



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
المدرسة الوطنية العليا للمناجم و المعادن - عناية  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES ET DE LA METALLURGIE  
AMAR LASKRI- ANNABA

**Département Génie Minier**

## **Mémoire de Fin d'Etudes**

*En vue de l'obtention du Diplôme d'INGENIEUR*  
En Génie Minier

Thème

**Evaluation et mesure de la production et cout du couple  
chargeur-camion dans les conditions de la carrière d'el  
m'hir djebel azrou**

Présenté par : **Younes BELDJEROU**

Encadré par : **Pr. Tayeb SERRADJ**

**Walid AZZOUZ**

Jury de Soutenance

**Houda MAHTALI**

**MMA, ensmm annaba**

**Président**

**Sameh HABES**

**MCB, ensmm annaba**

**Examineur**

**Tayeb SERRADJ**

**Professeure, UBMA annaba**

**Encadreur**

**Juillet 2021**

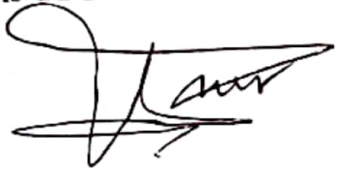


Département Génie Minier

AUTORISATION DE DEPOT FINAL DU  
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Je soussigné (e) M<sup>me</sup> MANTANI...HOUDA.....  
Président(e) du jury de soutenance de mémoire de fin d'études (MFE), déclare  
avoir autorisé l'ingénieur d'état M<sup>r</sup>...BELDJEROU...YOUNES  
à déposer son mémoire de fin d'études après avoir apporté les corrections  
signalées par les membres du jury.

Avis du Promoteur :

 A. F.

Avis de l'Examineur :

A.F. Dr. Habes S.  


Président du Jury



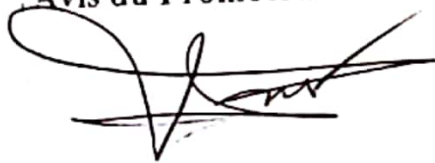


Département Génie Minier


AUTORISATION DE DEPOT FINAL DU  
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Je soussigné (e) M. *me*..... *M. A. H. T. A. C. I.*..... *H. O. U. D. A.*.....  
Président(e) du jury de soutenance de mémoire de fin d'études (MFE), déclare  
avoir autorisé l'ingénieur d'état M. *A. Z. Z. O. U. Z.*..... *W. A. L. I. D.*.....  
à déposer son mémoire de fin d'études après avoir apporté les corrections  
signalées par les membres du jury.

Avis du Promoteur :

 A. F.

Avis de l'Examineur :

A. F. Dr. Haïbes S.  


Président du Jury





Annexe à l'arrêté n°1082 du 27 DEC. 2020  
fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



**Modèle de déclaration sur l'honneur  
relatif à l'engagement aux règles d'intégrité scientifique  
en vue d'élaboration d'une recherche**

Je soussigné(e),

Mr, Mme :

Qualité : étudiant, enseignant, chercheur :

Portant carte d'identité n°  délivrée le :

Inscrit(e) à la faculté/institut : ENSMM Annaba ...département de

Chargé(e) d'élaborer des travaux de recherche (mémoire, mémoire de master, mémoire de magister, thèse de doctorat) dont le titre

Je déclare en mon honneur de m'engager à respecter les critères scientifiques et méthodologiques ainsi que les critères d'éthique de la profession et de l'intégrité académique requises dans l'élaboration de la recherche sus citée.

Le

Signature de l'intéressé(e)



Annexe à l'arrêté n°1082 du 27 DEC. 2020  
fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



**Modèle de déclaration sur l'honneur  
relatif à l'engagement aux règles d'intégrité scientifique  
en vue d'élaboration d'une recherche**

Je soussigné(e),

Mr, Mme :

Qualité : étudiant, enseignant, chercheur : ..... [étudiant] .....

Portant carte d'identité n° ..... [115042432] ..... délivrée le : ..... [13/07/2019] .....

Inscrit(e) à la faculté/institut : ENSMM Annaba ..... département de ..... [Génie Minier] .....

Chargé(e) d'élaborer des travaux de recherche (mémoire, mémoire de master, mémoire de magister, thèse de doctorat) dont le titre

[ Evaluation et mesure de la production et cout du couple chargeur-camion dans les conditions de la carrière C34 cosider

Je déclare en mon honneur de m'engager à respecter les critères scientifiques et méthodologiques ainsi que les critères d'éthique de la profession et de l'intégrité académique requises dans l'élaboration de la recherche sus citée.

Le ..... [05/07/2021] .....

Signature de l'intéressé(e)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

---

## **Dédicaces**

---

*Je dédie ce travail  
à mes très chers parents  
à ma famille  
à mes amis  
aux membres  
de la famille  
de l'ENSMM*

*Younes BELDJEROU*



---

## **Dédicaces**

---

*Je dédie ce travail  
à mes très chers parents  
à ma famille  
à mes amis  
aux membres  
de la famille  
de l'ENSMM*

***Walid AZZOUZ***



---

## Remerciements

---

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à ALLAH Azza Wa Jal pour nous avoir donné le souffle de vie, la force, la santé et l'intelligence nécessaires pour accomplir ce travail.*

*Nous voudrions tout d'abord remercier notre encadreur Monsieur Tayeb SERRADJ Professeur, à L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES ET DE LA METALLURGIE AMAR LASKRI- ANNABA, et également notre tuteur Monsieur SEDDAOUI Lotfi Ingénieur mine pour leurs conseils judicieux, remarques objectives et le privilège qu'ils nous ont fait en acceptant de diriger ce travail et nous avoir dirigés.*

*Nos vifs remerciements vont également au président du jury Madame Houda MAHTALI, Maître Assistant à L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES ET DE LA METALLURGIE AMAR LASKRI- ANNABA, pour bien vouloir accepter de présider le jury.*

*Nos vifs remerciements vont également au membre du jury Madame Sameh HABES Maître de Conférences à L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES ET DE LA METALLURGIE AMAR LASKRI- ANNABA, Pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous remercions généreusement toutes les personnes de L'ENSMM ayant contribué de près ou de loin à la réussite de ce projet.*

---

## RESUME

---

Le but de ce projet de fin d'étude pour objet d'évaluer et de mesurer le chargement et le transport des roches explosives après le stage pratique à la carrière cosider el m'hir.

Ensuite, sélectionner les machines (chargement et transport) en fonction de la production annuelle à réaliser dans la carrière de la manière appropriée (Caterpillar), évaluer la durée des machines de transport et de chargement, puis mesurer la durée et la production de ces machines dans la carrière.

Déterminer le nombre de machines (camion-chargeur) adaptées à cette carrière afin de réaliser la production prévue.

Et enfin calculer le prix d'une tonne pour ces roches.

**Les mots-clés :** évaluation, mesure, production, couts, chargement, transport.

---

## **ABSTRACT**

---

The purpose of this end-of-study project is to evaluate and measure the loading and transport of explosive rocks after the practical training at the quarry consider el m'hir.

Then select the machines (loading and transport) according to the annual production to be achieved in the quarry in the appropriate way (Caterpillar), evaluate the duration of the transport and loading machines, then measure the duration and production of these machines in the quarry.

Determine the number of machines (truck-loader) suitable for this quarry in order to achieve the planned production.

And finally calculate the price of a ton for these rocks.

