation des sols et la pollution de l'eau.

- **Déforestation et destruction des habitats:**

La création de carrières nécessite souvent la déforestation et la perturbation des écosystèmes locaux.

- **Dégradation des sols:**

L'extraction entraîne la perte de la couche arable et l'érosion des sols.

- **Pollution de l'eau:**

Les activités minières peuvent contaminer les sources d'eau locales avec des sédiments et des produits chimiques utilisés dans le processus d'extraction.[12]

**1.6 Impact environnemental du traitement du marbre :**

Le traitement du marbre, incluant la découpe, le polissage et le transport, a également des répercussions environnementales.

- **Consommation d'énergie:**

Les machines utilisées pour couper et polir le marbre consomment une grande quantité d'énergie, souvent dérivée de sources non renouvelables.

- **Déchets et poussière:**

Le traitement produit des déchets solides et de la poussière de marbre, qui peuvent poser des risques pour la santé et l'environnement.

- **Pollution chimique:**

Les produits chimiques utilisés pour le polissage peuvent être toxiques et se retrouver dans l'environnement.

**1.7 Impact environnemental pendant l'utilisation du marbre:**

L'utilisation du marbre dans la construction et la décoration intérieure a des impacts environnementaux moindres, mais non négligeables.

- **Durabilité et recyclable:**

Le marbre est durable et peut être recyclé, ce qui réduit son impact environnemental à long terme

- **Entretien et produits chimiques:**

L'entretien du marbre nécessite des produits chimiques spécifiques qui peuvent être nocifs pour l'environnement.

- **Solutions et pratiques durables :**

Pour atténuer les impacts environnementaux du marbre, diverses pratiques durables peuvent être mises en œuvre.[13]

- **Techniques d'extraction durables:**

Utilisation de méthodes moins invasives et restauration des sites miniers après l'extraction.

- **Efficacité énergétique:**

Adoption de technologies éco énergétiques pour le traitement du marbre.

- **Gestion des déchets:**

Recyclage des déchets de marbre et utilisation de résidus pour d'autres applications.[14]

**Conclusion:**

Finalement .il est indéniable que le marbre compte parmi les matériaux les plus répandus et polyvalents, largement exploité dans divers domaines tels que l'architecture, la sculpture, et bien d'autres encore.





**Chapitre II : Situation  
géologique et géographique de  
gisement et de la région**

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

### Introduction:

Le marbre est un type de roche géologique magnifique et élégant largement utilisé dans de nombreuses applications décoratives et architecturales. Géologiquement parlant, le marbre est un type de roche métamorphique formée à partir de calcaire sous haute pression et haute température. Sa composition chimique à base de carbonate de calcium lui confère cet éclat magnifique et brillant. Les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques sont cruciales pour comprendre et utiliser efficacement le marbre en tant que matériau de construction. Elles influent sur les processus d'extraction, de fabrication et d'utilisation, ainsi que sur le choix du marbre adapté à chaque projet.

### II - Cadre géographique de la région de Filfila:

#### II-1 : Présentation de la région de Filfila:

La masse de Filfila est située à 25 km à l'Est de Skikda, elle est reliée par une route départementale goudronnée. Il est limité à l'ouest par la plaine de Skikda -Larbi ben Mhidi qui vient se terminer au village les Platanes, donnant suite au massif du Filfila au sens strict, au Sud par le massif d'El Halia connu pour son ancienne mine de pyrite, à l'Est, par la vaste plaine de Senhadja, et au Nord par la mer méditerranéenne.[15]

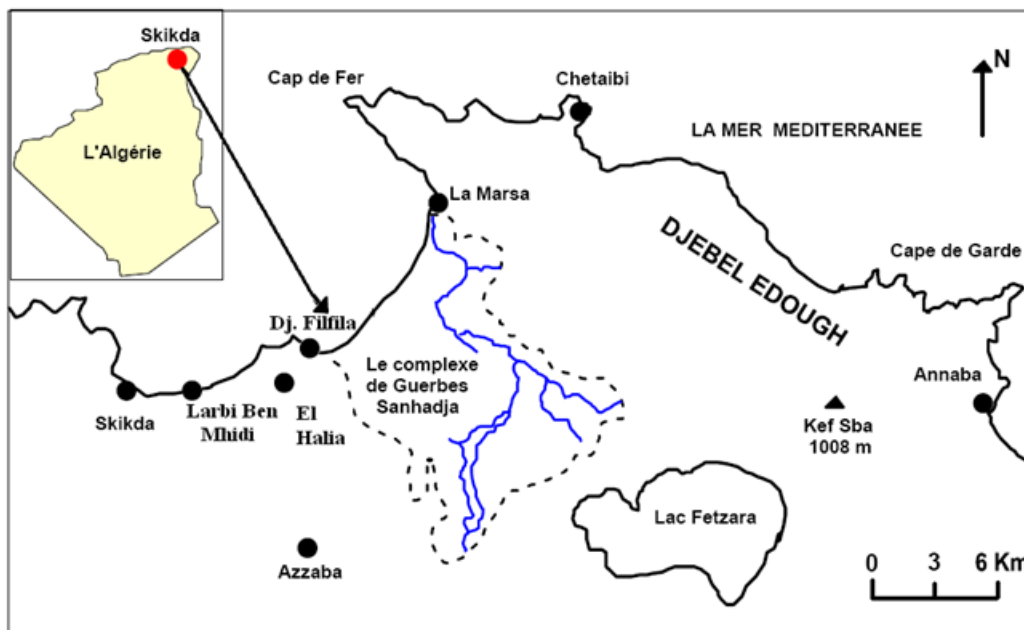


Fig. II-01 : Carte de situation géographique de la carrière[15]

## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

### **II.2 Aperçu géographique de la carrière :**

La carrière de Filfila est une carrière à blocs de marbre à ciel ouvert avec une exploitation en gradin, elle s'attache à la commune de Filfila à l'Est de la wilaya de Skikda à. Elle est perchée à une altitude comprise entre **530** et **550** mètres. Les coordonnées Lambert délimitent sa position précise, avec **X** allant de **891.908** à **891.593** et **Y** de **408.586** à **408.757**.

Le relief montagneux de cette région présente des vallées profondes et des sommets arrondis, parfois, rocheux. Dans les zones d'affleurement, il existe un relief karstique caractérisé par l'apparition des sommets rocheux et des dolines.

#### **II.2.1 La végétation :**

La végétation environnante est principalement constituée de broussailles et d'herbes propres aux zones de végétation de chaîne-liège. oliviers, ...etc. La végétation est très abondante .Il existe de nombreuse forêt : La forêt du Filial et celle d'Oued Saboune.

#### **II.2.2 Le climat :**

Le climat local est de type méditerranéen, avec une influence notable de la montagne. La région est très pluvieuse en hiver. le volume des précipitations est relativement élevé au Nord et sur les plus hauts sommets. La température les températures d'hiver les plus basses sont de 6 C° et en été elles dépassent 36C°.

#### **II.2.3 Cours d'eau et sources :**

L'alimentation en eau industrielle et potable s'effectue à partir des sources des eaux souterraines située dans les limites et aux environs du gisement. les plus importants sont l'oued Sabaoune et l'oued Righa, ce dernier ceinture en gros le Djebel Filfila.[17]

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

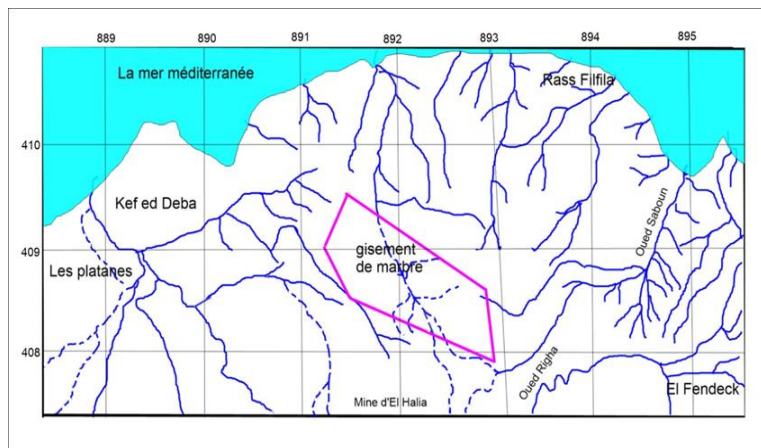


Fig II-02 : Le réseau hydrographique de la région de Filfilia.(la carte topo N°15 au 1/50 000).[16]

### II.2.4 Les infrastructures :

La carrière comprend des espaces administratifs, un magasin et des ateliers. Elles sont alimentées en électricité par un poste de transformation solide de 2 X 630 KVA. De plus, en cas de panne électrique, un groupe électrogène de 500 KVA est disponible pour assurer la continuité de l'énergie.

### II.2.5 La population et les activités économiques :

La région du Djebel de Filfilia est densément peuplée, avec plusieurs villages où résident les habitants. Les principaux centres comprennent Dar-Taleb, qui abrite une école, Ain Marbouna autour de la source naturelle, et El-Alia près de la mine. Cependant, la majeure partie de la population se concentre sur le versant sud du Djebel Filfilia, où la majorité travaille dans l'industrie de la marbrerie

## II -3 Historique des études géologiques :

L'historique des études géologiques sur le gisement de marbre de Filfilia est riche et remonte à plusieurs décennies. Les premières données géologiques sur ce gisement ont été recueillies par A. Papier en 1873, qui a mis en évidence la concordance entre les calcaires métamorphiques, les schistes, et les grès, ainsi que la nature stratiforme.

Par la suite, des recherches ont été menées par P. Termier (1902), F. Ficheur (1903), J. Bolfa (1952), M.L. Joleaud (1954) et C. Lemoy (1969), où l'âge mésozoïque du marbre (Jurassique et Crétacé) a été déterminé ainsi que les phénomènes de métamorphisme de contact

## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

ayant conduit à la formation des calcaires marmoréens. De plus, la structure globale du para-autochtone abritant les calcaires marmoréens du Djebel FilFila a été identifiée. L'étude approfondie réalisée par C. Lemoy (1969) a permis d'améliorer les connaissances géologiques du gisement de marbre grâce à des détails pétrographiques et structuraux exhaustifs.

L'étude de M.S. Afla en 1969 a apporté une compréhension approfondie du gisement de marbre de Fil-Fila, avec un accent particulier sur les réserves. La mission roumaine de 1971 à 1973 a consolidé ces résultats en effectuant une étude exhaustive permettant le calcul précis des réserves géologiques. Plus tard, l'EREM a poursuivi ces efforts entre 1989 et 1991 en menant des sondages plus approfondis pour affiner davantage l'estimation des réserves géologiques. Ces travaux successifs ont contribué à une meilleure connaissance et gestion du gisement de marbre de Filfila.

En 2011 et à la demande de l'ENAMARBRE, une étude géologique détaillée de la carrière par ORGM était faite pour l'exploration de la partie centrale de la carrière de Filfila.[27]

### **II.4 Situation géologique du gisement:**

#### **II.4.1 Géologie régionale:**

Du point de vue géologique régional, La zone d'étude, située dans le massif de Filfila, est un composant du socle kabyle, qui est une région paléogéographique intégrée au sein de la chaîne Alpine ou Maghrébide en Algérie du Nord-orientale. Cette chaîne orogénique s'étend sur 2000 km d'ouest en est, depuis le sud de l'Espagne jusqu'à l'arc Calabro-Sicilien en Italie. Selon Wildi W. (1983), la formation de la chaîne Maghrébide résulte de la convergence et de la collision entre une partie de la marge sud-européenne et la marge nord-africaine d'un bassin téthysien maghrébin, qui reliait la Téthys à l'Atlantique central [18]

#### **II.4.2 Les ensembles sédimentaires :**

La chaîne Alpine en Algérie se caractérise par des structures en nappe dont la direction principale d'inclinaison est vers le sud. Ces nappes sont issues de trois domaines paléogéographiques distincts, comme le souligne Raoult J. F. en 1974. En outre, en progressant du nord au sud, il est possible de distinguer trois grands secteurs géographiques différencié

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

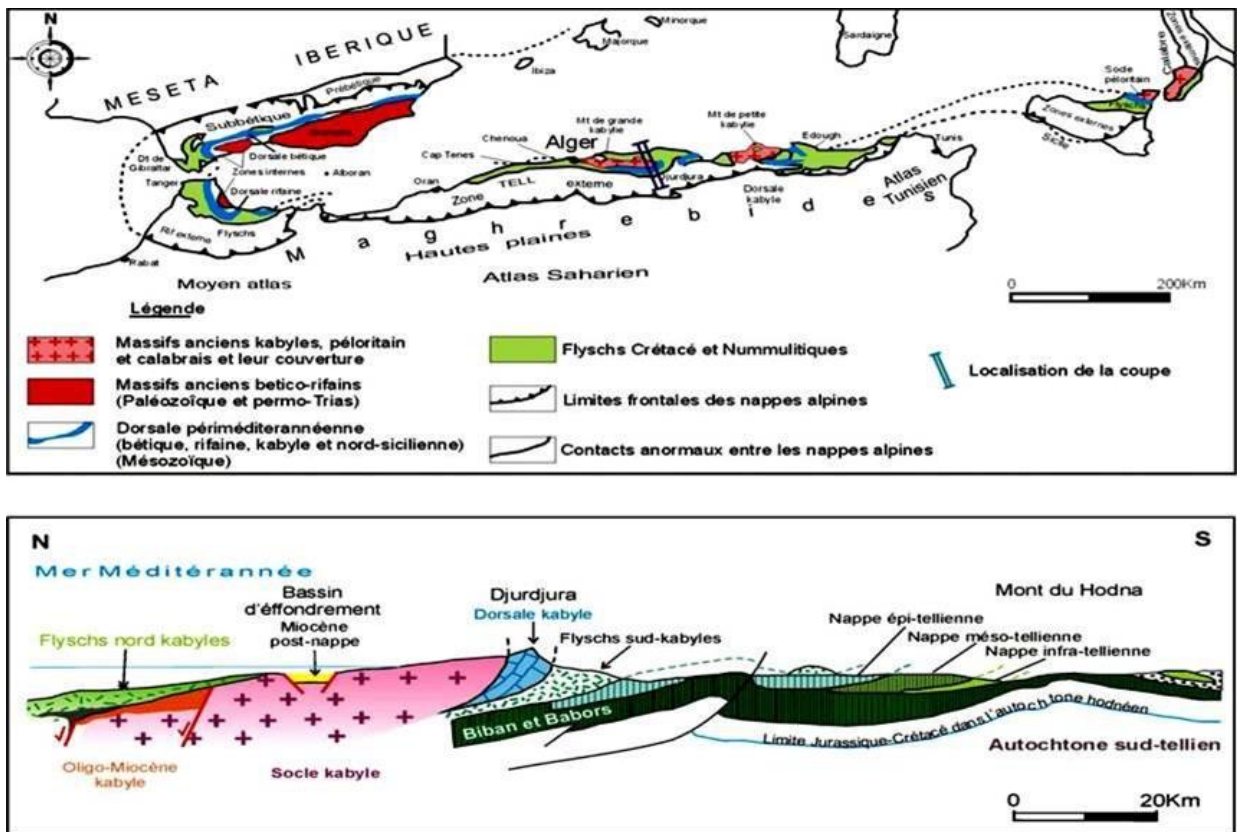


Fig.II-03 : Carte structurale schématique de la chaîne des Maghrébines, avec une coupe simplifiée sur la transversale de la grande kabyle (d'après

M.D.Delga&J.M.Fonboté, 1980)[16]

### II.4.2.1 Le domaine interne :

C'est le domaine le plus septentrional. Il est constitué par la microplaque Méso-méditerranéenne (M. Durand Delga, 1980), ou AlKaPeCa (J.P. Boullin, 1986). Ce domaine est constitué par deux zones d'affleurement : le massif cristallophylliens métamorphique (socle kabyle) et la couverture sédimentaire (dorsale kabyle).[16]

#### II.4.2.1.1 Le Socle Kabyle :

Différents auteurs (Durand Delga, 1980, J. M. Villa, 1980) étudiant la géologie de la Petite Kabylie ont divisé le socle cristallophyllien en deux ensembles :

- Un ensemble métamorphique.
- Un ensemble peu ou pas métamorphique.



## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

Les études antérieures sur la Petite Kabylie indiquent qu'il existe un contact anormal de charriage important entre les unités infra kabyles et l'ensemble cristallophyllien kabyle (nappe de socle) (domaine flysch et zones telliennes). Au niveau de la Filial, Beni-touffout, et DJ Safia, ce contact de charriage a été observé. La flèche de ce déplacement pointe à environ 30 kilomètres vers le sud (Durand Delga, 1969 ; Lemoy et Perrin, 1969 ; Raoult, 1974 ; Bouillin, 1978 et Vila, 1978).

De haut en bas, les formations du Socle Kabyle peuvent être séparées en trois zones structurales, selon les recherches de Mahjdoub (1991) : l'édifice supérieur ou unité de socle s.s, l'édifice de Beni-ferguene, l'unité du cap Bougaroun. [16]

### **II.4.2.1.2 La dorsale Kabyle (chaîne calcaire)**

La dorsale Kabyle correspond à la couverture sédimentaire du socle, formée par des terrains d'âge paléozoïque à oligocène (J.F. Raoult, 1974). Elle est représentée par trois couches stratigraphiques reflétant des conditions de dépôt de plus en plus profondes en allant de la dorsale interne à la dorsale moyenne à la dorsale externe (J.P. Bouillin, 1977). Ces affleurements stratigraphiques se situent au bord étroit du Dj Sidi Driss et Dj Rhédir. Elle est nommée aussi la chaîne calcaire et n'affleure pas partout en petite Kabylie.

Selon (Raoult, 1975), La dorsale est subdivisée en trois ensembles : [17]

#### **La dorsale interne**

C'est une série complète du Permo-Trias au Néocomien, elle est constituée de conglomérats et de calcaire et de marnes.

#### **La dorsale médiane**

Comporte des terrains de Permo-Trias du Lias et du Crétacé Inferieur, caractérisée par des dépôts plus profonds marneux et marno-calcaire.

#### **La dorsale externe**

Montre souvent des radiolarites au Dogger, Malm, au Crétacé supérieur et au Paléocène-Eocène (J.P. Bouillin, 1977). (Amel)

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

---

### II.4.2.2 Le domaine des flyschs:

Ce domaine est caractérisé par des sédiments de type Flysch ,d'âge crétacé à Eocène .On reconnaît deux séries stratigraphiques bien individualisées d'après (Raoult 1969 ;Bouillin,1970) sont : Flysch massylien ,Flysch mauritanien et les flysch numidien

- **Flysch massylien :**

Elles sont constitués par des argiles-quartzeux, des grés quartziques, des micro brèches à débris de calcaire et des marnes, allant du Néocomien à l'Albien supérieur (Boukaoud, 2007).

- **Flysch mauritanien :**

Elles comportent des séries variées qui sont de bas en haut : (calcaire fin, argile-gréseux, calcaire conglomératique, argile conglomératique) d'âge Néocomien à Albien supérieur.

- **flysch numidien :**

D'après (Boukaoud, 2007) les flysch numidien comportent des argiles vari colores à tubotomaculums d'âge l'Oligocène moyen à la base, surmonté par des grés épais à l'Aquitainien, le sommet de termine par des formations supra numidiennes marneuses contenant parfois des phanites du Burdigalien basal.[17]

### II.4.2.3 Le domaine externes :

Il est constituée par des nappes de charriage comportant des terrains datés du Crétacé à l'Eocène .ces formations ont subi une tectonique tangentielle majeure d'âge fini-lutéliens , fini-oligocène .Il reposent partiellement sur l'avant pays para-autochtone ,On distingue de haut en bas :

- La nappes ultra taliennes
- Les nappes taliennes
- Les nappes peni-telliennes .

\*Il sont composées essentiellement de formations d'âge Jurassico-Crétacé.[27]

### II.4.3 les ensembles magmatiques :

Le massif de la Petite Kabylie présente une diversité de formations magmatiques s'étendant du Précambrien au Mésozoïque ancien, avec notamment des traces d'origine orogénique tardive jusqu'au magmatisme calco-alcalin du Miocène. Ces formations magmatiques ont percé à travers le socle et sa couverture dans plusieurs endroits. Sur le littoral algérien, cette activité magmatique s'est manifestée par la présence de granitoïdes intercalés

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

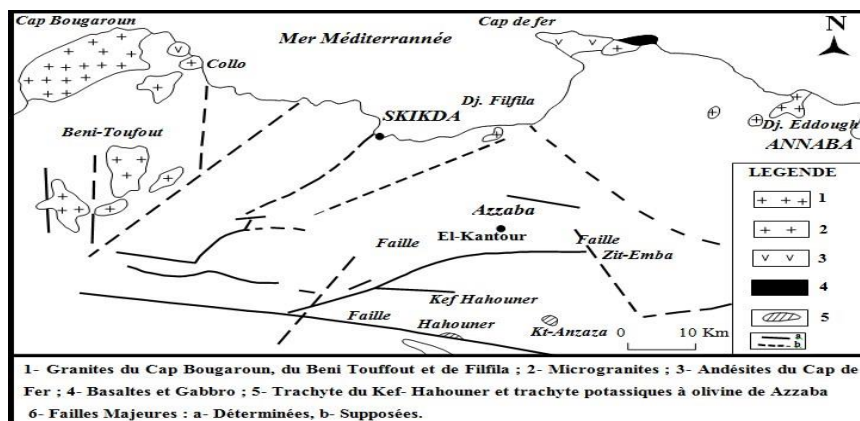
dans l'espace et dans le temps avec un volcanisme essentiellement andésitique (Fougnot J., 1990). Cette dynamique magmatique est directement liée au phénomène de détachement de la plaque lithosphérique et à l'évolution géodynamique de la Méditerranée occidentale ainsi que des chaînes alpines péri-méditerranéennes (Maury P. et al, 2000).

. il s'agit principalement des granites de Beni Touffout, de Bougaroun, et de Filfila.

### II.4.4 Tectonique régional:

La région nord-est de la petite Kabylie présente des structures complexes résultant de multiples phases tectoniques compressives. Les flyschs du Crétacé inférieur au Lutétien se trouvent à l'extérieur de la dorsale Kabyle. Pendant le Mésozoïque et le Paléogène, le socle Kabyle était immergé. Les molasses et les flyschs grésos-micacés du nummulitique se sont déposés sur les unités de la dorsale et du flysch mauretarien après la phase « fini-Lutétienne ». Au cours de l'Oligocène terminal et de l'Aquitainien inférieur, une partie du socle Kabyle a été recouverte par des molasses, formant l'Oligo-Miocène Kabyle. Des charriages ont repris pendant la phase « fini-Oligocène » avec la formation d'Olistostromes. Après la tectonique Burdigalien, la région a été caractérisée par des dépôts Néogènes discordants, marins au nord et continentaux au sud. Enfin, la tectonique tardive a provoqué des plissements et des failles principalement orientées Est-Ouest, créant les grands alignements morphologiques actuels. La plupart des failles et chevauchements cartographiés datent de l'Albien, bien que certaines fractures soient d'origine anté-alpine et ont été réactivées à l'époque alpine.

L'interprétation des données géophysiques à caractère régional et les photos-satellites, révèlent trois types d'accidents : (Romanovsky S.1991) et (Durand-Delga J. M.1980).[18]



**Fig.II-04 Position des failles majeures dans la petite Kabylie. Durand-Delga. J. M, (1980).[17]**

Les failles d'orientation NW-SE Parmi cette catégorie de faille on distingue la faille de Zitemba et vertical (faille décrochant senestre) au nord d'Azzaba, les failles d'orientation E-W

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

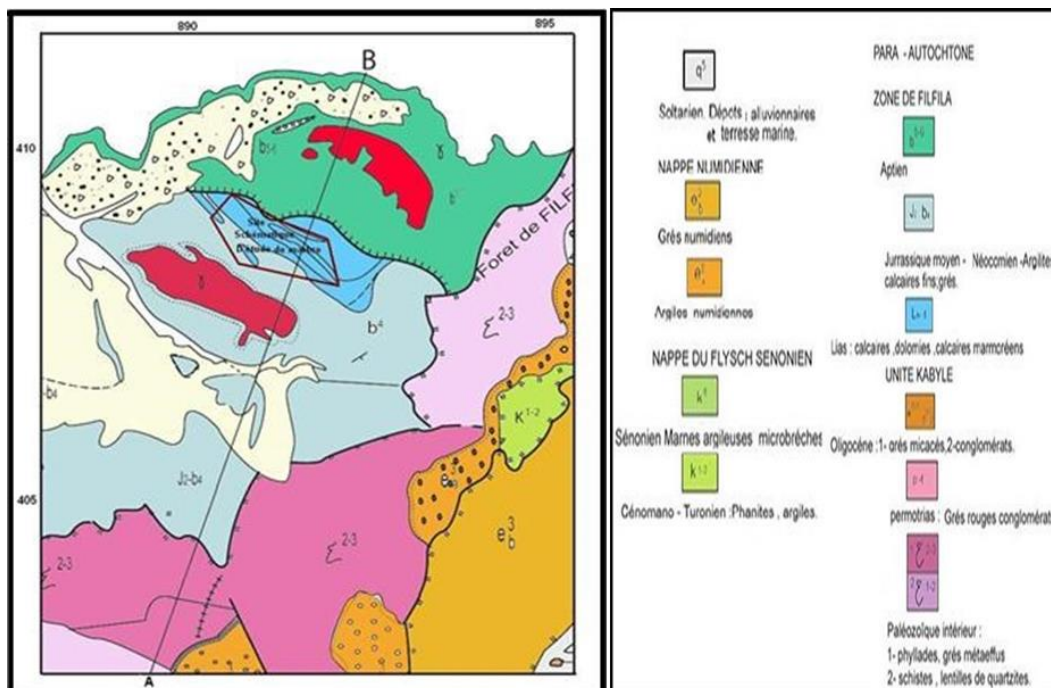
On distingue la faille d'El-Kantour qui paraît avoir joué dès la phase fini-lutétienne (J-F Raoult 1974) et la faille de Hammam Debegeh qui est considéré comme une limite entre la zone des flyschs et le bord de la dorsale Kabyle et les faille d'orientation NE-SW D'après E-Romanko (1991) on peut parler d'âge Hercynien des failles de direction NE-SW dans la partie orientale de la petite Kabylie, car sont-elles qui contrôlent les intrusions de granitoides Hercynien . [27]

### Géologie local :

La zone d'étude se distingue par la présence de formations sédimentaires, magmatiques et métamorphiques, chacune occupant une position et une configuration tectonique distincte et définie.

#### II.4.4.1 Les ensembles sédimentaire :

La partie Ouest de la région d'étude est représentée par la série du Paléozoïque inférieur, alors que la partie centrale est représentée par le Paléozoïque, recouvert par le Quaternaire qui se traduit par la dépression de Guerbez-Boumaiza. Les complexes para-autochtones des zones de Safia et de Filfila qui sont composés des dépôts du Mésozoïque, se trouvent au-dessus de l'extrémité Ouest du massif de l'Edough qui représente le complexe autochtone. À l'extrême Nord-est de la région de Filfila est représenté par la nappe numidienne. [16]



**Fig.II-05 : Carte géologique et une coupe géologique dans le massif de Filfila. Extrait de la carte géologique de la Feuille de Filfila à 1/50 000. Tchekhovitch V. D. (1971)[16]**

## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

### **II.4.4.1.1 Stratigraphie:**

Les données présentées par de Lemoy et Perrin (1969) montrent une série stratigraphique au Filial entre le Lias et le Crétacé moyen. Perrin distingue une série essentiellement carbonatée et une série détritique. La colonne stratigraphique comprend les terrains suivants:

#### **➤ Lias**

Il occupe la position stratigraphique la plus basse dans l'ensemble para autochtone, il est représenté par une assise carbonatée-terrigène, il débute par une série de calcaires pseudo-oolithiques, parfois avec des restes de brachiopodes et des bancs de dolomies, qui passent plus haut à une assise de calcaires cristallins ou des marbres massifs, dont l'affleurement, se dispose en une ellipse très aplatie dont le grand axe est orienté N120°. C'est la zone centrale des marbres exploités. Les niveaux supérieurs sont constitués par un niveau d'argilites (formations détritiques) à lentilles de dolomies et de calcaires. La puissance apparente de l'assise en question est d'environ 180-200m. Le métamorphisme de contact dû à l'intrusion des (02) massifs de granite a transformé une partie des calcaires de cette formation en marbre et skarns.

#### **➤ Dogger Néocomien**

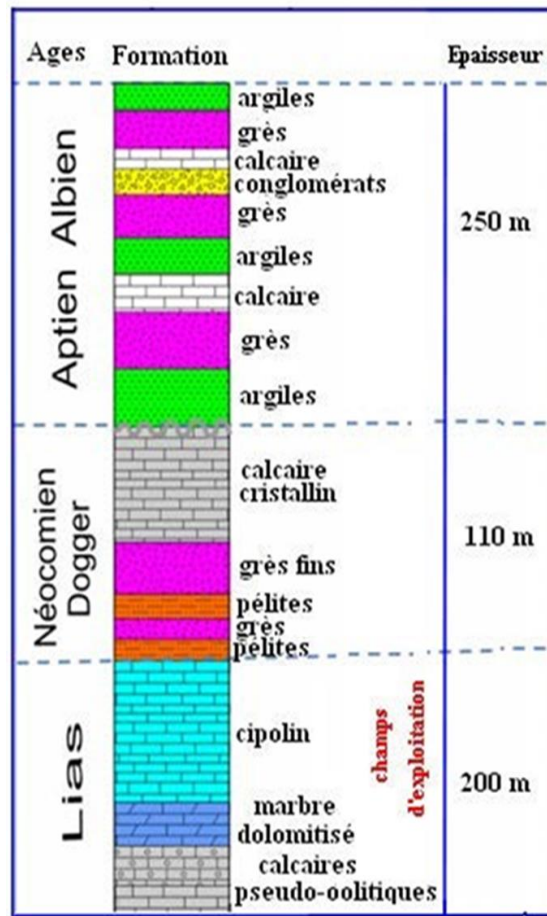
Ces dépôts sont développés dans les parties Sud et Sud - Est du massif de Filial, ils sont représentés par des bancs de grès fins à moyens et de pélites avec une puissance de 40 m.

Dans la partie terminale de cette coupe apparaît un horizon carbonaté d'une épaisseur totale de 40 à 60 m.

#### **➤ Aptien Albien**

Les dépôts de l'Aptien-Albien constituent la partie nord du massif sont représentés par des roches détritiques d'aspect flyschoides, (Perrin, 1969). Ils se caractérisent par une alternance de grès et d'argiles où les grès dominent largement, avec des intercalations de petites lentilles de calcaires et de conglomérats.[15]

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région



**Fig.II-06 : Colonne stratigraphique du massif de Filfila. Perrin C. (1969), modifiée par Bououden D. (2014).[18]**

### II.4.4.2 Les ensembles magmatiques

Le magmatisme miocène présent dans le massif de Filfila a exercé une influence significative sur la formation de plusieurs gisements hydrothermaux et métamorphiques situés dans le sud du massif. Parmi ces gisements, on peut citer l'hématite d'El-Fendeck, la mine de concentré pyriteux d'El-Halia utilisée dans la production d'acide sulfurique, ainsi que le gisement de marbre renommé. Dans ce contexte, nous cherchons à caractériser brièvement ce granite. [16]

### II.4.4.3 Les ensembles métamorphiques

La région du massif de Filfila abrite diverses roches métamorphiques qui se forment au contact des intrusions granitiques. La nature de ces roches dépend à la fois de la composition initiale des roches encaissantes et de leur proximité par rapport au contact avec les intrusions

## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

### **II.4.4.3.1 Les skarns :**

C'est bien de rappeler ici que les skarns ce sont des roches de composition calcaire-silicatées ,formées par métasomatique dans la région de contact d'intrusionen terrains carbonates. La formation du skarn se distingue du celle du marbre par le fait que les skarns se forment du fait d'action combinée de la pression et la chaleur d'intrusion d'une part ,et des solhution gazoagueses minéralisées chaudes d'une autre part...

### **II.4.4.3.2 Les coméennes péltiques:**

Ont un aspect de schistes ,les schistes noduletx à andalousite et cordierite passant à des coméennes micacées,de teinte sombre. Ce type de coméennes correspond parfois à la partie péltique qu'on trouve dans la route de quatre chemins au sommet du Djebel Filfila.