**Key words:** assessment, measurement, production, costs, loading, transportation.

---

## ملخص

---

الهدف من هذه المذكرة هو القيام بتقييم وقياس عملية التحميل و النقل للسخور المنفجرة بعد القيام بالتربص التطبيقي في محجرة كوسيدار بولاية برج بوعريريج.

ثم القيام باختيار الات (التحميل و النقل) على اساس كمية الانتاج المراد تحقيقها سنويا في المحجرة بالطريقة المناسبة (كاتربيلار)، وتقييم المدة الزمنية لألات النقل والتحميل، ثم قياس المدة الزمنية و الإنتاج المحقق من هذه الألات المتواجدة في المحجرة.

وتحديد عدد الألات (الشاحنة -الحاملة) المناسبة لهذه المحجرة من اجل تحقيق الانتاج المخطط له.

واخيرا حساب سعر الطن الواحد لهذه الصخور .

**الكلمات المفتاحية :** التحميل ,النقل, الانتاج, تقييم, قياس, تكلفة

## TABLE DES MATIERES

RESUME .....	VI
ABSTRACT.....	VII
ملخص .....	VIII
TABLE DES MATIERES .....	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	XIII
LISTE DES FIGURES .....	XIV
INTRODUCTION GENERALE .....	1
<b>CHAPITRE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>I. PROCESSUS DU CHARGEMENT .....</b>	<b>4</b>
I.1. Généralité .....	4
I.2. Choix d'engin de chargement .....	4
I.3. Les engins de chargement .....	5
I.4. Les chargeuses .....	5
I.4.1. Présentation de la chargeuse sur chenille .....	5
I.4.2. Présentation de la chargeuse sur pneumatiques .....	6
I.5. Caractéristiques des chargeuses .....	7
I.6. Méthodes de chargement par des chargeuses sur pneumatique .....	8
I.7. Les pelles.....	8
I.7.1. Présentation de la pelle mécanique .....	9
I.7.2. Présentation de la pelle hydraulique.....	10
I.7.2.1. Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques... ..	10
I.7.2.2. Méthode de chargement par les pelles hydrauliques.....	11
<b>II. PROCESSUS DU TRANSPORT .....</b>	<b>14</b>

II.1. Généralité.....	14
II.2. Choix d'engins du transport .....	14
II.3. Les engins du transport.....	15
II.4. Choix d'un système chargement et transport .....	16
<b>CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>20</b>
<b>III. METHODOLOGIE.....</b>	<b>20</b>
<b>IV. CHOIX DE LA MACHINE.....</b>	<b>20</b>
IV.1. Durée du cycle du chargeur sur pneus.....	20
II.1.1. Facteurs affectant la durée des cycles.....	20
II.1.2. Chargement de camions.....	21
II.1.3. Le temps de cycle total .....	22
I.1. Durée du cycle de la pelle hydraulique .....	22
II.2.1. Facteurs affectant la durée des cycles.....	22
II.2.2. Le temps de cycle total .....	22
I.2. Détermination de la durée de cycle .....	22
I.3. Détermination de nombre cycles de travail par heure.....	23
II.4.1. Charge utile requise par cycle de travail.....	23
II.4.2. La production horaire .....	23
<b>II. CHOIX DU GODET .....</b>	<b>24</b>
II.1. Calcule de la taille du godet réel .....	24
III.1.1. Rendement volumétrique des godets.....	24
III.1.2. Le rendement horaire.....	25
<b>III. CHOIX DE CAMION .....</b>	<b>25</b>
III.1. Détermination du volume de la benne ( $V_b$ ).....	26
III.2. Calcule la résistance totale.....	26
IV.2.1. La résistance due à la pente .....	26

IV.2.2. La résistance de roulement .....	26
III.3. Calcul de vitesse de roulement.....	27
IV.3.1. À vide : (montée) .....	27
IV.3.2. En charge : (descente).....	28
III.4. Calcul du temps du cycle total .....	28
IV.4.1. Temps Aller(en charge) et retour (à vide).....	29
IV.4.2. Temps fixes.....	29
III.5. Nombre de cycle par heure .....	30
III.6. Le rendement horaire réel du camion .....	30
<b>IV. CALCUL ESTIMATIF DU COUT D'EXPLOITATION HORAIRE DE CHARGEMENT.....</b>	<b>30</b>
IV.1. Chargeur sur pneus .....	30
IV.2. Pelle hydraulique .....	31
IV.3. Les frais fixes .....	32
IV.4. Les frais variables.....	34
IV.5. Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur.....	36
IV.6. Prix de revient.....	37
<b>V. CALCUL ESTIMATIF DU COUT D'EXPLOITATION HORAIRE DE TRANSPORTS</b>	<b>37</b>
V.1. Camion (tombereaux).....	37
V.2. Les frais fixes .....	38
V.3. Les frais variables .....	40
V.4. Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur.....	42
V.5. Prix de revient .....	42
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>43</b>
<b>CHAPITRE III : ETUDE DE CAS.....</b>	<b>44</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>45</b>



<b>I. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE .....</b>	<b>45</b>
I.1. Localisation de gisement.....	45
I.2. Cordonnées de périmètre.....	46
<b>II. 3.2 GENERALITES .....</b>	<b>46</b>
<b>III. CONTEXTES GEOLOGIQUES .....</b>	<b>47</b>
III.1. Géologie générale .....	47
III.2. Géologie du gisement.....	48
III.2.1. Stratigraphie .....	48
<b>IV. RESERVES ET COMPOSITION CHIMIQUE DE GISEMENT .....</b>	<b>49</b>
IV.1. Les réserves .....	49
IV.2. La composition .....	49
<b>V. REGIME DE TRAVAIL.....</b>	<b>50</b>
<b>VI. REGIME DE PRODUCTION.....</b>	<b>50</b>
<b>VII. EVALUATION DU COUPLE CHARGEUR ET CAMION .....</b>	<b>51</b>
VII.1. Choix de la machine de chargement .....	51
VII.1.1. Durée du cycle du chargeur sur pneus .....	51
VII.1.1.1. Facteurs affectant la durée des cycles.....	51
VII.1.2. Détermination du nombre de cycle de travail par heurs ....	52
VII.1.3. Charge utile requise par cycle de travail.....	52
VII.1.4. La production horaire .....	53
VII.1.5. Choix du godet.....	53
VII.1.6. Le rendement horaire .....	54
VII.1.7. La norme SAE .....	54
VII.2.1. Durée du cycle de la pelle.....	55
VII.2.2. Le temps de cycle total .....	56
VII.2.3. Détermination de nombre cycles de travail par heure .....	56
VII.2.4. Charge utile requise par cycle de travail.....	56
VII.2.5. Choix du godet..... <b>XI</b> .....	56