### **II.4.4.3.3 Le marbre : (le gisement )**

Le métamorphisme de contact qui conduit à la formation du marbre se produit dans les calcaires d'El Fendek, qui présentent une cristallisation prononcée due à l'influence thermique plus importante du granite. Ces calcaires sont de couleur bleutée, contenant quelques grains de quartz et des minéraux opaques. Le métamorphisme est également observé dans les calcaires d'El-Halia, mais ils sont moins cristallins et renferment une proportion plus importante de minéraux phyliteux.

Les meilleures expositions de calcaires métamorphisés se trouvent dans les carrières de marbre, situées dans le Djebel de Filfila, notre zone d'étude. Le gisement de marbre de Filfila se compose de trois unités stratigraphiques superposées, s'étendant du nord-ouest au sud-est, séparées par de grands contacts tectoniques représentés par des zones de brèches et de micro-brèches (Afia M. S., 1969).[16]

#### **II.4.4.3.3.1 Complexe inférieur (secteur Nord-est)**

Les affleurements de ce complexe s'observent sur la pente ouest du mont Filfila au dessous de la côte + 450, ainsi que sur la plaine de la partie nord de la carrière. Ici il a été mis en évidence la succession lithologique suivante :

Les marbres microcristallins à puissance atteignant 40m reposant sur les schistes marno-argileuse noires à filon de quartz, d'hématite est de sidérite. Dans la partie supérieure ces marbres ont la teinte rosâtre

## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

Plus loin on note les conglomérats à puissance de 0,5m qui sont constitués par les marbres blancs, à gros grains, fissurés. Les fissures sont remplies par l'argile verdâtre.

Au dessus des conglomérats on note les marbres dolomités, gris clair avec les fissures remplies par la calcite. Leur puissance est de 5 à 7m.

Plus haut suivant la coupe on note la succession des marbres noirs bitumineux et gris foncé finement cristallins. Leur puissance fait 2,0 à 4,5m.

Plus haut les marbres sont blancs, saccharoïdes et massifs. Les variétés blanches se substituent par celles de couleur gris-clair. Habituellement ce sont des roches à structure finement cristalline avec la teneur en calcite de 95 à 98%.

Dans la partie nord de la carrière on note les affleurements des marbres blancs homogranulaires dont la composition minéralogique est quasi-monominérale avec la teneur en calcite atteignent 99%.

Du point de vue structural ce complexe représente un monoclin à direction Nord-Est et Sud-Ouest. La structure détaillée est assez complexe, elle est composée des écailles chevauchant du Sud-Est au Nord-Ouest. Sur le flanc ouest de la carrière de Filfila on note les plis charriés à pendage du Sud-Est au Nord-Ouest qui reproduisent les faisceaux lithologiques le long des fissures.

Les accidents ayant la direction Nord-Est et Sud-Ouest ont eu lieu lors de la formation des plis et ils ont été fixés par les fissures tectoniques, les filons de calcite et les zones de Skarns à actinote.

Les accidents tectoniques récents sont représentés par les fissures remplies de calcite ou d'argile résiduelle. Les calcaires cristallins de cette unité sont représentés par les marbres blancs, gris clair, gris foncé et rosâtres. [15]

### **II.4.4.3.3.2 Complexe moyen (secteur centrale)**

Ce complexe est situé dans la partie Nord-Ouest de la carrière et englobe les faisceaux lithologiques suivants :

- Skarns à actinolite à la base ;
- Marbres cristallins blancs dans la partie moyenne ;
- Argiles marneuses avec les lentilles de calcaires verts dans la partie supérieure.[15]



## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

---

- **Les skarns** : Représentent une brèche tectonique qui est notée au contact tectonique entre les unités moyennes et inférieure, orienté du Nord-est au Sud-ouest, avec le pendage Sud-ouest sous l'angle de 20° à 30°, leur puissance varie de 0,5 à 35 m, les Skarns sont généralement massifs, parfois schisteuse avec la composition lithologique instable.
- **Le marbres cristallins** : Fortement accidentés dans les noyaux des plis et ils passent aux skarns à actinolite suivant les plans de schistosités, dans les zones de fissuration on note les veinules de quartz, de pyrite et de quartzite. Il y a deux catégories de marbre : le marbre gris clair à pyrite avec une puissance de 1 à 2 m, et le marbre blanc dont la puissance des couches est de 0,5 à 1,5 m, ce faisceau des marbres a un pendage Sud où il est recouvert par les roches de l'unité supérieure et vers l'Est par les argiles marneuses.
- **L'argiles marneuses** : S'observent surtout dans la partie Est, elles sont représentées par des alternances de schiste marno-argileuse séricitisé partiellement, et intercalés par des niveaux de calcaires marneux et de grès, dont les épaisseurs varient de 0,5 à 10 m.

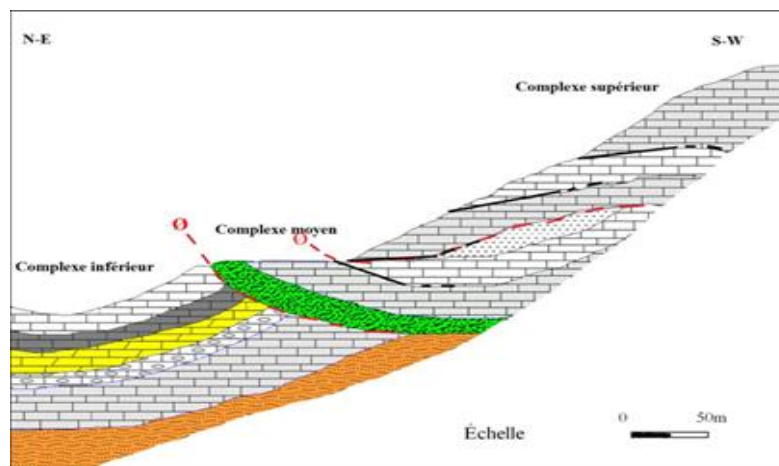
### II.4.4.3.3 Complexe supérieur (secteur sud) [15]

Dans ce complexe on note les faisceaux suivants :

- **Marbres microcristallins gris-bleu** à la base ;
- **Marbres microcristallins blancs** dans la partie moyenne ;
- **Marbres gris blanchâtre** dans la partie supérieure.

Le contact entre les complexes supérieur et moyen se trouve le long de la faille inverse, celui du complexe inférieur est situé sur le plan de chevauchement à pendage est sous l'angle de 40° à 60°.

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région



### La légende

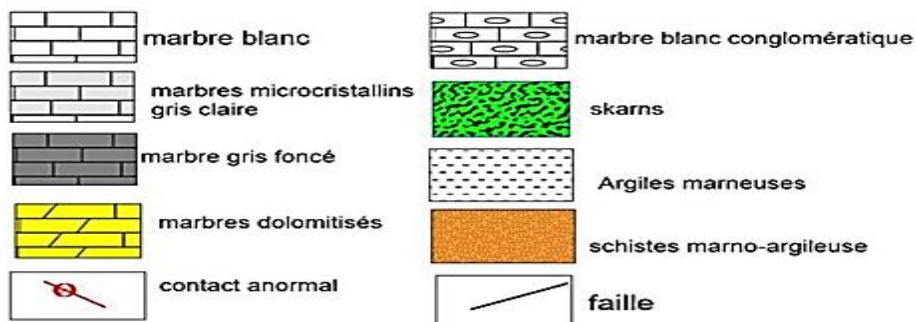


Fig.II-07 : Coupe géologique du gisement de marbre de Filfila. Bououden D. (2014)[20]

### II.4.5 structure du gisement :

Le gisement de marbre de Filial est constitué par des affleurements massifs de marbre qui peuvent atteindre une longueur de 1100 m pour une largeur qui varie entre 100 et 300 m. Avec 550 m de long avec une largeur varie entre 150 à 250 m.

La structure du gisement est monoclinale de direction NW.SE avec un pendage de (20°-40°) Nord – Est.

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

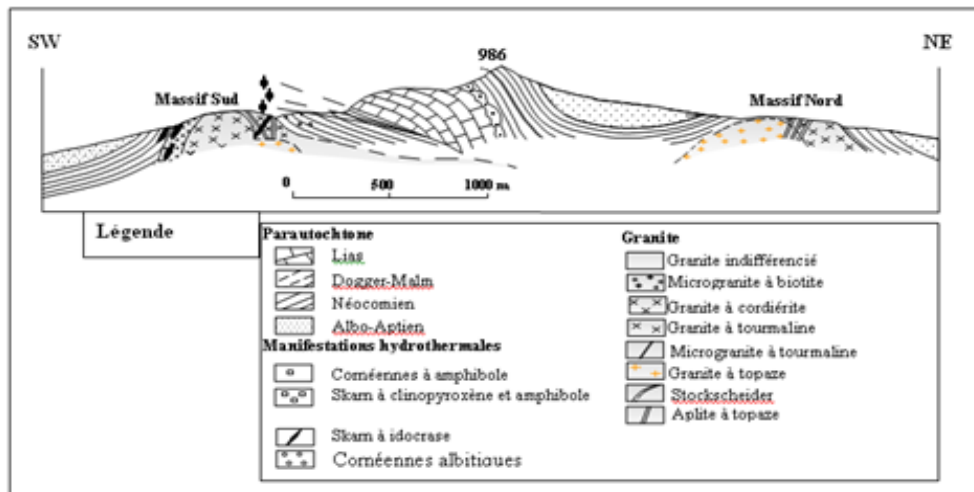


Fig.II-08 : Coupe géologique interprétative du massif de Filfila[18]

### II.4.5.1 Propriétés physiques et chimiques du marbre:

l'Office Nation de la Recherche Géologique et Minière (ORGM) (2011). Durant ces campagnes, 35 sondages carottés ont été effectués. Des échantillons de carottes de sondages ont été prélevés et analysés sur des éléments chimiques tel que  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  et  $\text{MgO}$  et sur des paramètres pétro physiques tels que le poids volumique ( $\rho$ ), la porosité ( $\Phi$ ), l'absorption ( $A_b$ ), le poids spécifique ( $\gamma$ ) et l'essai à la compression à l'état sec ( $R_c$ )

#### TESTES PHYSICO-MECANIQUE :

Tableau. II -01 : Tableau montre des tests physico-mécanique par l'ORGM[15]

Description	Unité	VALEURS	
		Etat sec	Etat saturé
Résistance à la compression	Kgf/cm <sup>2</sup>	Etat sec	961
		Etat saturé	966
Porosité	%	1.96	
Poids volumétrique	g/m <sup>3</sup>	2.746	
Densité absolue	t/ m <sup>3</sup>	2.7	
Résistance à l'usure	g/cm <sup>2</sup>	1.82	
Résistance au choc	(kg/cm)/cm <sup>3</sup>	40	
Compacité	%	98.03	
Coefficient de saturation	%	0.87	

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

---

### II.4.5.2 Tests chimiques:

Voici les résultats des analyses chimiques du marbre :

- **CaCO<sub>3</sub>** : 99.05%
- **MgO** : 1.03 %
- **CaO** : 54.86%
- **SiO<sub>2</sub>** : 0.15%
- **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**: 0.04 %
- **AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** : 0.08% (plan d'exploitation 2024)

### II.4.6 Les variétés de marbre

Dans la carrière de Filfila .. Il existe plusieurs variétés (06) du marbre tel que :

- ✓ Marbre gris claire
- ✓ Marbre blanc
- ✓ Marbre blanc bleuâtre
- ✓ Marbre gris foncé
- ✓ Marbre Saccharoïde
- ✓ Marbre Réséda (vert et marron)

Les variétés de couleurs du marbre du aux passages des sédiments organiques ou minéraux parfois par oxydation dans le cas du marbres de Fil fila à cause d'oxyde de magnésium. [15]

## Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région

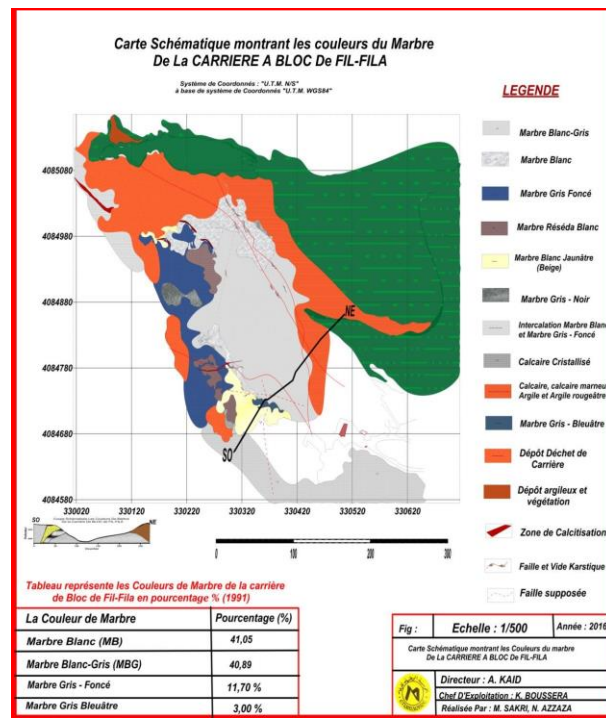


Fig.II-09 : Carte schématique montrant la divergence des couleurs de marbre de la carrière à blocs Filfila[15]

### II.4.7 Les réserves géologiques :

#### II.4.7.1 L'actualisation des réserves

L'état actuel des réserves fin 2023: **1 933 592.13 m<sup>3</sup>**

- ✚ Production annuelle (brute) : **106 850m<sup>3</sup>**.
- ✚ Production annuelle (nette) : **30 000 m<sup>3</sup>**.
- ✚ Taux de récupération prévisionnelle moyen d'environ : **30%**.
- ✚ Réserves exploitables préparées : **110 270 m<sup>3</sup>**. [15]

## **Chapitre II : Situation géologique et géographique de gisement et de la région**

---

### **Conclusion :**

La région de Filfila présente une diversité géologique marquée par plusieurs ensembles sédimentaires, dont l'ensemble parautochtone principalement composé de formations terrigéno-sédimentaires d'âge Mésozoïque. À proximité du Djebel Filfila, deux intrusions granitiques d'âge Langhien sont observées, ayant métamorphosé les calcaires sédimentaires en marbre. Le gisement de marbre est un grand corps lenticulaire s'étendant du sud-ouest au nord-est sur environ 1100m de long et 300m de large.

Sur le plan structural, le massif de Filfila est une dorsale anticlinale caractérisée par un plissement intense et un renversement de la structure principale dans la direction sud-ouest. Des structures pincées, faillées et des écailles tectoniques sont également présentes.

Stratigraphiquement, le gisement de marbre est subdivisé en trois unités superposées du nord-ouest au sud-est, séparées par des grands contacts tectoniques.

**Chapitre III:**  
**processus d'exploitation du**  
**marbre**

**Introduction:**

Dans ce chapitre on a détaillé les méthodes et les pratiques d'exploitation des carrières de marbre, en particulier celle de Fil-Fila. Cette section est essentielle pour comprendre les différents aspects techniques et opérationnels de l'exploitation minière dans cette région spécifique.

**III. Mode d'ouverture et l'accès au gisement de Filfila :**

Étant donné que la carrière est déjà en exploitation. Vue la topographique et les caractéristiques géologiques du gisement (pendage, puissance et profondeur finale du gisement). L'ouverture du carrière de Filfila a été faite par demi-tranchée. La forme générale de l'ensemble de ces demi-tranchées (trace, piste principale) prennent la forme serpentine. les excavations d'ouverture existantes, incluant les accès et le découpage, possèdent les caractéristiques suivantes :

**Tableau. III-1 :** Les paramètres et les types demis tranchée[19]

Types demis tranchée	Les paramètres				
	Long (m).	Larg (m).	Haut (m).	Pente (%).	Volum e (m <sup>3</sup> ).
Accès extérieure entre le niveau 535m et 530 m	75	10	5	7.5	1917
Accès intérieure entre le niveau 530m et 525 m	70	10	5	71.0	1760.6
Tranchée de découpage entre le 535m et 530m	80	10	5	✓	4000
Demi-tranchée de découpage entre le 530 m et 525m	165	10	5	✓	5775

**III.1 Les caractéristiques de piste:**

La piste principale reliant la carrière à la route communale a une largeur de 8 mètres et une pente maximale de 75 %. La route communale, qui relie la carrière à l'usine de traitement, possède deux voies et une pente maximale de 75 %. La distance de transport est de 25 kilomètres, et la largeur de la route varie entre 5 et 6 mètres.



**Remarque :**

- La largeur de la route communale est inférieure à la largeur minimale requise pour une route à double voies.
- La largeur minimale d'une route à double voies est déterminée par la formule suivante

$$B = 2*(a+c)+x \text{ (m)}$$

**Avec :**

a : Largeur de la benne du camion , a = 2.5 (m)

c : Largeur de la bande de sécurité , c = 0.5 + 0.005\*v.

v : vitesse de circulation des camions , v = 45 (km/h).

x : la distance entre les bennes des camions , x = 2\*c.

**Calculons c :**

$$C = 0.5 + 0.005 \times 45 = 0.5 + 0.225 = 0.725 \text{ m}$$

**Ensuite, calculons x :**

$$X = 2 * 0.725 = 1.45 \text{ m}$$

**Enfin**, la largeur minimale est :

$$B = 2*(a+c)+x \text{ (m)}$$

$$B = 2(2.5 + 0.725) + 1.45 = 8.625 \text{ m}$$

Ainsi, la largeur minimale requise pour une route à double voies est de 8.625 mètres, ce qui est supérieur à la largeur actuelle de la route communale, qui varie entre 5 et 6 mètres.

**III.1.1 Les travaux de découvertures :**

Les roches découverte du gisement de Filfila sont composées de deux couches distinctes :

**➤ La première couche :**

Sa épaisseur varie de 0,3 à 3 mètres. . Elle composée de terrains morts constitués de marbre très altéré, ce qui suggère une dégradation avancée et une structure friable.

**➤ La deuxième couche :**

A une épaisseur entre 2 et 3 mètres .Elle constituée de marbre avec une dureté moyenne, généralement peu ou moyennement fissuré, indiquant une structure plus solide et cohérente par rapport à la première couche.

Pour dégager ces couches, on utilise l'émottage mécanique à l'aide d'un bulldozer de type « (KOMATSU).

### **III.2 La méthode d'exploitation :**

#### **III. 2.1 Historique de l'exploitation de la carrière de FilFila :**

La première exploitation du marbre de Fil-Fila remonte à l'époque romaine. Cette civilisation a laissé comme vestiges plusieurs monuments et statues réalisés dans le marbre blanc de Fil fila notamment au niveau des RUSSICADA (SKIKDA) et THAMUGADI (TIMGAD). En 1875, Durant la période coloniale, la première concession pour l'exploitation de marbre a été obtenu par la société « HERNANDEZ FILS ET CIE », suivie en 1920 de la société « GEORGE LESIEUR » et « MARMORA » à partir de 1927 jusqu'à 1946. La production annuelle de blocs était estimée à 3000 (m<sup>3</sup>) avant de régresser à 1600 (m<sup>3</sup>) en 1960. De 1962 à 1965, la production annuelle a était en moyenne de l'ordre de 470 m<sup>3</sup>. Entre 1970-1980, la SONAREM a entrepris l'exploitation du gisement de Fil-Fila de manière plus intensive. Fin 1980, la capacité d'extraction est passée à 10 000 m<sup>3</sup>, l'exploitation durant cette période était faite uniquement au fil hélicoïdal. En juillet 1980 la création de l'ENA MARBRE a permis d'apporter un nouveau souffle à l'exploitation de la carrière de Fil-Fila par l'introduction en 1984 d'une nouvelle technologie de sciage, celle du fil diamanté.

En 1993, En du le sciage au fil diamanté, une nouvelle technique d'exploitation vient d'être introduite : c'est le havage [8]

#### **III. 2.2 Notions générales sur l'exploitation :**

Une méthode d'exploitation est une succession de réalisation des travaux de creusement et d'extraction du minerai dans un ordre bien déterminé, à partir de là et en tenant compte des conditions géologique des gisements, les principaux paramètres et indices d'exploitation sont : [19]

#### **III.2.3 Les principaux paramètres de l'exploitation:**

- La hauteur et l'angle du talus des gradins en activités.
- La largeur d'enlèvement et de plate-forme du travail.
- L'angle des bords exploitables et non exploitables.
- La longueur du front de travail.

- Le nombre des gradins en activité.
- Les dimensions des terrils intérieures

### **III.2.4 Les principaux indics de l'exploitation:**

- La vitesse d'avancement des chantiers et des gradins en activités « front de travail».
- La vitesse d'approfondissement de la carrière.
- La productivité annuelle.
- Les coefficients en degrés de perte et de dilution du minerai.

### **III. 3 L'état actuel du secteur d'exploitation de la carrière de FilFila:**

Les travaux d'exploitation au niveau de la carrière sont basés principalement dans deux zones ; une zone sud et une autre nord.

- **La zone Sud** : niveau (495) et niveau (512) (Quartier couleur)
- **La zone nord** : niveau (500). Comprend de chantier (500/1 N-E et 500/2 N-O) et Niv

514 [15]



**FIG III.01. : CARRIERE A BLOC DU MARBRE DE FILFILA**

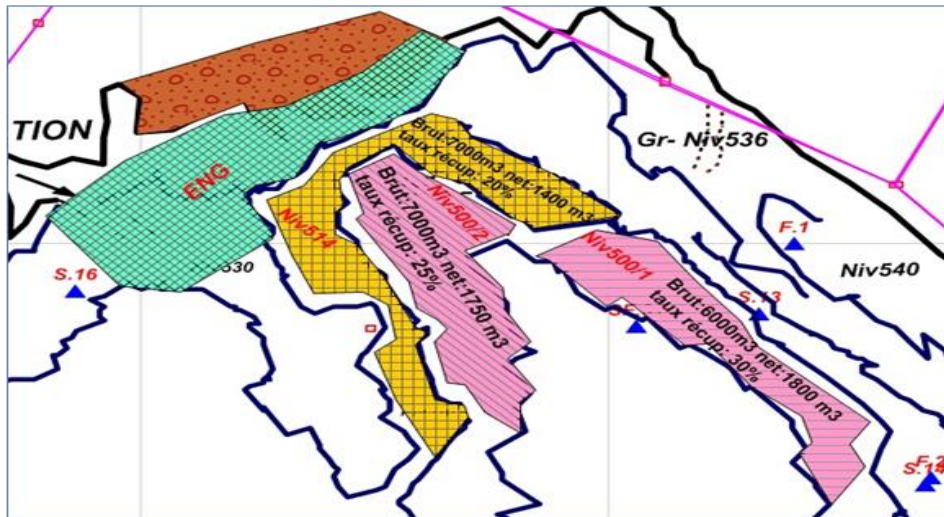


FIG III.02 : CARTE SCHEMATIQUE DE LA ZONE NORD D'EXPLOITATION DE L'EXERCICE 2024[15]

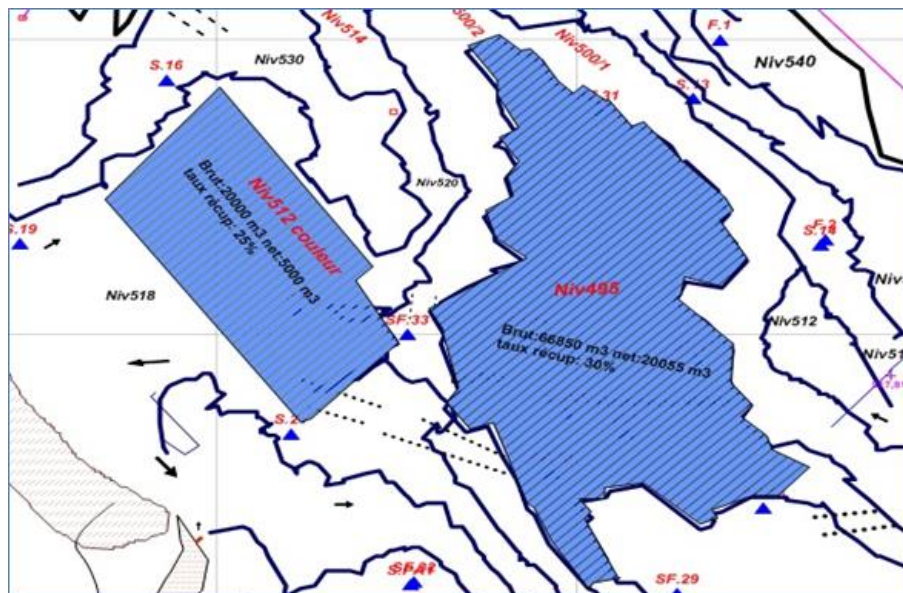


FIG III.03 : CARTE SCHEMATIQUE DE LA ZONE SUD D'EXPLOITATION DE L'EXERCICE 2024[15]

La carrière de Filfila est une carrière à blocs de marbre à ciel ouvert avec une exploitation en gradin. L'exploitation de la carrière à blocs de Filfila est caractérisée par une extension de 02 carrières principales (carrière nord et carrière sud). La progression de travaux se fait selon un programme d'abattage préalablement défini pour chaque carrière, tout en tenant compte des critères géologiques et tectoniques d'exploitation (sens de fissuration, taux de récupération, failles...etc) [22]

**• Définition des objectifs 2024:**

- ❖ Production annuelle (brute) : **106 850 m<sup>3</sup>**.
- ❖ Production annuelle (nette) : **30 000 m<sup>3</sup>**.
- ❖ Taux de récupération prévisionnelle moyen d'environ: **30%**.
- ❖ Réserves exploitables préparées : **110 270 m<sup>3</sup>**.
- ❖ Réserves retenus : **106 850 m<sup>3</sup>** [15]

**III.3.1 Organisation de L'exploitation à la carrière d'ENAMARBRE**

La carrière est divisée en deux zones ; zone Nord et zone Sud, chaque carrière devra avoir ses propres objectifs physiques et ses propres moyens matériels et humains.

Le régime de travail se fait en deux postes par jour à raison de 12 heures.

Les heures supplémentaires sont programmées exceptionnellement les week-ends dans la mesure où des retards sont enregistrés dans certaines zones.

Le chef d'exploitation est responsable du déroulement de l'exploitation conformément aux objectifs qui lui sont assignés, il est également secondé par des chefs de carrière, des ingénieurs de quart et chefs de poste.

Le chef d'exploitation est responsable de toutes les structures y compris la station de concassage et la maintenance.

**III. 4 Les travaux d'extraction des blocs de marbre :**

Le sciage des masses est un processus qui consiste à dégager les blocs du massif quand ils n'en pas séparée par des fissures naturelle .En général pour libérer un bloc du massif ou procédé au sciage d'une face horizontal et d'une à trois faces verticales .[23]

En analysant les techniques utilisées dans ces carrières on constate une réelle évolution, actuellement les méthodes les plus réponsus sont :

- Le sciage au fil diamanté.
- Le sciage par haveuse (havage).
- La méthode combinée (haveuse et fil diamanté).

**III. 4.1 Sciage au fil diamanté :**

Depuis les années soixante-dix, les scies à fil diamanté ont progressivement remplacé les scies à fil hélicoïdal et sont actuellement l'outil le plus commun pour couper le marbre.

La machine (FD) sert à réaliser facilement toutes les coupes primaires « au front de taille » et les travaux successifs de sectionnement et d'équarrissage en carrière. La condition principale d'utilisation de cette méthode est que la forme du front de taille doit être en échiquier pour avoir un grand espace pour l'installation de ces machines de sciage . (ACP)

Au début cette méthode sciage est utilisée seulement pour le sciage vertical et le débitage des blocs marchands mais actuellement au niveau de la carrière de Fil-Fila tous les types de sciage sont effectués au moyen du fil diamanté. Le sciage vertical d'une masse par fil diamanté nécessite une foration de deux (02) trous l'un horizontal d'un diamètre de 90 (mm) et l'autre de 60 (mm) de diamètre. C'est ce qu'on appelle les travaux préparatoire. Cette forassions a pour but d'introduire le fil diamanté, ce dernier est introduit par le trou horizontal et on le fait sortir par le trou vertical. Ce mode de sciage se distingue des autres modes par :

- La simplicité de l'installation.
- Le rendement élevé qui atteint 7 à 9 (m<sup>2</sup> /h).
- L'abrasif qui n'est pas libre. [19]

**III.4.1.1 Description de la machine a fil diamanté :**

La machine est composée d'une structure solide en acier reconstitué, se déplaçant sur quatre roues le long de rails posés au sol de la carrière. Tous les composants nécessaires à la coupe sont montés sur cette structure, à l'exception des commandes électriques. La poulie motrice est directement montée sur l'arbre du moteur électrique principal et est protégée par un carter externe. La machine est équipée d'un système de rotation et de translation motorisé pour la poulie motrice. Le rail de roulement se compose de trois segments ou plus, chacun de deux mètres, avec une crémaillère centrale et une section sans crémaillère pour permettre la rotation de la tête d'usinage qui supporte la poulie motrice. La tension du fil diamanté s'ajuste automatiquement en fonction de la puissance fournie par le moteur de la poulie motrice.

La machine est équipée d'un dispositif de réducteur irréversible pour empêcher tout retour en arrière du mouvement lors de la translation du chariot. Un "carter de protection du fil" est installé pour prévenir ou minimiser les dommages aux objets ou aux personnes en cas de rupture du fil diamanté pendant la coupe. Le groupe de commande est mobile et monté sur un chariot,

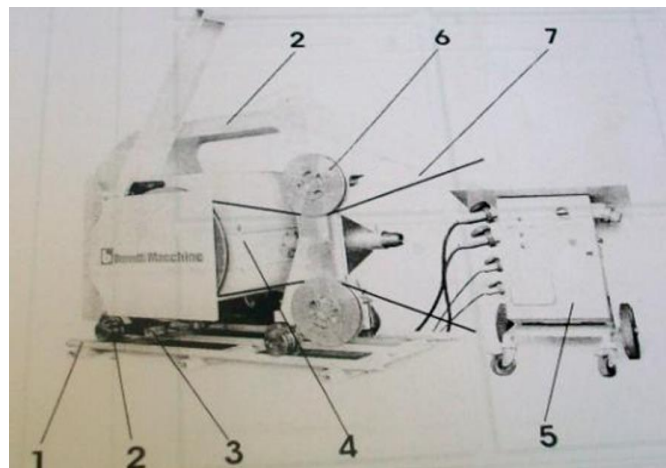
comprenant une caisse électrique étanche qui abrite l'installation électrique de puissance ainsi qu'un panneau de commande, de réglage et de contrôle de la machine.



**Fig III.04 :machine de fil diamanté**

### **III.4.1.2 les paramètres principaux de machine fil diamanté:**

pour les éléments de la machine voici une illustration des principaux éléments de la machine (FD) :



**Fig III.05: les paramètres principaux de machine fil diamanté [24]**

**Avec :**

- 1 : Rail /rails de roulement.
- 2 : Structure portante avec roues de roulement.
- 3 : Groupe translation machine.
- 4 : Tête d'usinage.



5 : Armoire électrique de puissance et tableau de commande mobile sur chariot.

6 : Groupe petits volants guide-fil et e renvoi.

7 : Outil « fil diamanté ». (l'entrepeise)

Dans la carrière du marbre de Filfila , la machine de sciage de fil diamanté utilisée est le type : Mod.Beta à 870/ M. avec ces caractéristiques qui sont :

- ✓ Puissance d'installation : 30 (KW).
- ✓ Vitesse de rotation du volant : 180 (tr/min).
- ✓ Diamètre du volant : 800 (mm).
- ✓ Tension du fil est automatiquement assurée par le groupe de traction sur une crémaillère

### III.4.1.3 Le fil diamanté (FD):

#### III.4.1.3.1 Définition:

C'est le composant principal de la machine à fil diamanté. Il est fabriqué en enroulant des particules de diamant sur un fil en acier. Le diamant est extrêmement dur et capable de couper à travers une grande variété de matériaux. [20]



*Fig III.06: un fil diamanté*

#### III.4.1.3.2 Le régime de travail du fil diamante:

Les principaux facteurs déterminant le régime de travail de fil diamanté sont les suivants:

- La vitesse de déplacement du fil est de 40 (m/s).
- La pression normale du fil sur le massif peut atteindre 250 à 300 kg.t/cm<sup>2</sup>.
- La consommation horaire en eau est évaluée à environ de 180 l/h.
- La consommation du fil est de 0.04 (m/m<sup>2</sup>).