VII.3.1. Choix de camion.....	58
VII.3.2. Calcul de temps du cycle .....	58
VII.4. Calcul estimatif du coût d'exploitation horaire de chargement ..	75
VII.4.1. Pour un chargeur sur pneus.....	75
VII.4.2. Pour une pelle hydraulique .....	81
VII.5. Calcul estimatif du coût d'exploitation horaire de transport .....	83
VII.5.1. Pour un camion 771 D.....	83
VII.5.2. Pour un camion 769 D.....	84
<b>VIII. MESURE DU COUPLE DE CHARGEMENT-TRANSPORT.....</b>	<b>86</b>
VIII.1. Détermination du Temps de cycle de chargement.....	86
Le temps de cycle moyen de la pelle.....	88
VIII. 2. Détermination du Temps de cycle transport .....	88
VIII.3. Détermination la production de transport.....	90
VIII.3.1. La production de camion moyenne par cycle.....	91
VIII.3.2. La production de camion par heure .....	91
<b>CHAPITRE IV : <i>RESULTATS ET DISCUSSION</i>.....</b>	<b>92</b>
<b>I. les résultats théoriques obtenus dans les tableaux suivants.....</b>	<b>93</b>
<b>II. compare les caractéristiques de la pelle hydraulique par le chargeur sur pneus étudié (théorique).....</b>	<b>94</b>
<b>III. compare la caractéristique de la pelle hydraulique étudiée (Évaluation) par la pelle hydraulique utilise (mesure) dans la carrière est obtenu sur le tableau suivant .....</b>	<b>95</b>
<b>IV. compare les caractéristique du camion étudié (évaluation) Par le camion utilise (mesure) dans la carrière est obtenu sur le tableau suivant .....</b>	<b>95</b>
<b>RECOMMANDATION.....</b>	<b>99</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>100</b>

<b>ANNEXES .....</b>	<b>102</b>
<b>I. ANNEXE 1 .....</b>	<b>103</b>
<b>II. ANNEXE 2 .....</b>	<b>104</b>
<b>III. ANNEXE 3 .....</b>	<b>105</b>
<b>IV. ANNEXE 4 .....</b>	<b>105</b>
<b>V. ANNEXE 5 .....</b>	<b>106</b>
<b>VI. ANNEXE 6 .....</b>	<b>107</b>
<b>VII. ANNEXE 7 .....</b>	<b>108</b>
<b>VIII. ANNEXE 8 .....</b>	<b>108</b>
<b>IX. ANNEXE 9 .....</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>111</b>

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau II. 1: coefficients de remplissage ou rendement volumétrique (chargeur sur pneus).....	24
Tableau II. 2 : coefficients de remplissage ou rendement volumétrique (pelle hydraulique) .....	25
Tableau II. 3 : coefficients de résistance au roulement. [1] .....	27
Tableau II. 4 : La durée d’amortissement. [3] .....	30
Tableau II. 5 : la durée d’amortissement. [3].....	31
Tableau II. 6 : La durée d’amortissement. [3] .....	37
Tableau III. 1 : Les coordonnées UTM du périmètre minier. [2] .....	46
Tableau III. 2 : les réserves de gisement.....	49
Tableau III. 3 : la composition de gisement.... <del>XI</del> .....	49

Tableau III. 4 : Répartition de la production en temps .....	50
Tableau III. 5 : les facteurs de la durée des cycles.....	52
Tableau III. 6 : la durée de chargement de la pelle hydraulique. [1] .....	55
Tableau III. 7 : Devisions de la piste du transport en tronçons.....	59
Tableau III. 8 : la devisions de la piste du transport en tronçons.....	67
Tableau III. 9 : les résultats obtenu après les calculs du coute horaire .....	80
Tableau III. 10 : les résultats obtenu après les calculs du coute de pelle hydraulique .....	81
Tableau III. 11 : les résultats obtenu après les calculs du coute de camion 771D.....	83
Tableau III. 12 : les résultats obtenu après les calculs du coute de camion 769D.....	85
Tableau III. 13 : Chronométrage du temps de cycle de la pelle Volvo EC 350 D.....	86
Tableau III. 14: la balance de production par cycle.....	90

Tableau IV. 1: les résultats théoriques pour le chargement et transport du minerai (chargeur sur pneus et camion).....	93
Tableau IV. 2: les résultats théoriques pour le chargement et transport du minerai (pelle hydraulique et camion) .....	93
Tableau IV. 3: les résultats théoriques pour le chargement du minerai (pelle hydraulique et chargeur sur pneus).....	94
Tableau IV. 4 : les résultats théoriques et pratiques du chargement de la minière.....	95
Tableau IV. 5 : les résultats théoriques et pratiques du transport de la minière .....	95

## **LISTE DES FIGURES**

Figure I. 1: chargeurs sur chenillé. [5].....	6
Figure I. 2: chargeurs sur pneus. [6] .....	7
Figure I. 3 : Méthode de chargement par chargeuse sur pneus [1].....	8
Figure I. 4 : pelle mécanique [1].....	9
Figure I. 5 : pelle hydraulique. [4].....	10
Figure I. 6 : Méthode de chargement par pelles en butte [1].....	11
Figure I. 7 : Méthode de chargement par pelle en retro [1].....	13
Figure I. 8 : Système de chargement et transport utilisé à la carrière à ciel ouvert....	16
Figure II. 1 : L’abaque de la pente défavorable. [3] .....	27
Figure II. 2 : l’abaque de la pente favorable.....	28
Figure II. 3 : La durée des pneus en heures. [3] .....	35
Figure II. 4 : facteur de réparation de base du chargeur sur pneus. [3] .....	35
Figure II. 5 : facteur de réparation de base de la pelle hydraulique. [3] .....	36
Figure II. 6 : la durée des pneus [3].....	41
Figure II. 7 : facteur de réparation de base de camion. [3].....	41

Figure III. 1 : localisation de gisement. [2] .....	45
Figure III. 2 : chargeurs 966G .....	54
Figure III. 3 : la pelle 345B L-VG.....	57
Figure III. 4 : Devisions la piste de transport .....	58
Figure III. 5 : L'abaque de la pente favorable .....	59
Figure III. 6 : L'abaque de la pente défavorable .....	62
Figure III. 7 : devisions de la piste du transport.....	67
Figure III. 8 : L'abaque de la pente favorable.....	68
Figure III. 9 : L'abaque de la pente défavorable .....	71
Figure IV. 1 : graphe de la durée de cycle de la pelle hydraulique EC 350D .....	96
Figure IV. 2 : graphe de la durée du camion MAN 360 TGS .....	96





# **INTRODUCTION GENERALE**

L'exploitation minière dans les mines et les carrières nécessite différents types et puissances de chargement et de transport de matériaux. Il est possible d'envisager l'association entre différents systèmes de services, engin de chargement et de transport, chacun ayant un domaine d'application économiquement rentable clairement défini.

Les opérations de chargement et de transport constituent la plus grande partie du prix de revient de l'extraction dans les exploitations minières.

- De 19 à 20% environ pour le chargement
- De 30 à 70% et plus pour le transport, selon les distances

Dans notre mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en génie minier. On s'est proposé le thème de évaluation et mesuré de la production et du cout du couple chargeur-camion dans les conditions de la carrière C34 cosider et déterminer le nombre optimal de camions et de chargeur et de pelle nécessaire pour assurer la production ciblé du minerai.

Nous présenterons dans le chapitre 1 (étude bibliographique) : une généralité sur le processus de chargement et transport dans la carrière C34 cosider.

Nous présenterons dans le chapitre 2 (matériel et méthode) : la théorie de la méthode de Caterpillar pour évalue les engins de chargement et transport dans la carrière.

Nous présenterons Dans le chapitre 3 (étude de cas) : une présentation géologique de la carrière et les donnâtes d'études, l'application de la théorie de la méthode de Caterpillar pour obtenu les résultats d'études.

Nous présenterons Dans le chapitre 4 (discussion et résultats) : l'analyse des résultats obtenus après les calculs et discussion des résultats.