**III.4.2 Les machines de coupage :**

La machine automatique qui entraîne le fil diamanté passant autour de la surface à il est nécessaire pour cela de forer trous qui doivent recevoir le fil diamanté , lesquels doivent se joindre .

**III.4.2.1 La foration des trous :**

La foration des trous qui recevoir le fil diamanté se fait par une foreuse de roche à chaîne pneumatique permettant un fonctionnement vertical et horizontal et **doté d'un** marteau de perçage – base .cet outil est particulièrement recommandé pour préparer les coupes à fil diamanté dans le marbre ,granite et les matériaux durs. [23]

Dans la carrière on utilise un marteau ATLASCOPCO



*Fig III.07 : marteau de perforation ATLASCOPCO*

**III.4.3 Sciage par haveuse :**

La haveuse à pierre est le développement conséquent des types de machines déjà connus. Les avantages reconnus de la pratique ont été compris dans le nouveau concept. Une hydraulique robuste étant employée à l'industrie mécanique lourde garantit un emploi sûr en carrière rugueuse.

Le bâti de la machine élargi augmente essentiellement la sécurité de stationnement. Les manipulateurs et les boutons pour servir la machine sont placés bien disposés et ainsi permettent un confort le plus grand que possible pour les servants.

Le système total se distingue par une grande sûreté et rentabilité avec un bras de havage qui a été souvent testé. Les bandes de roulement du bras de havage sont pauvres en usures et échangeable en pièces séparées. La chaîne-haveuse est formée de cette façon que le manche de ciseau, les membres intermédiaires et les boulons de raccordement peuvent être tournés plusieurs fois à cause de leur forme symétrique.

De plus la chaîne-haveuse est continuellement enduite d'une graisse spéciale hydrofuge et biodégradable par une pompe de graissage électriquement excitée pendant le havage. Une vitesse de chaîne de 0,8 (m/sec) peut être atteinte à une vitesse d'avancement réglable de 0,25 (m/min).

La condition principale d'utilisation de cette méthode est que la forme du front de taille doit être en échiquier pour avoir un grand espace pour l'installation de ces machines de sciage . [21]

### **III.4.3.1 Caractéristiques principales de la haveuse utilisée à la carrière de Filfila:**

Dans la carrière du marbre de Filfila , on utilise deux (02) modèles des haveuses avec leur principaux caractéristiques qui sont :

#### **La haveuse de type KORFMAN ST 50 VH :**

**Tableau. III-2 :** Les caractéristiques techniques de la haveuse de type KORFMAN ST 50 VH [2]

<b>Caractéristique</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unités</b>
Puissance installé	52.7	KW
Vitesse d'avancement	1.8 ÷ 2.5	cm / min
Production horaire	6	m <sup>2</sup> /h
Consommation spécifique de graisse	4 ÷ 5	Kg /jour
Profondeur de la coupe maximale	3.4	m
Longueur du bras de havage	2.5	m

#### **La haveuse type benetti super jet-belt 950 :**

- ✓ Puissance installé : 50 (KW)
- ✓ Vitesse d'avancement : 1.2 ÷ 2 (cm/min)

- ✓ Production horaire :  $4 \div 5$  (m<sup>2</sup>/h)
- ✓ La quantité nécessaire d'eau : 70 (l/min)
- ✓ Profondeur de la coupe maximale : 3.35 (m) [25]



**FIG III.08: LA HAVEUSE TYPE BENETTI**

#### **III.4.3.2 Fonctionnement de la haveuse :**

La haveuse se déplace sur des rails de guidage. La longueur de ces rails est ajustée en fonction des conditions spécifiques de la carrière, ce qui permet une adaptation optimale aux différentes configurations et dimensions des blocs à scier. Grâce à ce système, la haveuse peut effectuer des coupes précises sur les différentes faces d'un bloc, rendant ainsi le bloc commercialisable en atteignant les dimensions désirées.[21]

#### **III.4.3.3 Facteurs déterminant le régime de travail de la haveuse :**

- **Vitesse de la chaîne :** C'est la rapidité avec laquelle la chaîne se déplace, influençant directement l'efficacité du sciage. Une vitesse appropriée est cruciale pour une coupe nette et rapide.
- **Vitesse de rotation de la chaîne sur guidage :** Cette vitesse concerne le mouvement de rotation de la chaîne autour de son guide. Elle doit être optimisée pour garantir une coupe régulière et éviter l'usure prématurée de la chaîne et des composants.

- **Nombre et disposition des plaquettes diamantées synthétiques sur la chaîne :** Les plaquettes diamantées synthétiques sont les éléments coupants fixés sur la chaîne. Leur nombre et leur disposition affectent la qualité de la coupe et la durabilité de la chaîne. Une disposition bien étudiée permet une répartition uniforme de l'effort de coupe et une meilleure longévité des plaquettes.
- **Distance entre la machine et la masse :** La distance entre la haveuse et le bloc de pierre (la masse) doit être soigneusement calibrée pour assurer une coupe efficace et sécurisée. Une distance appropriée permet également de minimiser les vibrations et les contraintes mécaniques sur la machine [25]

### **III.5 Processus de l'opération d'exploitation du marbre de Filfila :**

Le travail d'exploitation du marbre de Fil fila s'effectuait au moyen de fil diamanté en Combinaison avec la haveuse. Cette méthode est la plus utilisée et la plus rationnelle dans la carrière de Fil fila.

Ce procédé consiste à effectuer une coupe horizontale par la haveuse puis on pratique une perforation de (02) deux trous verticaux à la hauteur du front pour faire la saignée de la haveuse. Après avoir réalisé toutes ces opérations on entame le sciage vertical de la masse ; plus les (02) deux coupes latéraux par une machine diamantée ; la disposition de cette dernière méthode se fait soit au niveau supérieur du front soit au niveau inférieur de ce dernier. [8][

### **III.6 Culbutage des masses :**

Le Fil diamanté sortant des trous de foration et de la saignée sera relié à la machine diamantée qui le fera tourner provoquant ainsi le sciage de la masse (sciage vertical et sciage latéral). Après avoir complètement détaché la masse du massif, on procède au culbutage dans le but de faciliter les travaux de débitage. [19]

#### **III.6.1 Les étapes de culbutage des masses :**

##### **❖ 1<sup>ère</sup> étape :**

Elle comporte l'élargissement préliminaire de la fente qui se fait au début par les coins.

##### **❖ 2<sup>ème</sup> étape :**

La masse est déplacée puis basculée par le bras d'abattage de la pelle chargeuse (ou par un vérin ou un bulldozer) sur un matelas de terrain meuble. En même temps, des morceaux de

marbre sont introduits dans la fonte. L'opération se poursuit jusqu'au renversement complet de la masse[20]



**Fig III.09: Renversement de la masse à l'aide de trax**



**Fig III.10 : bloc abattus sur un matelas**

- **Dimension des Masses :**

Les masses abattues devront avoir les dimensions minimales suivantes :

- ✓ Longueur : 10 (m)
- ✓ Largeur : 6(m)
- ✓ Hauteur : de 1,8 (m)
- ✓ Volume optimal brut :  $108(m^3)$

### **III.7 Débitage des masses:**

Le débitage des masses de marbre est le processus de découpe et de transformation des blocs bruts en morceaux plus petits, généralement utilisés pour fabriquer des produits finis tels que des dalles, des carreaux, des sculptures ou d'autres objets en marbre. Ce processus peut être

réalisé de différentes manières, en fonction de la taille et de la forme des pièces requises, ainsi que des caractéristiques spécifiques du marbre. [21]

Traditionnellement, le débitage du marbre était réalisé manuellement à l'aide d'outils simples tels que des ciseaux, des coins et des masses. Cela nécessitait souvent un travail intensif et précis pour découper le marbre aux dimensions et formes désirées.

Aujourd'hui, le débitage des masses de marbre est généralement réalisé à l'aide de machines spécialisées, telles que des scies à fil diamanté ou par forage et division en plusieurs blocs parallélépipédiques. Ces blocs ont les dimensions suivantes :

- Longueur : de 1,5 à 2,80 mètres
- Largeur : de 1,5 à 1,80 mètres
- Hauteur : de 1,2 à 1,60 mètres

Les blocs doivent avoir un volume minimum de 1,5 m<sup>3</sup> et un maximum de 7 m<sup>3</sup>. Pour cela, un traçage préliminaire des masses renversées est réalisé à l'aide d'un marqueur avant de procéder au débitage.



**Fig III.11 : Débitage des masses**

### **III .8 Le chargement et le transport des blocs :**

Le but principal du chargement et transport de carrières est le déplacement de la masse minière des chantiers aux points de déchargement qui sont les terrils pour les roches stériles et les stocks ou les trémies de réception des usines de traitement pour les minéraux utiles. [9]



**III.8.1 Le chargements de bloc :**

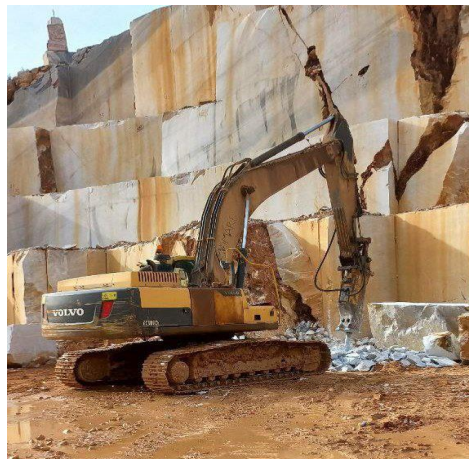
Au niveau de la carrière du marbre de Filfila .On procède au chargement des blocs au moyens de grus mobile ZOOMLION (QY40V).Leur caractéristiques sont représentent dans le tableau suivant :

**Tableau. III-3** : Les caractéristiques techniques de grus mobiles ZOOMLION (QY40V).[26]

Paramètres	Valeur	unité
Poids à total de charge	36900	kg
Poids à vide	36770	Kg
Vitesse de transport	76	Km/h
Rayon de braquage	24	m
Pente max	30	%
Longueur du bras	9.15	m
Dimensions hors tous	12900*2750*3660	mm
Capacité nominal max	4000	Kg
Vitesse d'orientation	0-2.2	r/min
Durée de levée de la flèche	80	s
Durée de coulissement de la flèche	40	s

**III .8.2 Le Chargement du moellon :**

Après les opérations de culbutage et de débitage des masses, les chutes de marbre et les blocs très fissurés doivent être fragmentés à l'aide d'une pise roche, puis chargés et transportés vers le concasseur.



**Fig III.12** : débitage des moellons par brise roche

Le chargement des moellons ce fait par une chargeuse Caterpillar 980H

**III.8.3 Le transport :**

Le transport est l'un des processus principaux le plus important dans l'exploitation des carrières à ciel ouvert. Dans la carrière du marbre on a deux (02) méthode qui sont :

Le Transport par chargeuse, concerne de déplacer les masses après le débitage vers le stockage.



**Fig III.13 : Déplacement des blocs**

Le transport des blocs marchands de la carrière à l'usine de traitement est assuré par des camions plateaux.

**Conclusion :**

L'extraction de marbre se fait phase par phase. Il est toujours nécessaire de respecter ce qui se trouve dans la carrière et de travailler de manière régulière pour extraire le marbre de la meilleure façon possible tout en assurant la sécurité.



**Chapitre VI: Comparaison  
technique des méthodes  
d'exploitation du marbre**

# Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

L'objectif de ce travail est d'étudier et d'analyser les méthodes de sciage du marbre, à savoir : la méthode classique qui concerne la méthode au fil diamanté et la méthode combinée 'machine diamanté et haveuse', puis nous avons amélioré la méthode combinée.

## VI. 1 Sciage par fil diamanté

La séparation des masses du massif par la machine à fil diamanté s'effectue selon les étapes suivantes :

### 1. Travaux préparatoires.

- nettoyage des fronts d'attaque : concernant les plateformes de travail, un travail de terrassement est déjà fait pour libérer un espace bien déterminé pendant 1 mois environ 2000m libérés .Le temps moyen de terrassement est 2h / jour.
- Forage d'un trou horizontal
- Forage de deux trous verticaux

### 2. Travaux d'exploitation

- **Sciage Horizontal** : Sciage de la masse suivant la largeur et la longueur, avec des étapes de démontage, pose de rails, et emplacement du fil diamanté.
- **Sciage Vertical** : Sciage suivant la hauteur et la largeur de la masse.
- **Culbutage des Masses** : Utilisation d'un trax pour préparer et culbuter les masses.
- **Débitage des Masses** : Découpe des blocs de marbre en blocs marchands de dimensions spécifiques.

### Calculs techniques :

D'après notre mesure , On a les dimensions suivantes Pour un bloc de Volume de  $100.8m^3$  On a les dimensions suivantes :

- $L=10$ , (m)
- $H=5.6$ , (m)
- $l=1.8$ , (m)

#### VI.1 .1 Forage des trous :

##### VI.1 .1.1 Forage de trou horizontal de diamètre 60 (mm):

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

Le temps de forage est calculé par la formule suivante :

$$T(60) = \left(\frac{L(\text{tr.h})}{v_f} + T(\text{fix}) + T(\text{aux})\right) * K_u; \quad (\text{h})$$

Avec :

- **L(tr.h)** : Longueur du trou horizontal ,  $L(\text{tr.h}) = 10 \text{ (m)}$  ,
- **T(fix)** : Temps de fixation de la machine ,  $T(\text{fix}) = 12(\text{min}) = 0.2 \text{ (h)}$
- **T(aux)** : Temps auxiliaire ,  $T(\text{aux}) = 30 \text{ (min)} = 0.5 \text{ (h)}$
- **V(f)** : vitesse de forage ,  $V(f) = 4 \text{ (m/h)}$
- **Ku** : coefficient d'utilisation de la machine **0.8**
- $T(60) = \left(\frac{10}{4} + 0.2 + 0.5\right) * 0.8$
- $T(60) = 3.2 * 0.8$
- $T(60) = 2.56 \text{ , (h)}$

### VI.1.1.2 Forage des trous verticaux de diamètre 90 (mm):

Selon la formule suivante :

- $T_{1,2}(90) = \left(\frac{L_{1,2}(\text{Trv})}{v_f} + T(\text{fix}) + T(\text{aux})\right) * K_u$
- **L(tr.v)** : Longueur du trou vertical
- $L_1(\text{tr.v}) = 5.6 \text{ (m)}$
- $L_2(\text{tr.v}) = 5.6 \text{ (m)}$
- **V(f)** : vitesse de forage ,  $V(f) = 6 \text{ (m/h)}$
- **Ku** : coefficient d'utilisation de la machine **0.8**
- $T_1(90) = \left(\frac{5.6}{6} + 0.2 + 0.5\right) * 0.8$
- $T_1(90) = 1.63 * 0.8$
- $T_1(90) = 1.30 \text{ , (h)}$
- $T_2(90) = \left(\frac{5.6}{6} + 0.2 + 0.5\right) * 0.8$
- $T_2(90) = 1.63 * 0.8$
- $T_2(90) = 1.30 \text{ , (h)}$

**La durée du cycle de forage et donc :**

- $T_f = T(60) + T_1(90) + T_2(90), \text{ (h)}$

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

–  $T_f = 2.56 + 1.30 + 1.30 = 5.16$  , (h)

Voici un tableau récapitulatif des calculs :

**Tableau. IV-1** : Tableau récapitulatif des calculs du cycle de forage

Paramètres et unités.	Indices	Valeur
Temps de forage du trou horizontal de diamètre (60 mm) (h)	T(60)	2.56
Temps de forage du trou Vertical 90mm (h)	T <sub>1</sub> (90)	1.30
	T <sub>2</sub> (90)	1.30
Durée du cycle de forage, (heures)	T <sub>f</sub>	5.16

### VI.1.2 Sciage horizontal de la masse :

Le processus de sciage s'effectue suivant les étapes suivantes :

- Démontage du fil diamanté et déplacement de la machine (45min):  $T(\text{dép}) = 0.75$  (h).
- Pose des rails de la machine à fil diamanté qui prend un temps de 24 (min) :  $T(\text{rail}) = 0.41$  (h).
- La pose de la machine sur les rails,(9min) :  $T(\text{mach}) = 0.15$  (h).
- Emplacement du fil diamanté (l'introduction du fil dans les trous et le raccordement).
- T1 : temps d'introduction du fil dans les trous, (18min) :  $T_1 = 0.3$  (h).
- T2 : temps de raccordement ,(10min) :  $T_2 = 0.16$  (h).

**Le temps de sciage horizontal ce calcul par la formule suivante :**

–  $T(\text{sh}) = \frac{L(\text{m}) * l(\text{m})}{R(\text{sh})}$  , (h)

– L : longueur de la masse =10 , (m)

– l : largeur de la masse =1.8 , (m)

– R(sh) : rendement de sciage horizontal :  $R(\text{sh}) = 4.45$  (m<sup>2</sup>/h)

–  $T(\text{sh}) = \frac{10 * 1.8}{4.45}$

–  $T(\text{sh}) = 4.04$  , (h)

**La durée d'un cycle pour le sciage horizontal de la masse est donc :**

–  $T(\text{h}) = ( T(\text{dép}) + T(\text{rail}) + T(\text{mach}) + T_1 + T_2 + T(\text{sh}) ) * K_u$  , (h)

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

- $K_u$  : coefficient d'utilisation de la machine 0.9
- $T(h) = (0.75 + 0.41 + 0.15 + 0.3 + 0.16 + 4.04) * 0.9$
- $T(h) = 5.81 * 0.9 = 5.22$  , (h)

### VI.1.3 Sciage vertical suivant la longueur de la masse :

Le temps de sciage vertical suivant la longueur de la masse est calculé par la formule suivante :

- $T(sv_1) = \frac{H(m) * L(m)}{R(sv)}$  , (h)
- $H$  : hauteur de la masse = 5.6 , (m)
- $L$  : longueur de la masse = 10 , (m)
- $R(sv)$  : Rendement de sciage vertical :  $R(sv) = 4.45$  , (m<sup>2</sup>/h)
- $T(sv_1) = \frac{5.6 * 10}{4.45} = 12.58$  , (h)

Donc la durée d'un cycle pour le sciage vertical suivant la longueur de la masse se calcul par la formule suivante :

- $T(v_1) = ( (T(dép) + T(rail) + T(mach) + T_1 + T_2 + T(sv_1)) * K_u$  , (h)
- $K_u$  : coefficient d'utilisation de la machine 0.9
- $T(v_1) = ( 0.75 + 0.41 + 0.15 + 0.16 + 0.3 + 12.58) * 0.9$
- $T(V_1) = 14.35h * 0.9 = 12.91$  , (h)

### VI.1.4 Sciage vertical suivant la largeur de la masse :

Le temps de sciage vertical suivant la largeur de la masse est calculé par la formule suivante :

- $T(sv_2) = \frac{H(m) * l(m)}{R(sv)}$  , (h)
- $H$  : hauteur de la masse ; = 5.6, (m)
- $l$  : largeur de la masse = 1.8, (m)
- $T(SV_2) = \frac{5.6 * 1.8}{4.45} = 2.26$  , (h)
- La durée d'un cycle pour le sciage vertical suivant la largeur de la masse est donc :
- $T(v_2) = (T(dép) + T(rail) + T(mach) + T_1 + T_2 + T(sv_2)) * K_u$  , (h)
- $K_u$  : coefficient d'utilisation de la machine 0.9

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

- $T(V_2) = (0.75+0.41+0.15+0.16+0.3+2.26)*0.9$
- $T(V_2) = 4.03h*0.9 = 3.6$  , (h)

**Le rendement de sciage en fil diamanté est donc :**

$$R(f.d) = \frac{S(1)+S(2)+S(3)}{T(sfd)} ; (m^2/h)$$

**Avec :**

- $S(1)$  : surface horizontal à scier = 18 , (m<sup>2</sup>)
- $S(2)$  : Surface vertical à scier suivant la longueur de la masse= 56 , (m<sup>2</sup>)
- $S(3)$  : Surface vertical à scier suivant la largeur de la masse=10.08 ,(m<sup>2</sup>)
- $ST=S(1)+S(2)+S(3)$
- $ST= 18 + 56+10.08$
- $ST= 84.08$  , (m<sup>2</sup>)
- $T(sfd)$  : Durée totale de sciage de la masse par fil diamanté :
- $T(sfd)=T_t +T_f+ T(sh)+T(v_1)+T(v_2)$
- $T_t$ = temps de terrassement 2 (h)
- $T(sfd)=2+5.16+5.22+12.91+3.6 = 28.89$  ,(h)

**Donc :**

- $R(f.d)=\frac{84.08}{28.89}$
- $R(f.d)=2.91$  , (m<sup>2</sup>/h)
- Pour les résultats Voici tableau récapitulatif :

**Tableau. IV-2 :** Tableau récapitulatif des calculs

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

Paramètres et unités	Indices	Valeurs
Temps de sciage horizontal.(h)	T(sh)	4.04
La durée d'un cycle pour le sciage horizontal de la masse.(h)	T(h)	5.22
Temps de sciage vertical suivant la longueur de la masse.	T(sv <sub>1</sub> )	12.58
durée d'un cycle pour sciage vertical suivant la longueur. (h)	T(v <sub>1</sub> )	12.91
Temps de sciage vertical suivant la largeur de la masse. (h)	T(sv <sub>2</sub> )	2.66
durée d'un cycle pour sciage vertical suivant la largeur . (h)	T(v <sub>2</sub> )	3.6
Durée total de sciage de la masse par fil diamanté. (h)	T(sfd)	<b>28.89</b>
Rendement du sciage par fil diamanté (m <sup>2</sup> /h)	R(f.d)	<b>2.91</b>

### VI .1.5 Culbutage des masses lors du sciage par fil diamanté :

Le culbutage des masses ce fait par un trax et la durée du cycle technologique des opérations de culbutage d'une masse se compose des quatres temps suivants :

- T1 : la préparation du matelas par un trax ,  $T1 = 30 \text{ (min)} = 0.5 \text{ , (h)}$
- T2 : l'élargissement préliminaire de la fonte ,  $T2 = 15 \text{ (min)} = 0.25 \text{ , (h)}$
- T3 : l'écartement de la masse par trax ,  $T3 = 10 \text{ (min)} = 0.16 \text{ , (h)}$
- T4 : déversement de la masse par le godet de trax :  $T4 = T_{d.T} + n * T_c \text{ , (h)}$

**Avec :**

- $T_{d.T}$  : durée de déplacement du trax ,  $T_{d.T} = 15 \text{ (min)} = 0.25 \text{ , (h)}$
- n : nombre d'écartement par le trax ,  $n = 6 \text{ (fois)}$
- $T_c$  : durée de la chute ,  $T_c = 8 \text{ (min)} = 0.13 \text{ , (h)}$
- $T4 = 0.25 + 6 * 0.13 = 1.03 \text{ , (h)}$
- La durée d'cycle de culbutage de la masse est donc :
- $T_{c.m} = (T1 + T2 + T3 + T4) * K_u \text{ , (h)}$
- $K_u$  : coefficient d'utilisation de la machine 0.9
- $T_{c.m} = (0.5 + 0.25 + 0.16 + 1.03) * 0.9$
- $T_{c.m} = 1.94 * 0.9 = 1.74 \text{ , (h)}$

Les résultats des calculs sont sur le tableau suivant :

**Tableau. IV-03 :** Tableau récapitulatif des calculs de culbutage de la méthode classique

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

Paramètre et unités	Indices	Valeurs
déversement de la masse par le godet de trax ,(h)	T4	1.03
La durée d'un cycle de culbutage. (h)	Tc.m	<b>1.74</b>

### VI .1.6 Débitage des masses au moyen du fil diamanté

La durée de débitage d'une masse à travers le sciage au fil diamanté est calculé par la formule suivante :

–  $T_{\text{dép}} = (T_m + t_d) * K_u$  , (h)

– Avec :

–  $T_m$  : temps de manœuvre de la machine, (h)

– Il ce calcule par la formule suivante :

–  $T_m = t_m * n_m$  , (h)

**Avec :**

–  $t_m$  : temps de chaque manœuvre de la machine ,  $t_m = 24 \text{ (min)} = 0.4$  , (h)

–  $n_m$  : nombre de manœuvre ,  $n_m = 8$

–  $T_m = 0.4 * 8 = 3.2$  , (h)

–  $t_d$  : temps de débitage ,  $t_d = S / V_s$  , (h)

– Ou :

–  $S$  : la surface à scié pour le débitage d'une masse ce calcul comme suit :

–  $S = (h_b * b_m * n_b) + (L_m * h_b)$  , ( $m^2$ )

**On a:**

–  $h_b$  : la hauteur du bloc ,  $h_b = 5.6$  , (m)

–  $b_m$  : la largeur de la masse ,  $b_m = 1.8$  , (m)

–  $n_b$  : nombre de bloc suivant largeur de la masse ,  $n_b = 3$  bloc

–  $L_m$  : longueur de la masse ,  $L_m = 10$  , (m)

–  $S = (5.6 * 1.8 * 3) + (10 * 5.6)$

–  $S = 86.24$  , ( $m^2$ )

–  $V_s$  : rendement de sciage d'une masse au fil diamanté ,  $V_s = 7.45$  , ( $m^2/h$ )

**Donc :**



## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

- $T_d = 86.24 / 7.45 = 11.57$  , (h)
- **Donc** ; La durée de débitage d'une masse :
- $T_{dép} = (11.57 + 3.2) * k_u$
- **Ku : 0.9**
- $T_{dép} = 14.77 * 0.9 = 13.29$  , (h)

voici le tableau des résultats

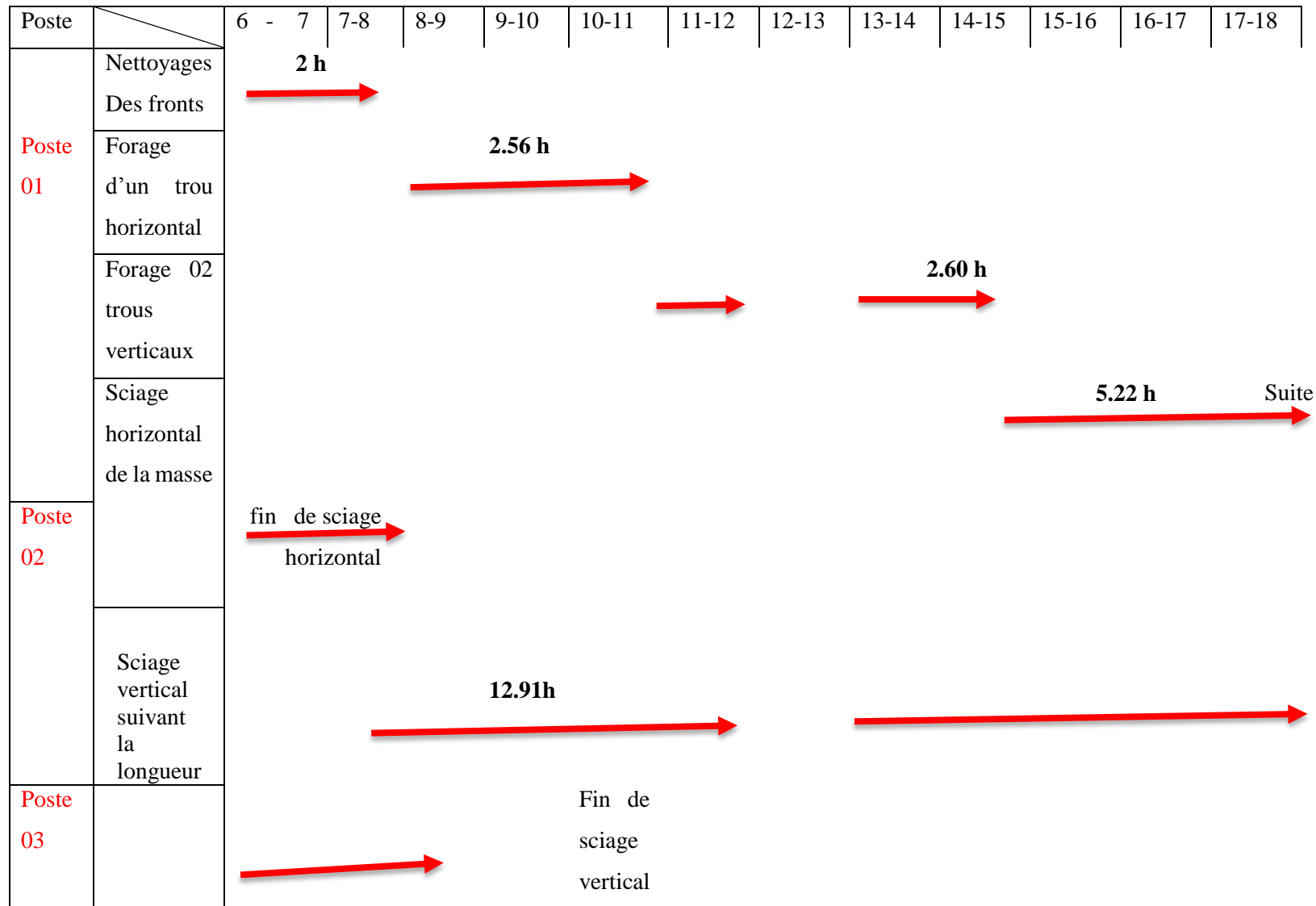
**Tableau . IV-04** : Tableau récapitulatif des calculs de débitage de la méthode classique

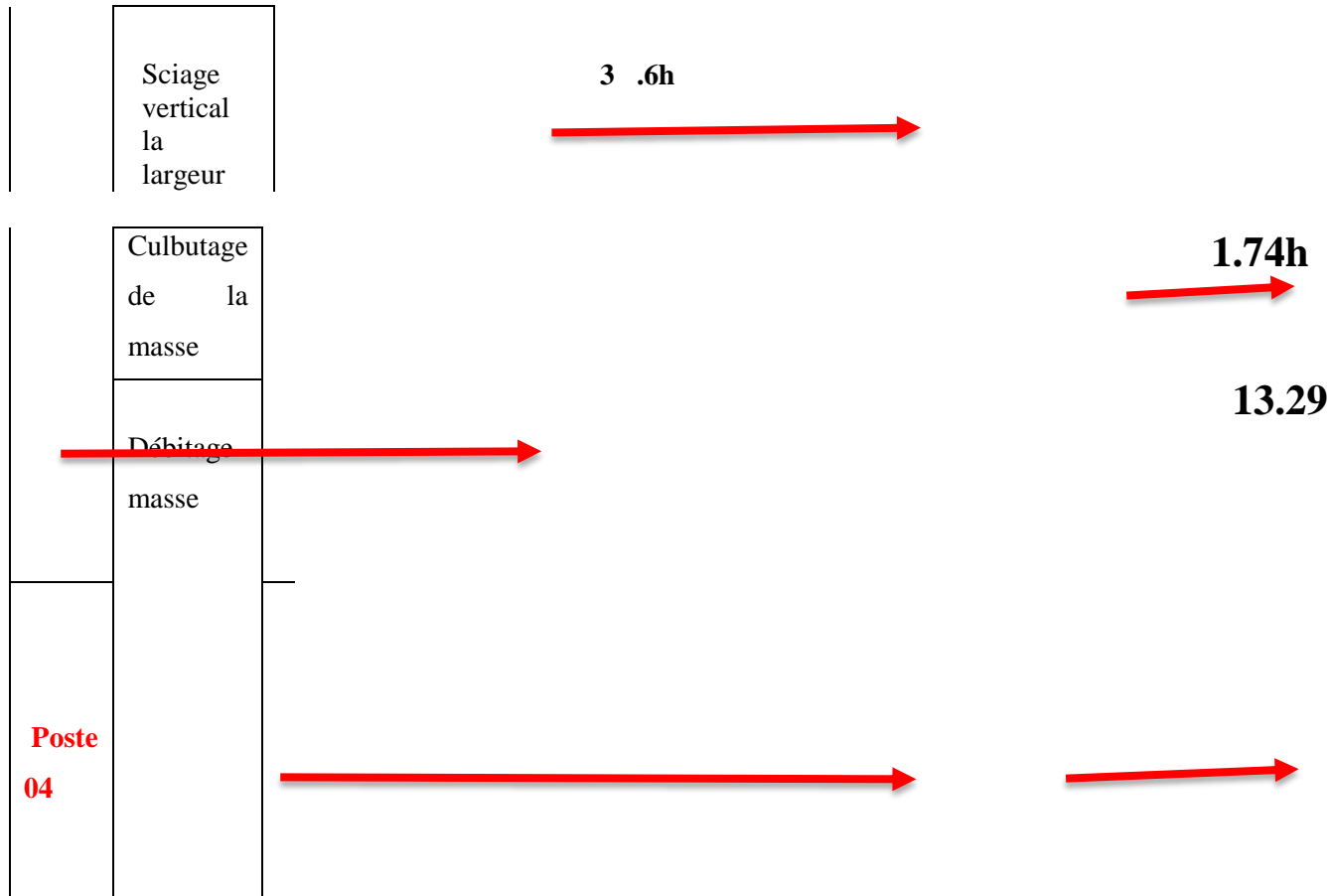
Paramètres et unités	Indices	Valeurs
temps de manœuvre de la machine, (h)	Tm	3.2
Surface à scier pour le débitage d'une masse (m <sup>2</sup> )	S	86.24
Temps de débitage .(h)	Td	11.57
Durée de débitage d'une masse au fil diamanté (h)	T <sub>dép</sub>	<b>13.29</b>