**CHAPITRE I : *ÉTUDE  
BIBLIOGRAPHIQUE.***

## **INTRODUCTION**

L'exploitation des mines et des carrières nécessite le chargement et le transport de divers types et matériaux énergétiques. Il est possible d'envisager la combinaison entre différents systèmes de service, machines de chargement et de transport, dont chacun a un domaine d'application économiquement rentable clairement défini

Il existe de nombreuses façons de calculer la productivité, et les fabricants fournissent généralement des tableaux et des graphiques qui correspondent à l'utilisation standard de leur équipement. Cependant, chaque type d'opération a ses propres caractéristiques.

Les opérations de chargement et de transport dans les opérations minières sont deux processus étroitement liés et très importants.

Le chargement et le transport représentent 40 à 60 % du coût de la technologie minière, ce qui montre l'importance d'une recherche détaillée sur ces deux emplacements.

[1]

## **I. PROCESSUS DU CHARGEMENT**

### **I.1. Généralité**

Le fonctionnement de la carrière ou mine à ciel ouvert et conçu est organisé autour des engins choisis pour le chargement des matériaux. Il est considéré comme le maillon principal de la chaîne technologique d'exploitation à ciel ouvert, l'engin de chargement définit le niveau de production d'une mine ou carrière à ciel ouvert. [1]

### **I.2. Choix d'engin de chargement**

La détermination du type d'engin d'excavation et de chargement se base sur les facteurs suivants : [1]

- La méthode d'exploitation.
- La nature des matériaux (la roche).
- La production ciblée (planifiée).
- Les mesures de sécurité.

### **I.3. Les engins de chargement**

Les exploitations à ciel ouvert utilisent divers types d'engins d'extraction, les plus courants étant : [1]

- Les draglines (drague à câbles)
- Les scrapers (Les décapeuses élévatrices ou à lame)
- Les chargeuses (chaines ou pneus)
- Les pelles (chaines ou pneus)
- Les tracteurs- boteurs (bulldozer ou bull)

Le but de ce cours est les principales caractéristiques des équipements de chargement. Les équipements les plus couramment utilisés dans les carrières sont les chargeuses sur pneus et les pelles hydrauliques.

### **I.4. Les chargeuses**

Dans les mines à ciel ouvert, les chargeuses sont utilisé lorsque la mission est non seulement d'excaver les matériaux (stériles et minerais), mais également les transporter jusqu'aux lieux de déversement pour le mise en terril ou le stockage des minerais non loin du chantier d'exploitation.

Les chargeuses frontales sur chenilles ou sur pneus sont montrés sur un châssis articulé, mais l'articulation travaille seulement dans un plan horizontal, l'essieu arrière étant montré sur un balancier, le godet pelleteur disposé en avant, doit avoir une largeur plus grande que l'empattement des pneus pour les protéger. [1]

#### ***I.4.1. Présentation de la chargeuse sur chenille***

Ce matériel est l'évolution d'un tracteur sur chaînes équipé d'un système à godet chargeur. Son utilisation principale consiste à extraire les matériaux du tas abattu en roches massives lorsque les conditions locales de granulométrie et/ou de foisonnement sont mauvaises ou médiocres. Ce type de matériel est également bien adapté à l'extraction directe des matériaux alluvionnaires secs ou humides.

Par rapport aux chargeuses sur pneus les différences essentielles sont : [1]

- Une meilleure force de pénétration au tas
- Une meilleure adaptation à des terrains difficiles (déclivité adhérence)

- Une moins bonne mobilité ce qui impose des déplacements limités de l'ordre [10-20] maximum.
- Possibilité d'avoir une aire de chargement réduite grâce à des rayons de braquage très courts. Le chargeur peut tourner sur place par blocage d'une chenille.
- Un cycle de chargement réduit lié aux faibles déplacements de la machine.

Par contre la gamme proposée par les constructeurs est beaucoup moins étendue que celle des chargeuses sur pneus.



Figure I. 1: chargeurs sur chenillé. [5]

#### **I.4.2. Présentation de la chargeuse sur pneumatiques**

La chargeuse sur pneumatique est la machine la plus répandue dans les carrières, toutes les exploitations possèdent au minimum une chargeuse.

Ces machines servent à l'extraction, au chargement et à la reprise des matériaux bruts ou traités.

La multitude des fonctions remplis par les chargeuses est due à leur très grande mobilité qui est le facteur déterminant de leurs emplois. En fonction de son âge, la

Chargeuse peut être utilisée successivement à des tâches de contraintes plus faibles, à l'extraction dans un premier temps, puis la reprise au stock et enfin le secours. [1]



Figure I. 2: chargeurs sur pneus. [6]

### **I.5. Caractéristiques des chargeuses**

Les caractéristiques principales des chargeuses sont : [1]

- Taille et types du godet en (m<sup>3</sup>).
- Poids en ordre de marche.
- Cylindrée et régime.
- Force d'arrachage.
- Diamètre de braquage avec godet.
- Hauteur de vidage avec inclinaison de 45°.
- Diamètre de braquage avec godet.



### **I.6. Méthodes de chargement par des chargeuses surpneumatique**

La chargeuse extrait les matériaux du tas abattu pour les roches massives ou directement dans le cas de roches alluvionnaires et les charge dans des tombereaux. Pour ce travail il est recommandé de ne pas avoir de godet de taille inférieure à 4 (m<sup>3</sup>) sauf conditions particulières ou très faible débit. Il existe en effet des ratios économiques limites entre la capacité du tombereau et le volume du godet.

Dans cette configuration de travail le tombereau se placera, l'arrière du tas, avec un angle d'environ 45°. La position relative chargeur / tombereau sera telle que le parcours (d) soit minimum. Cette distance dépend du rayon de braquage maximum de la machine. [1]

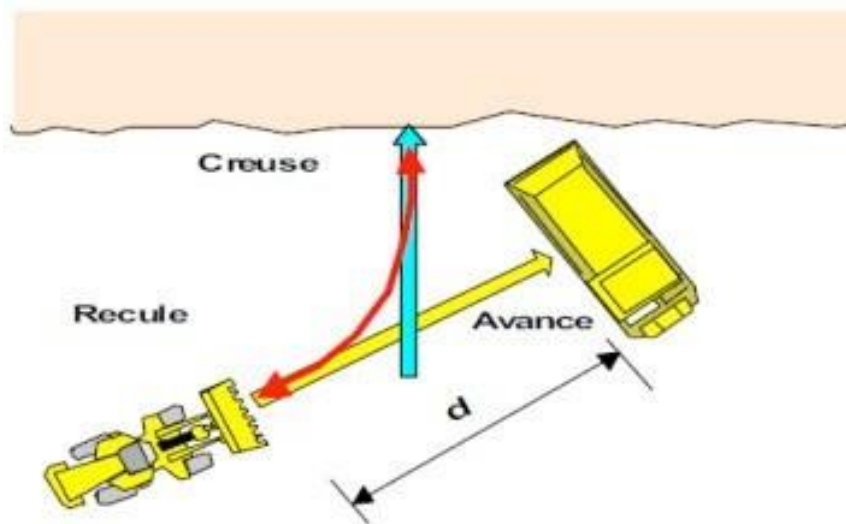


Figure I. 3 : Méthode de chargement par chargeuse sur pneus [1]

### **I.7. Les pelles**

Ce sont des engins d'excavation et de chargement les plus répandus en mines à ciel ouvert et qui sont destinés à travailler dans tout type de terrain.

Les pelles mécaniques ou à câbles travaillent habituellement en butte tandis que les pelles hydrauliques peuvent travailler soit en butte, soit en rétro, la force motrice utilisée est soit diesel, soit électrique.

La détermination du type de pelle le plus approprié se fait à partir des éléments suivants:[1]

- La production envisagée.
- La nature des matériaux.
- La granulométrie.
- La hauteur du front de taille.

### **1.7.1. Présentation de la pelle mécanique**

La pelle à câbles a été et reste malgré la montée en puissance des pelles hydrauliques l'engin de chargement des grandes mines à ciel ouvert. Pour des pelles de 3 à 30 m<sup>3</sup> il existe sur le marché mondial 8 constructeurs qui proposent environ 40 modèles de poids de 100 à 1500 tonnes.

Les progrès ont été très rapides durant la dernière décennie, Plusieurs modèles standards avec des puissances de 500 à 800 kW permettent de charger des matériaux de densité et de granulométrie variables avec des godets de 15 à 30 m<sup>3</sup>.

Dans ces conditions les temps de cycle évoluent de 0,42 à 0,60 minute avec une disponibilité qui atteint fréquemment 90%. Ces machines de construction lourde ont des durées de vie qui peuvent dépasser 20 ans.

Les grosses pelles à câbles sur chaînes sont en général électriques.

Elles chargent en tombereaux ou en trémies mobiles d'alimentation de convoyeurs à bandes avec ou sans concassage primaire. Les très grosses machines, godet de 30 m<sup>3</sup> et plus sont montées sur patins.



Figure I. 4 : pelle mécanique [1]

### **I.7.2. Présentation de la pelle hydraulique**

Une pelle hydraulique peut travailler en mode " rétro " l'extraction se fait alors sous le plan d'appui de la pelle et les matériaux sont "cavés" en rabattant et relevant simultanément le godet vers la pelle.

En mode "butte" l'extraction se fait au- dessus du plan d'appui de la pelle. Le cavage des matériaux se fait en levant et en poussant simultanément les matériaux vers l'avant de la pelle.

Ces modes requièrent des équipements particuliers. La plupart des machines sauf les très grosses unités à godets ouvrants peuvent être équipées en butte ou en rétro.



Figure I. 5 : pelle hydraulique. [4]

#### **I.7.2.1. Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques**

Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques sont : [1]

- Une bonne aptitude au cavage et à la pénétration au tas.
- La possibilité de travailler en butte ou en rétro.
- Une assez bonne mobilité et des possibilités de franchissement importantes.
- Une faible pression au sol.
- Des commandes hydrauliques qui facilitent les déplacements, la rotation de la tourelle, les mouvements de la flèche et du godet.
- Un bon remplissage du godet.

- Des temps de cycle court.
- La possibilité de trier les matériaux (chargement sélectif).
- Une durée de vie importante de 20.000 à 30.000 heures.

### **I.7.2.2. Méthode de chargement par les pelles hydrauliques**

#### **a) Chargement par pelle en «butte»**

Le camion se présente dans l'aire de chargement, fait une manœuvre pour se placer sous la pelle, Ce temps de manœuvre peut être estimé à (0,50 – 0,70 min).

La pelle attend le camion godet en l'air de telle sorte que l'angle de rotation soit un bon compromis entre le temps de rotation et le risque des pneumatiques du camion reculant sur une surface difficilement nettoyée par une pelle en butte (Dans certaines carrières ou mines, une chargeuse ou un bouteur sur pneumatique assure le nettoyage de l'aire de chargement).

Dès que le camion est en place, la pelle vide son premier godet puis les autres godets nécessaires. Le temps de chargement varie en fonction du nombre de godets (4 à 5 serait l'idéal) de 1,60 à 2,50 min.

Le temps total passé par le camion dans l'aire de chargement serait donc 2,10 min à 3,20 min. Cette méthode est la plus fréquente pour les pelles en butte.

Cependant, dans certaines carrières ou mines les camions se placent des deux côtés de la pelle pour gagner sur les temps d'attente mais avec le risque d'un mauvais placement du camion et une visibilité réduite en chargeant le camion placé à droite de la pelle. [2]

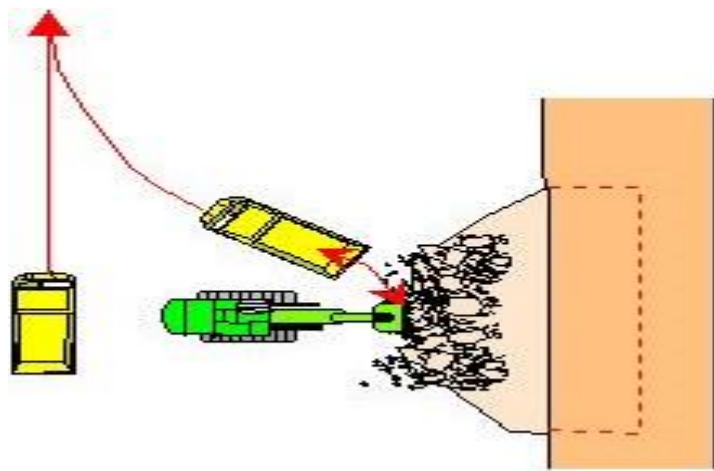


Figure I. 6 : Méthode de chargement par pelles en butte [1]

❖ **Inconvénients**

- Temps de cycle plus long.
- Difficultés pour purger le front de taille.
- Chargement dissymétrique du tombereau.
- Investissement plus élevé (châssis lourd).
- Hauteur de vidage limitée.

❖ **Avantages**

- Bonne visibilité du front de taille.
- Nettoyage facile du pied de gradin.
- Tri des blocs hors norme éventuellement cassage par chute.
- Sécurité : recul rapide de la machine en cas de danger.
- Nettoyage possible de la piste de roulage.

**b) Chargement par pelle en «rétro»**

En carrière les pelles travailleront à un niveau supérieur à celui du camion. La hauteur de la banquette sur laquelle elles travailleront sera d'environ la longueur de leur bras pour avoir une bonne visibilité sur la zone de chargement et de vidage mais aussi pour permettre un bon remplissage de godet.

Lorsque la pelle devra charger un abattage, elle sera obligée de créer une rampe d'accès et une plate-forme de travail, stable, ce qui lui fera perdre un peu de temps.

Bien en place sur la banquette, la pelle attendra le camion godet en l'air. L'angle de rotation idéal de la pelle étant d'environ 45 °.

Le camion, après sa manœuvre, se placera sous le godet de la pelle pour recevoir son chargement (recommande de 4 à 6 godets) dans le sens de la longueur de la benne.

Cette position de camion permet au conducteur de la pelle d'avoir une meilleure visibilité sur la benne de camion et de mieux centrer la charge. [1]

Le chargement en retro à des règles de chargement à respecter est :

- Plan de travail : C'est le niveau généralement horizontal sur lequel repose la machine.
- Plan de chargement : C'est le niveau sur lequel se fait l'extraction des matériaux.