- La durée total de tous les opération est calculée :  $H_t = T(sfd) + T_c.m + T_{dép}$  , (h)
- $H_t = 28.89 + 1.74 + 13.29$
- $H_t = 43.92$  , (h)

### VI .1.7 Cyclograme de travaux niveau (495 )m :

**Durant : 43.92 , (h)**





## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

### VI.1.8 Production annuel :

\*Nombre de bloc par mois calculé par la formule suivante ;

$$n = h_{\text{ouvre}} / Ht$$

**Dont :**

$$H_{\text{ou}} : \text{heurs ouvrable par ans est calculé : } H_{\text{ou}} = T_p * N_j, (h)$$

$$T_p : \text{le temps de poste, } T_p = 12, (h)$$

$$N_j : \text{nombre de jours, } N_j = 30, (\text{jours})$$

$$H_{\text{ou}} = 12 * 30 = 360, (h)$$

$$\text{Alors : } n = 360 / 43,92 = 8 \text{ Bloc/ mois}$$

\*volume de bloc par mois calculé par la formule suivante :

$$V_{\text{mois}} = n * V_b$$

$$V_b = \text{Volume de bloc} = 100.8, (m^3)$$

$$V_{\text{mois}} = 100.8 * 8 = 806.4, (m^3)$$

**Donc :**

**La production annuel est calculée par la formule suivante :**

$$Pa = V_{\text{mois}} * N_{\text{mois}} * 4 \text{ sites}, (m^3/\text{ans})$$

$$N_{\text{mois}} = \text{Nombre des mois} = 11 \text{ mois}$$

$$4 \text{ sites} = (495, 500, 512, 514), (m)$$

$$Pa = 806.4 * 11 = 8870.4 (m^3/\text{ans}) * 4 \text{ sites} = 35480, (m^3/\text{ans})$$

### VI.1.9 Résultats et discussions :

D'après les résultats et les rendements calculé ; on a observé que les résultats sont acceptables par rapport aux conditions actuelles de la carrière ; et dans la méthode classique de fil diamanté et dans les meilleurs conditions d'exploitation à travers 4 sites à savoir niveau (495,500 ,512 ,514) m qui donne un volume 35480 (m<sup>3</sup>/ans) qui jouent un rôle spécial dans la performance de nous résultats il existe des paramètres qui influent sur la production, qui sont comme suit

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

- Coefficient des intempéries 0.1 → 3548
  - Coefficient de Qualité de la roche 0.1 → 3548
  - Coefficient La temps effective 0.1 → 3548
- } 10644 (m<sup>3</sup>)

Vu les paramètres qui pénalise la production ou l'exploitation de marbre, la production annuelle réelle est de l'ordre de 25014 ( m<sup>3</sup>/ans).

### VI. 2 La méthode combinée :

Cette technique implique de combiner l'utilisation d'une haveuse et d'une machine à fil diamanté pour réaliser les opérations suivantes :

#### Travaux préparatoires.

Nettoyage des fronts d'attaque : concernant les plateformes de travail, un travail de terrassement est déjà faite pour libéré un espace bien déterminer pendant 1mois environ 2000m libérés

Le temps moyenne de terrassement est 2h / jour

- Forage un trou vertical

#### Travaux d'exploitation

- Sciage vertical suivant la largeur de la masse.
- Sciage vertical suivant la longueur de la masse.
- Culbutage des masses.
- Débitage des masses en blocs marchands

-Pour un bloc de Volume de 112.32m<sup>3</sup> On a les dimensions suivants :

- L=10.4 ,(m)
- H=6 ,(m)
- l=1.8 ,(m)

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

### VI . 2.1 Forage des trous :

#### VI . 2.1.1 Forage un trou vertical de diamètre 90 (mm):

Durant que :

- **Ku :coefficient d'utilisation 0.8**
- Selon la formule suivante :
- $T(90) = \left(\frac{L(\text{Trv})}{V_f} + T(\text{fix}) + T(\text{aux})\right) * K_u$  , (h)
- $L(\text{tr.v})$  : Longueur du trou vertical =6, (m)
- $V(f)$  : vitesse de forage ,  $V(f) = 6$  , (m/h)
- $T(\text{fix})$  : temps de fixation de la machine ,  $T(\text{fix}) = 48(\text{min}) = 0.8$  (h)
- $T(\text{aux})$  : temps auxiliaire ,  $T(\text{aux}) = 30(\text{min}) = 0.5$  (h)
- $T(90) = \left(\frac{6}{6} + 0.8 + 0.5\right) * 0.8$
- $T(90) = 2.3 * 0.8$
- $T(90) = 1.84$  , (h)
- Voici un tableau récapitulatif des calculs :

**Tableau . IV-06** : Tableau récapitulatif des calculs de forage

Paramètres et unités	Indices	Valeurs
Temps de forage du trou Vertical 90(mm) . (h)	T (90)	2.3
Durée du cycle de forage, (heures)	Tf	<b>1.84</b>

### VI . 2.2 Sciage horizontal de la masse par haveuse :

Le processus de sciage ce compose des opérations suivantes :

- Pose des rails :  $T_{\text{rail}} = 30$  (min) = 0.5 , (h)
- Emplacement de la machine :  $T_{\text{emp}} = 24$  (min) = 0.41 , (h)
- Déplacement de la machine :  $T_{\text{dép}} = 45$  (min) = 0.6 , (h)

On détermine le temps pour le sciage horizontal de la masse avec la haveuse en utilisant la formule suivante :

-  $T(\text{sh}) = \frac{L * l}{Rsh}$  , (h)

Avec :

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

- L (m) : la longueur de la masse , L (m) = 10.4 , (m)
- l (m) : largeur de la masse , l (m) = 1.8 , (m)
- R(s.h) : rendement du sciage horizontal , R(s.h) = 3.9 , (m<sup>2</sup>/h)

**Donc :**

- $T(\text{sh}) = \frac{10.4 \cdot 1.8}{3.9} = 4.8$  , (h)
- La durée du cycle de sciage horizontal est :
- $T(\text{h}) = (\text{Trail} + \text{Temp} + \text{Tdép} + T(\text{sh})) \cdot K_u$  , (h)
- $K_u$ : coefficient d'utilisation 0.8
- $T(\text{h}) = (0.5 + 0.41 + 0.6 + 4.8) \cdot 0.8$  , (h)
- $T(\text{h}) = 6.3$  (h) \* 0.8
- $T(\text{h}) = 5.04$  , (h)

### VI . 2.3 Sciage vertical suivant la largeur de la masse au fil diamanté :

Le processus de cette étape s'effectue selon les opérations suivantes :

- Pose des rails : Trail = 23 (min) = 0.38 , (h)
- \*Emplacement de la machine : Temp = 25 (min) = 0.41 , (h)
- \*Déplacement de la machine et démontage du FD : Tdép = 40 (min) = 0.66 (h)
- Emplacement du FD : Td = 30 (min) = 0.5 , (h)

Le temps de sciage vertical suivant la largeur de la masse au fil diamanté est calculé par la formule suivante :  $T(\text{sv}_1) = \frac{H \cdot l}{R(\text{sver})}$  (h)

**Avec**

- H : Hauteur de la masse = 6 (m)
- l : largeur de la masse = 1.8 (m)
- R(sv) : rendement de sciage vertical : R(sv) = 4.45 , (m<sup>2</sup>/h)
- $T(\text{sv}_1) = \frac{6 \cdot 1.8}{4.45} = 2.42$  , (h)
- La durée du cycle et donc :
- $T(\text{v}_1) = (\text{Trail} + \text{Temp} + \text{Tdép} + \text{Td} + T(\text{sv}_1)) \cdot k_u$  , (h)
- $k_u$  : coefficient d'utilisation de la machine 0.9
- $T(\text{v}_1) = (0.38 + 0.41 + 0.66 + 0.5 + 2.42) \cdot 0.9$
- $T(\text{v}_1) = 3.93$  , (h)

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

### VI . 2.4 Sciage vertical suivant la longueur de la masse au fil diamanté :

On calcule dans cette étape comme suivant :

$$- T(sv_2) = \frac{H \cdot L}{R(sver)} \text{ (h)}$$

- H : hauteur de la masse = 6 , (m)

- L : Longueur de la masse = 10.4, (m)

$$- T(SV_2) = \frac{6 \cdot 10.4}{4.45} = 14.02 \text{ , (h)}$$

- La durée d'un cycle pour le sciage vertical suivant la largeur de la masse est donc :

$$- T(v_2) = (T_{trail} + T_{temp} + T_{dép} + T_d + t(sv_2)) \cdot K_u \text{ , (h)}$$

-  $K_u$  : coefficient d'utilisation de la machine 0.9

$$- T(V_2) = (0.38 + 0.41 + 0.66 + 0.5 + 14.02) \cdot 0.9$$

$$- T(V_2) = 15.97 \cdot 0.9 = 14.37 \text{ , (h)}$$

### Le rendement de sciage en méthode combiné :

$$- R(s.c) = \frac{S(1) + S(2) + S(3)}{T(c)} ; \text{ (m}^2/\text{h)}$$

Avec :

- **S(1)** : surface horizontal à scier = 18.72 ,(m<sup>2</sup>)

- **S(2)** : Surface vertical à scier suivant la largeur de la masse= 10.8 ,(m<sup>2</sup>)

- **S(3)** : Surface vertical à scier suivant la longueur de la masse= 62.4 ,(m<sup>2</sup>)

$$- ST = S(1) + S(2) + S(3)$$

$$- ST = 18.72 + 10.8 + 62.4$$

$$- ST = 91.92 \text{ ,(m}^2\text{)}$$

- T(c) : Durée totale de sciage de la masse par méthode combiné :

$$- T(c) = T_t + T_f + T(h) + T(v_1) + T(v_2) \text{ , (h)}$$

-  $T_t$  = temps de terrassement 2h

$$- T(c) = 2 + 1.84 + 5.04 + 3.93 + 14.37$$

$$- T(c) = 27.18 \text{ h}$$

Donc :

$$- R(s.c) = \frac{91.92}{27.18}$$



## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

–  $R(s.c)=3.38$  , (m<sup>2</sup>/h)

Pour tous les résultats de l'opération , voici le tableau récapitulatif de résultats

**Tableau . IV-07:** Tableau récapitulatif des calculs

Paramètres et unités	Indices	Valeurs
le temps pour le sciage horizontal de la masse avec la haveuse (h)	T(sh)	4.8
La durée du cycle de sciage horizontal .(h)	T(h)	5.04
Temps se sciage vertical suivant la largeur .(h)	T(sv <sub>1</sub> )	2.42
durée d'un cycle pour sciage vertical suivant la largeur.(h)	T(v <sub>1</sub> )	3.93
Temps de sciage vertical suivant la longueur de la masse. (h)	T(sv <sub>2</sub> )	2.42
durée d'un cycle pour sciage vertical suivant la longueur . (h)	T(v <sub>2</sub> )	14.37
Durée total de sciage de méthode combiné . (h)	T(c)	<b>27.18</b>
Rendement de la méthode combinée (m <sup>2</sup> /h)	R(s.c)	<b>3.38</b>

### VI. 2.5 Culbutage des masses lors du sciage par fil diamanté :

Le culbutage des masses ce fait par un trax et la durée du cycle technologique des opération de culbutage d'une masse se compose des quatre temps suivants :

- **T1** : la préparation du matelas par un trax ,  $T1 = 30$  (min) =0.5 , (h)
- **T2** : l'élargissement préliminaire de la fonte ,  $T2 = 15$  (min) = 0.25 , (h)
- **T3** : l'écartement de la masse par trax ,  $T3 = 10$  (min) = 0.16 , (h)
- **T4** : déversement de la masse par le godet de trax :
- $T4 = T_{d.T} + n * Tc$  , (h)

**Avec :**

- $T_{d.T}$  : durée de déplacement du trax ,  $T_{d.t} = 15$  (min) = 0.25 , (h)
- $n$  : nombre d'écartement par le trax ,  $n = 5$  (fois)
- $Tc$  : durée de la chute ,  $Tc = 8$  (min) = 0.13 , (h)
- $T4 = 0.25 + 5 * 0.13 = 0.9$  , (h)

La durée d'cycle de culbutage de la masse est donc :

- $Tc.m = (T1 + T2 + T3 + T4) * Ku$  , (h)
- $Ku$ : coefficient d'utilisation 0.9

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

- $T_{c.m} = (0.5 + 0.25 + 0.16 + 0.9) * 0.9$
- $T_{c.m} = 1.81 * 0.9 = 1.62$  , (h)

Les résultats des calculs sont sur le tableau suivant :

**Tableau. IV-08 :** Tableau récapitulatif des calculs de culbutage de la méthode combinée

Paramètres et unités	Indices	Valeurs
déversement de la masse par le godet de trax ,(h)	T4	0.9
La durée d'un cycle de culbutage ,(h)	Tc.m	1.62

### VI . 2.6 Débitage des masses au moyen du fil diamanté

La durée de débitage d'une masse à travers le sciage au fil diamanté est calculé par la formule suivante :

- $T_{dép} = (T_m + t_d) * K_u$  , (h)

**Avec :**

- $T_m$  : temps de manœuvre de la machine, (h) . Il se calcule par la formule suivante :
- $T_m = t_m * n_m$  , (h)

**Avec :**

- $t_m$  : temps de chaque manœuvre de la machine ,  $t_m = 15 \text{ (min)} = 0.25$  ,(h)
- $n_m$  : nombre de manœuvre ,  $n_m = 8$
- $T_m = 0.25 * 8 = 2$ , (h)
- $t_d$  : temps de débitage ,  $t_d = S/V_s$  , (h)

**Ou :**

- $S$  : la surface à scier pour le débitage d'une masse ce calcul comme suit :
- $S = (h_b * b_m * n_b) + (L_m * h_b)$  , (h)

**On a:**

- $h_b$  : la hauteur du bloc ,  $h_b = 6$  (m)
- $b_m$  : la largeur de la masse ,  $b_m = 1.8$  (m)
- $n_b$  : nombre de bloc suivant largeur de la masse ,  $n_b = 2$

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

- $L_m$  : longueur de la masse ,  $L_m = 10.4$  (m)
- $S = (6 * 1.8 * 2) + (10.4 * 6)$
- $S = 84$  , (m<sup>2</sup>)
- $V_s$  : rendement de sciage d'une masse au fil diamante ,  $V_s = 7.45$  , (m<sup>2</sup>/h)

**Donc :**

- $td = 84 / 7.45 = 11.27$  , (h)
- **Donc :** la durée de débitage d'une masse :
- $T_{dép} = (11.27 + 2) * k_u$
- $K_u$ : 0.9
- $T_{dép} = 13.27 * 0.9 = 11.94$  ,(h)

-voici le tableau des résultats :

**Tableau. IV-09 :** Tableau récapitulatif des calculs de débitage de la méthode combinée

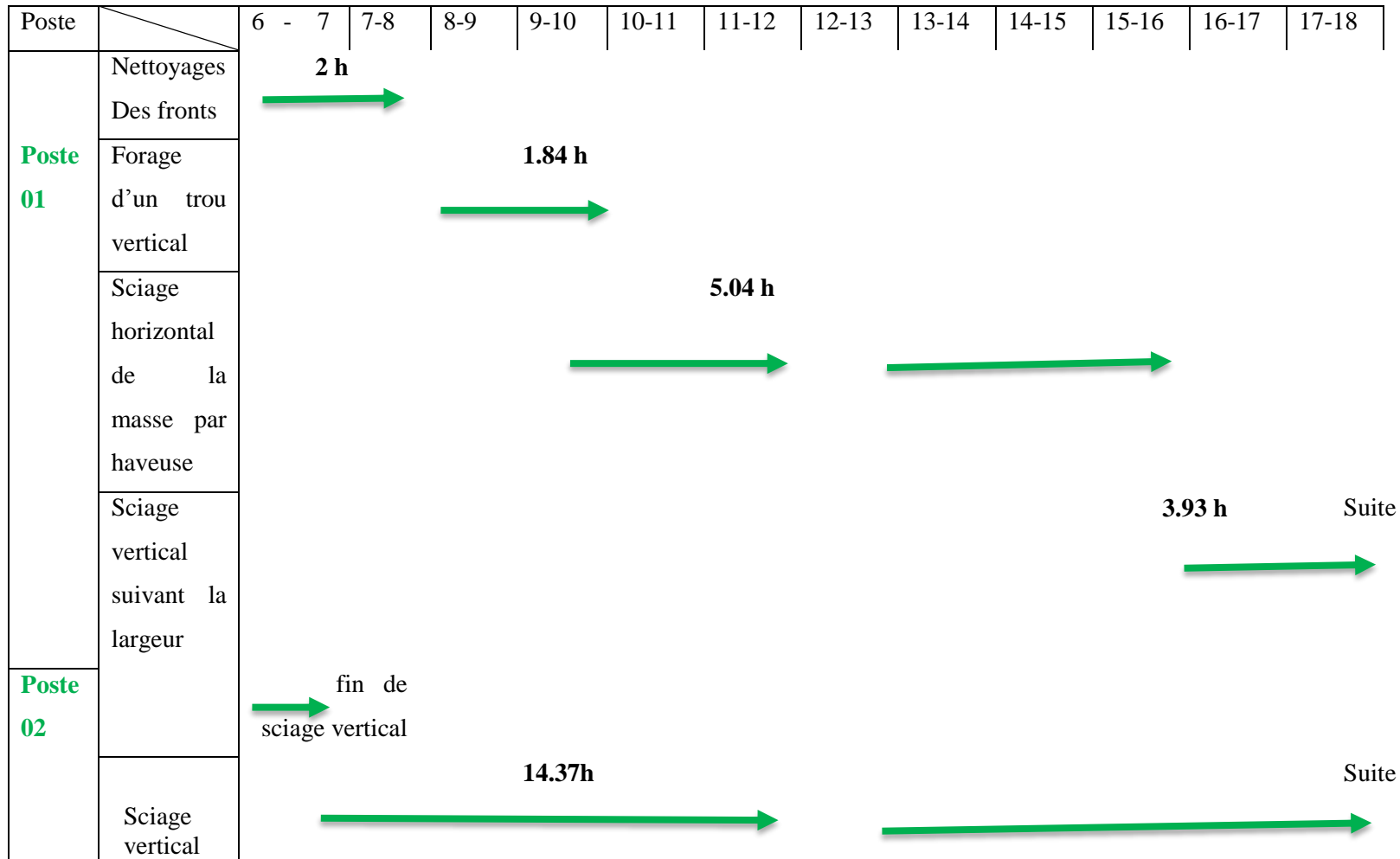
Paramètres et unités	Indices	Valeurs
Temps de manœuvre de la machine .(h)	$T_m$	2
Surface à scier pour le débitage d'une masse .(m <sup>2</sup> )	S	84
Temps de débitage (h)	td	13.27
Durée de débitage d'une masse au fil diamanté (h)	$T_{dép}$	11.94

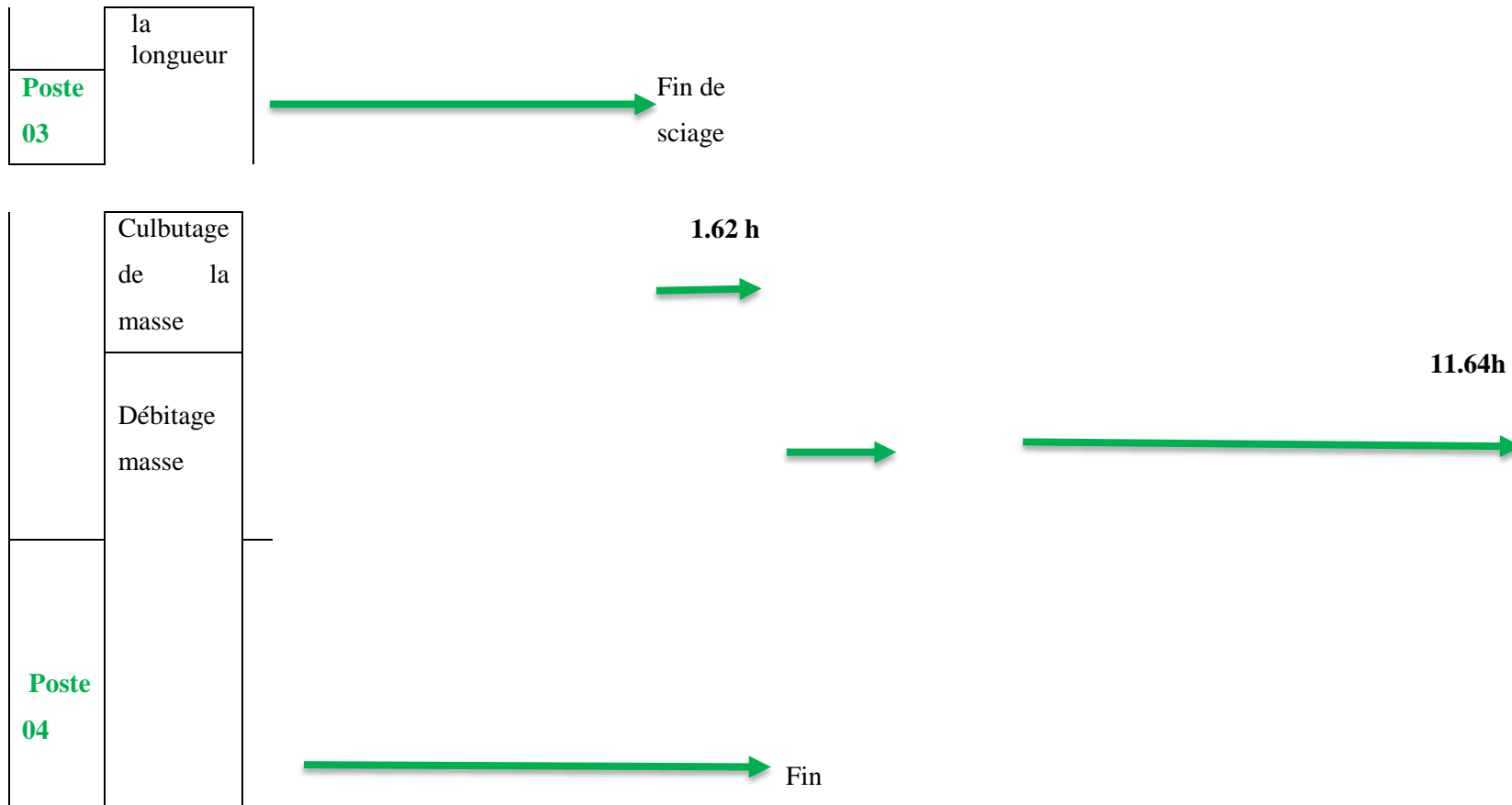
La durée total de tous les opérations est calculée :  $H_t = T(c) + T_c.m + T_{dép}$

- $H_t = 27.18 + 1.62 + 11.94$
- $H_t = 40.74$  , (h)

VI.2.7 Cyclograme de travaux niveau 512m :

Durant : 40.74 , (h)





# Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

## VI. 2.8 Production annuel :

\*Nombre de bloc par mois calculé par la formule suivante ;

–  $n = h_{\text{ouvre}} / Ht$

**Dont :**

–  $H_{\text{ou}}$  : heurs ouvrable par ans est calculé :  $H_{\text{ou}} = T_p * N_j$ , (h)

–  $T_p$  : le temps de poste,  $T_p = 12$ , (h)

–  $N_j$  : nombre de jours,  $N_j = 30$ , (jours)

–  $H_{\text{ou}} = 12 * 30 = 360$ , (h)

– Alors :  $n = 360 / 40,74 = 9$  Bloc/ mois

– \*volume de bloc par mois calculé par la formule suivante :

–  $V_{\text{mois}} = n * V_b$

–  $V_b = \text{Volume de bloc} = 112.32$ , ( $m^3$ )

–  $V_{\text{mois}} = 112.32 * 9 = 1010.88$ , ( $m^3$ )

**Donc :**

– **La production annuel est calculée par la formule suivante :**

–  $Pa = V_{\text{mois}} * N_{\text{mois}} * 4 \text{ sites}$ , ( $m^3/\text{ans}$ )

–  $N_{\text{mois}} = \text{Nombre des mois} = 11 \text{ mois}$

– **4 sites = (495, 500, 512, 514), (m)**

–  **$Pa = 1010.88 * 11 = 11119.68$  ( $m^3/\text{ans}$ ) \* 4 sites = 44478.72, ( $m^3/\text{ans}$ )**

## VI. 2.9 Résultats et discussion :

D’après les résultats et les rendements calculées ; on a observé que les résultats sont acceptables par rapport aux conditions actuelles de la carrière ; et dans la méthode combinée( fil diamanté et haveuse) et dans les meilleurs condition d’exploitation à travers 4 sites à savoir niveau (495,500 ,512 ,514) m qui donne un volume 44478.72  $m^3/\text{ans}$  qui jouent un rôle spécial dans la performance de nous résultats il existe des paramètres qui influent sur la production , qui sont comme suit

• Coefficient des intempéries	0.1	➔	4447.87	} 3343.61 $m^3$
• Coefficient de Qualité de la roche	0.1	➔	4447.87	
• Coefficient La temps effective	0.1	➔	4447.87	

## Chapitre VI: Comparaison technique des méthodes d'exploitation du marbre

---

Vu les paramètres qui pénalise la production ou l'exploitation de marbre, la production annuelle réelle est de l'ordre de 31135.11m<sup>3</sup>/ans.

D'après nos étude , on a fait un tableau de comparaison entre les deux (02) méthodes

**Tableau. IV-11 :** Tableau de comparaison entre les 02Méthodes

Les méthodes	Durée de cycle (heurs)	Rendement (m <sup>2</sup> /h)	Production annuel (m <sup>3</sup> /ans)
Méthode fil diamanté (classique )	<b>43.92</b>	<b>2.91</b>	<b>35480</b>
Méthode combiné (fil diamanté et haveuse)	<b>40.74</b>	<b>3.38</b>	<b>44478.72</b>

Ce tableau final démontre que la méthode combinée se distingue comme la meilleure option sous tous les cotés que ce soit en termes de durée de cycle, de rendement ou de production annuelle.

# **Conclusion général**



## Conclusion général

---

### Conclusion général

En conclusion, l'exploitation du marbre de Filfila représente un patrimoine culturel et un héritage économique vital pour l'Algérie. Ce secteur, profondément enraciné dans l'histoire du pays à travers les âges, a connu une évolution significative, passant des méthodes traditionnelles manuelles aux technologies modernes, tout en conservant la beauté naturelle et la qualité exceptionnelle du marbre de Filfila. Cependant, cette prospérité ne doit pas se faire au détriment de l'environnement et des communautés locales. Il est essentiel que l'exploitation du marbre de Filfila soit gérée de manière responsable et durable, en prenant en compte les impacts environnementaux et sociaux.

L'étude technique sur la méthode d'exploitation du marbre dans la région de Filfila a mis l'accent sur l'évaluation des techniques de découpe et la détermination des productions pour chaque méthode et les rendements. Cette étude confirme que la méthode moderne 'méthode combinée' d'exploitation du marbre, est généralement supérieure aux méthodes traditionnelles en termes d'efficacité de production et de réduction du temps. Ainsi, on peut dire que le recours à la technologie moderne dans ce domaine pourrait être un bon départ pour l'industrie du marbre, en augmentant la productivité et en réduisant les coûts et le temps de production.

La méthode combinée 'fil diamanté et haveuse' d'exploitation du marbre pourrait contribuer à améliorer les processus de production et à accroître l'efficacité, rendant ainsi l'industrie plus compétitive tant sur le plan local qu'international. De plus, elle pourrait contribuer à générer davantage de développement économique et à créer des opportunités d'emploi supplémentaires dans les communautés locales.

Finalement, On peut dire que l'investissement dans la technologie moderne pour l'exploitation du marbre pourrait être un bon point de départ pour le secteur, contribuant à stimuler la croissance économique et à améliorer la qualité de vie des populations locales.

# **Références bibliographie**

## Références bibliographie

---

### Références bibliographie

- [1] : <https://www.jeuneafrique.com/140818/politique/mohammed-harbi>, l'histoire-est-instrumentalisé-e-en Algérie/
- [2] : "Rapport sur les ressources minérales de l'Algérie" publié par le Ministère de l'Énergie et des Mines.
- [3] : "Industrie du marbre en Algérie : Développement et perspectives" par Samir Haddad
- [4] : "Géologie et ressources minérales de l'Algérie" par M. Belarbi.
- [5] : <https://www.marbre-import.fr/le-marbre-une-identite-unique/>
- [6] : <https://journals.openedition.org/crcv/11967>
- [7] : <https://fr.wiktionary.org/wiki/marbre>
- [8] : Rapport de stage Tebessi ines
- [9] : **KHAOUI Mohamed et DHEBBAR Lokman** : état des carrières de marbre à l'est algérien –cas de la carrière de Filfila-SKIKDA .Thème de master en science .Université Tébessa 2017.
- [10] : <https://www.enamarbre.dz/>
- [11] : fiche technique de l'entreprise
- [12] : <http://www.marbrerie-provencale.com/blog/2010/impact-des-carrieres-sur-lenvironnement/>
- [13] : Article sur la durabilité et la recyclable du marbre.
- [14] : **M.Adel filali** . : Présentation et Classification des Marbres
- [15] : Plan d'exploitation de la carrière du 2024
- [16] : **BOUODEN Dahmane** : Les carrières de marbre du massif de Filfila (Est de Skikda Algérie nord-orientale) : contexte géologique, minéralogie qualité des matériaux et méthodes d'exploitation. Thème de magistère .Université Constantine 2014.,

## Références bibliographie

---

[17] : **F.ASSOUS et M.BOUTALEB** : Contexte géologique des gisements miniers de la wilaya de Skikda : Caractérisation , Identification et exploitation .Thème de master .Filière géologie .Université JIJEL 2022.

[18] : Article scientifique Géostatistique et répartition spatiale des différents types de marbre dans le gisement de Filfila – Skikda – Algérie Nord Orientale par **Amel Boudries & Hamid Mezghache** .Université Annaba .

[19] : **BELGHOUL Ahmed**. Etude technico-économique de la méthode d'exploitation du marbre de Fil-Fila. Ecole National Polytechnique 10, Avenue Hassan Badi, El-Harrach. Alger.2014

[20] : **LAYACHI Youcef Islem** Construisions à l'étude géologique pétrographique et géochimique des granites des massif de (SKIKDA, ALGERIE).Thème de master .Université Annaba 2021

[21] : Document de l'entreprise

[22] : **BOUDRIS Amel** : La simulation géostatistique des faciès lithologiques : Apport à l'exploration et l'exploitation orientée des matériaux de construction (marbre de Skikda et autres). Thèse de doctorat en science .Option : géologie 2021.

[23] : **BELHA.H.A** : Exploitation des matériaux de construction (Pierre de taille).cour université Annaba 1993

[24] : ENAMARBRE. Catalogue de machine fil diamanté

[25] : ENAMARBRE. Catalogue de haveuse

[26] : <https://www.lectura-specs.fr/fr/modele/grues/grues-telescopiques-monte-sur-camion-zoomlion/qy80v-11699183>

[27] : **LANANI Mohamed Salah et BOUSTOUH Salima** arbre de filfila ( Skikda). Thème de master. université JIJEL 2014. : Contribution a l'étude géologique du gisement de marbre de filfila ( Skikda). Thème de master. université JIJEL 2014.