- Hauteur de coupe (H) : Hauteur disponible pour le cavage des matériaux.
- Plan de roulage : Niveau sur lequel s'effectue la circulation des engins de transport (Doit être situé au niveau de chargement ou au niveau de travail).
- Course plane (maximale horizontale) : doit être au moins égale à 2 fois le rayon du godet au niveau de chargement. [2]

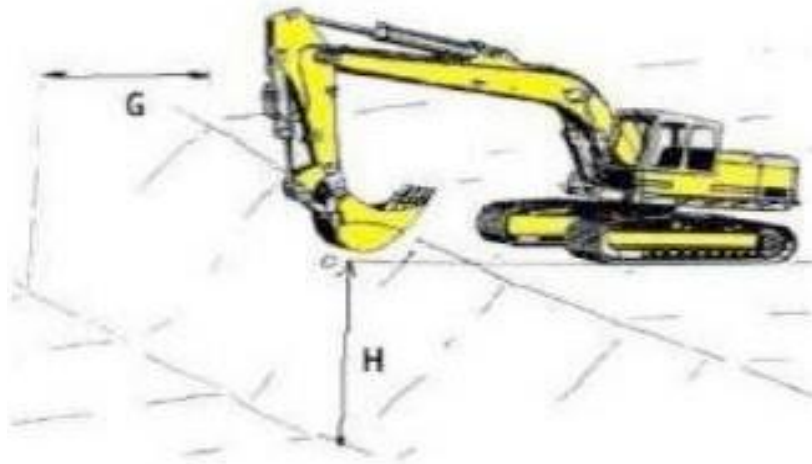


Figure I. 7 : Méthode de chargement par pelle en retro [1]

#### ❖ Inconvénients

- Mauvaise visibilité du front de taille et positionnement du tombereau plus difficile
- Difficulté pour récupérer les matériaux situés dans la zone de roulage notamment les blocs ayant roulés du tas
- Tri et stockage des blocs difficiles. Pas de cassage des blocs par chute
- Nécessité d'avoir une bonne tenue des matériaux en place ou après l'abattage.

#### ❖ Avantages

- Temps de cycle très courts
- Bonne visibilité du conducteur de pelle ce qui permet une bonne répartition des matériaux dans la benne.
- Possibilité de tri des matériaux en fonction de leur qualité
- Investissement moins élevé si la nature des matériaux ne justifie pas un châssis renforcé. [1]

## **II. PROCESSUS DU TRANSPORT**

### **II.1. Généralité**

Le transport établit la liaison entre le point de chargement et le point de déchargement des produits.

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

Le transport dans la carrière prédétermine dans une large mesure : le mode d'ouverture du gisement, la méthode d'exploitation et le mode de la mise à terrils ; il représente des dépenses considérables qui peuvent aller de 20% à 30% du prix de revient total d'exploitation.

### **II.2. Choix d'engins du transport**

Le choix rationnel des équipements de transport dépend des facteurs suivants :

[1]

- La production de la carrière
- La distance de transport entre le front de travail et le point de déchargement
- Le type d'engin de chargement
- Des conditions géologiques.
- La nature des roches à transporter
- La méthode d'exploitation
- La méthode d'ouverture.

### **II.3. Les engins du transport**

On distingue les engins qui assurent le transport en continu, et ceux qui réalisent des transports en discontinu.

Les différents modes de transport possibles sont les suivants : [1]

#### **a) Transports continus**

- Les transporteurs à bandes
- Les transports hydrauliques ou pneumatiques.

#### **b) Transports discontinus**

- Les tombereaux articulés (dumpers articulés)
- Les tombereaux rigides (dumpers rigides)
- Les décapeuses (scrapers).
- Les chargeuses sur pneumatiques
- Les boteurs (bulldozer).

#### **❖ Avantages du transport par camion**

- Grande capacité de la benne
- Pente importante
- Rayon de braquage réduit
- Souplesse et manœuvrabilité élevée

#### **❖ Inconvénients du transport par camion**

- Limitation de la longueur de transport  $L \leq 7\text{km}$
- Cout d'amortissement élevé
- Entretien assez compliqué
- Faible rendement du moteur diesel



## II.4. Choix d'un système chargement et transport

Après études préliminaires il faut également combiner les différentes techniques de chargement et de transport afin d'obtenir le système qui présente le meilleur compromis " prix - contraintes d'exploitation " et notamment les contraintes d'environnement.

Ce choix se définit à partir des paramètres suivants :[1]

- Nature et dureté des matériaux à extraire
- Production à assurer
- Distance de transport
- Nécessité de concasser les matériaux avant leur reprise pour un traitement ultérieur
- Opportunité de créer des stocks (matériaux commercialisables, minerais, terres végétales) ou de mettre en remblais (stériles)

Bien qu'il existe de nombreuses combinaisons qui permettent d'optimiser la fonction chargement roulage

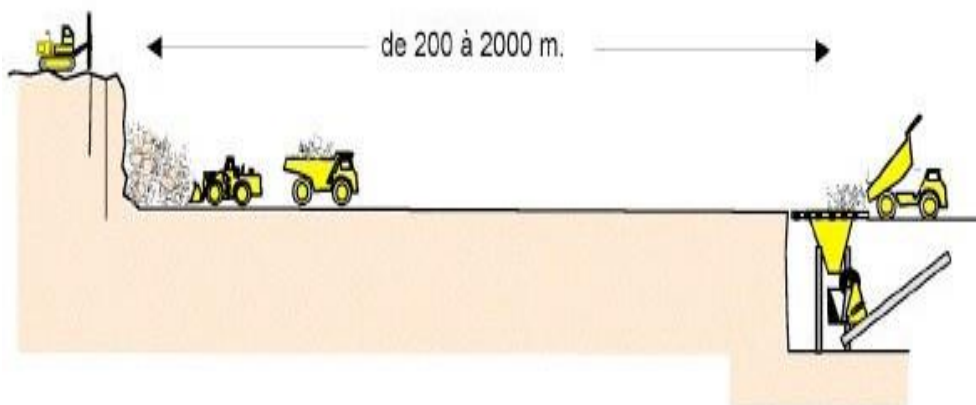


Figure I. 8 : Système de chargement et transport utilisé à la carrière à ciel ouvert [1]

Ce schéma représente la configuration la plus répandue pour des débits moyens à importants. Sur parcours peu accidenté avec des pistes de pentes n'excédant pas

8 à 10 % on choisira des tombereaux rigides plus économiques à l'achat et moins coûteux en entretien que les tombereaux articulés. Ces derniers seront réservés aux chantiers TP en terrains boueux ou accidentés ou à l'exploitation de gravières en terrains instables à faible adhérence.

Le choix de l'engin de chargement, pelle ou chargeuse, est lié à la granulométrie, la densité et le foisonnement des matériaux abattus, ainsi qu'à la qualité de l'aire de chargement, déclivité, adhérence. Nous reviendrons sur ces conditions particulières dans l'étude détaillée de la productivité de ces machines.

Ce système de desserte, simple et souple d'emploi, présente l'inconvénient d'être cher dès que les tonnages à transporter deviennent important et que la distance s'allonge. [1]

## **CONCLUSION**

Dans les opérations minières, les opérations de chargement et de transport sont deux processus étroitement liés et très importants.

La comparaison de conception technique de ces différents matériaux nous guidera pour faire la sélection la plus appropriée de ces matériaux.

Le chapitre qui suit nous montre les matériels et méthodes utilisés pour notre étude.

## **CHAPITRE II : *MATERIELS ET METHODES***

## INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous déterminons la méthode utilisée pour évaluer et mesurer la production et le cout du couple chargeur –camion dans la carrière.

### III. METHODOLOGIE

La méthode de travail adoptée, commence par la collecte des données de l'étude et visites sur site pour chronométrer les temps du cycle du couple chargeur-camion, et ensuite déterminer le choix du couple et calculer les productions des engins de chargement et transport employés à la carrière et les couts.

### IV. CHOIX DE LA MACHINE

#### IV.1. Durée du cycle du chargeur sur pneus

##### ➤ Théoriquement

Pour des matériaux granuleux non tassés, on considère que [0,45-0,55] min est un temps de base raisonnable pour le cycle de travail d'une chargeuse articulée Caterpillar conduite par une personne expérimentée, sur terrain dur et uniforme. [3]

##### **II.1.1. Facteurs affectant la durée des cycles**

La durée du cycle de base est [0,45-0,55] minute par cycle de travail (chargement, déversement, manœuvre) est un temps moyen calculé pour une chargeuse articulée [le temps de base pour les grosses chargeuses de **3 m<sup>3</sup>** et plus peut être légèrement supérieur], mais ce temps peut varier en pratique. Les valeurs données ci-après pour les différentes variables sont fondées sur des applications normales. On obtiendra le temps total du cycle de travail en additionnant ou en soustrayant ces valeurs. [3]

On prend un temps de cycle de base égale à : 0.50 minutes

**Machine**

- Manutention..... 0,05

**Matériau**

- Mélange non homogène..... +0,02
- Jusqu'à 3 mm (1/8")..... +0,02
- De 3 mm (1/8") à 20 mm (3/4")..... 0,02
- De 20 mm (3/4") à 150 mm (6")..... 0,00
- Plus de 150 mm (6") ..... +0,03 et plus
- Matériau en place ou fragmenté..... +0,04 et plus

**Caractéristiques du tas à reprendre**

- Mise en tas par convoyeur ou bulldozer ; à partir de 3 m (10') de haut.....0,00
- Mise en tas par convoyeur ou bulldozer ; maximum 3 m (10') de haut..... +0,01
- Mise en tas par camions..... +0,02

**Divers**

- Camions et chargeuses appartenant à la même entreprise Jusqu'à..... 0,04
- Camions appartenant à des entreprises différentes jusqu'à ..... + 0,04
- Marche régulière du chantier jusqu'à .....0,04
- Marche irrégulière du chantier jusqu'à ..... + 0,04
- Receveur de petite taille Jusqu'à .....+ 0,04
- Receveur fragile Jusqu'à..... + 0,05

**Légende** : minutes en plus (+) ou en moins (-) du temps de base

**II.1.2. Chargement de camions**

Durée moyenne des cycles de chargement.

- 914G-962G ..... 0,45-0,50
- 966G-980G ..... 0,50-0,55
- 988G-990 ..... 0,55-0,60
- 992G-994D ..... 0,60-0,70

### **II.1.3. Le temps de cycle total**

$$T_t = \text{Cycle de base} + \text{Divers} + \text{Caractéristiques du tas à reprendre} + \text{Matériau} \\ + \text{Machine}$$

## **I.1. Durée du cycle de la pelle hydraulique**

### **II.2.1. Facteurs affectant la durée des cycles**

Le cycle de travail d'une pelle hydraulique comporte quatre phases : [3]

- Remplissage du godet
- Pivotement en charge
- Vidage du godet
- Pivotement à vide

La durée totale du cycle dépend de la taille de la pelle (les petites machines sont plus rapides que les grosses) et des conditions de travail. Bien entendu, de bonnes conditions favorisent la durée des cycles. [3]

### **II.2.2. Le temps de cycle total**

$$T = \text{Remplissage du godet} + \text{Pivotement en charge} + \text{Vidage du godet} + \\ \text{Pivotement à vide [3]}$$

## ➤ **Sur terrain**

## **I.2. Détermination de la durée de cycle**

Détermination de la durée de cycle de la chargeuse d'après le constructeur :

$$T_t = T_{ch} + T_{déch} + T_m + T_{ret}$$

- **T<sub>ch</sub>**: temps de chargement,
- **T<sub>déch</sub>**: temps de déchargements,
- **T<sub>m</sub>**: temps de manœuvre,
- **T<sub>ret</sub>** : temps de retour du chargeur à la position initiale,

### **I.3. Détermination de nombre cycles de travail par heure**

Il faudra tenir compte des conditions de travail réelles et des facteurs ci-dessus pour évaluer le temps total du cycle de travail. On calculera ensuite le nombre de cycles de travail par heure. [3]

Cycles de travail par heure à :

$$100\% \text{ de rendement} = \frac{60 \text{ minutes}}{\text{temps total du cycle de travail en minutes}}$$

Autre facteur à prendre en considération : le rendement réel, c'est-à-dire le nombre de minutes de travail effectif par heure. Le rendement réel permet de tenir compte de toutes les interruptions qui peuvent se produire en cours du travail (pause casse-croûte, pause cigarette, etc.) [3]

$$\text{Rendement réel de } 83\% = \frac{50 \text{ minutes effectives}}{\text{Temps total du cycle de travail en minutes}}$$

#### **II.4.1. Charge utile requise par cycle de travail**

La charge utile requise par cycle de travail s'obtient en divisant la production horaire requise par le nombre de cycles de travail par heure. [3]

$$\text{Charge Par cycle} = \frac{\text{La production horaire}}{\text{nombre de cycle}}$$

#### **II.4.2. La production horaire**

$$Ph = \frac{\text{production annuelle}}{\text{nombre des heures ouvrables par an}}$$



## II. CHOIX DU GODET

Après avoir établi la charge utile requise par cycle de travail, on divisera la charge utile par le poids du mètre cube ( $v^3$ ) de matériau foisonné pour obtenir le volume de matériau non tassé requis par cycle de travail. [3]

$$\text{Volume de matériau} = \frac{\text{charge utile requise par cycle}}{\text{la charge utile par le poids}}$$

### II.1. Calcule de la taille du godet réel

La taille de godet appropriée en divisant le volume de matériaux non tassé requis par cycle de travail par le rendement volumétrique. [3]

$$\text{Taille du godet} = \frac{\text{Volume requis par cycle}}{\text{Rendement volumétrique}}$$

#### III.1.1. Rendement volumétrique des godets

##### ➤ Pour un chargeur sur pneus

Les indications ci-après correspondent au volume approximatif de matériau que le godet peut réellement transporter par cycle de travail, en pourcentage de la capacité nominale. Ce coefficient est appelé “rendement volumétrique”.et ‘ coefficient de remplissage. [3]

A partir d’un grand nombre de mesures (CATERPILLAR) on a le tableau suivant :

Tableau II. 1: coefficients de remplissage ou rendement volumétrique (chargeur sur pneus)

Matériau non tassé	/
Mélange non homogène humide	0.95 à 1.00
Mélange homogène jusqu'à 3 mm	0.95 à 1.00
Mélange homogène de 12 à 20 mm	0.90 à 0.95
Mélange homogène plus de 24 mm	0.85 à 0.90

<b>Matériau abattu à l'explosif</b>	/
Bien fragmenté	0.80 à 0.95
Moyennement fragmenté	0.75 à 0.90
Mal fragmenté	0.60 à 0.75
<b>Divers</b>	/
Mélange d'alluvions et de roches	1.00 à 1.20
Terres végétales humides	1.0 à 1.10
Terres, pierres, racines	0.80 à 1.00
Matériaux consolidés	0.85 à 0.95

➤ **Pour une pelle hydraulique**

Tableau II. 2 : coefficients de remplissage ou rendement volumétrique (pelle hydraulique)

<b>Nature des matériaux</b>	<b>Coefficient du Remplissage</b>
Terre humide Terre végétale Argile sablonneuse	1.00 – 1.15
Terre végétale sèche Sable et gravier	0.90 – 1.00
Roche fragmentée Tout venant	0.75 – 0.90
Roche dure Roche serrée	- 0.75

**III.1.2. Le rendement horaire**

Le rendement horaire = le volume de godet × le nombre de cycle par heure [3]

**III. CHOIX DE CAMION**

Pour choisir la benne du camion, il faut que le rapport entre la capacité de la benne et la capacité du godet doive être compris entre 3 et 5 avec un nombre entier.

### **III.1. Détermination du volume de la benne (V<sub>b</sub>)**

$$V_b = N \times V [3]$$

**V** : le volume du godet.

**N** : nombre de godet

### **III.2. Calcule la résistance totale**

La résistance totale au roulement (RT) est la somme algébrique des résistances au roulement (RR) et de la résistance due à la pente (RP). [1]

La résistance totale s'exprime généralement en %.

- **En montée** :  $RT = RR + RP$
- **En descente** :  $RT = RR - RP$

**RT** : la résistance totale.

**Rr** : la résistance de roulement.

**Rp** : la résistance de la pente.

#### **IV.2.1. La résistance due à la pente**

$$R_p = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

Poids brute d'engin (chargeur et camion)

#### **IV.2.2. La résistance de roulement**

C'est la force opposée par le sol aux roues du véhicule. Elle se mesure par l'effort de traction qu'il faut exercer pour faire rouler le véhicule. [3]

L'unité utilisée est le kg / t (kilogrammes par tonne à déplacer)

$$10\text{kg} / \text{tonne métrique} (20\text{lb} / \text{tonne U.S.}) = 1\% \text{ de pente}$$

Un coefficient de résistance au roulement qui caractérise l'état de la piste et qui s'exprime également en kg/t.

Tableau II. 3 : coefficients de résistance au roulement. [1]

coefficients de résistance au roulement.	kg / t
Route arrosée, entretenue, à revêtement stabilisé, dur et lisse ne cédant pas sous le véhicule	20
Piste en terre ou à revêtement léger, arrosé, bien entretenue, sol ferme cédant légèrement sous le véhicule	35
Neige tassée	25
Neige poudreuse	45
Piste en terre, à ornières peu ou mal entretenue, non arrosée et cédant de 25 mm ou plus sous le passage du véhicule.	50
Piste en terre molle non stabilisée, pas entretenue, à ornière avec enfoncement des pneus de 100 à 150 mm	75
Sable ou gravier non compactés	75
Sol boueux, mou, pas entretenu, à ornières	100 à 200

### III.3. Calcul de vitesse de roulement

En déduire la valeur de la vitesse de roulement sur l’abaque suivant :

#### IV.3.1. À vide : (montée)

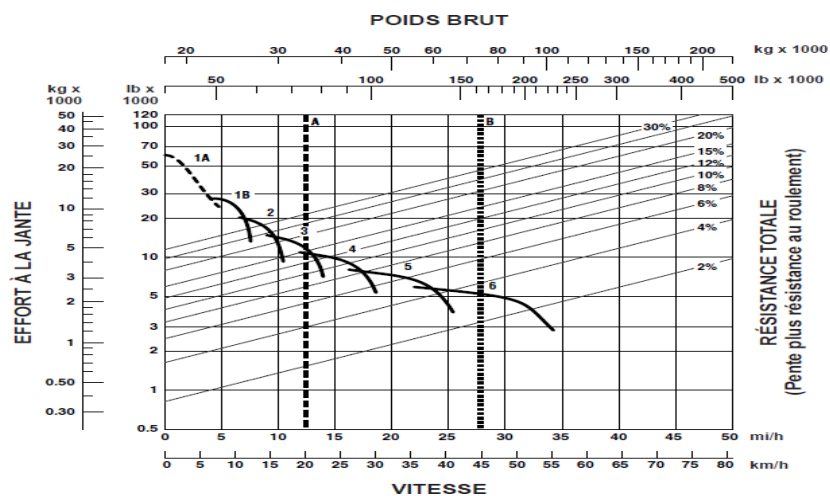


Figure II. 1 : L’abaque de la pente défavorable. [3]

**IV.3.2. En charge : (descente)**

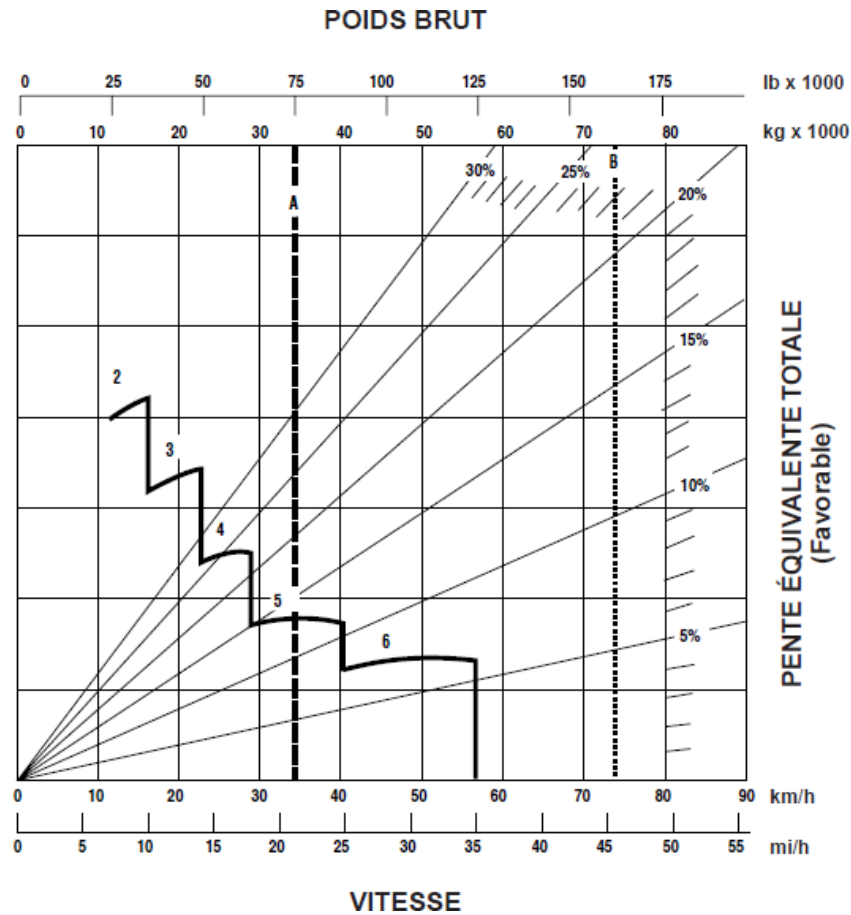


Figure II. 2 : l'abaque de la pente favorable.

**III.4. Calcul du temps du cycle total**

➤ **Théoriquement**

Le temps d'un cycle (une rotation) dans le cas d'un engin de roulage, Correspond à des temps allé et retour et des temps fixe.[3]

$$T_{tc} = T_f + T_{ta} + T_{tr}$$

**T<sub>t</sub>** : Temps fixe

**T<sub>ta</sub>** : temps du trajet aller (en charge)

**T<sub>tr</sub>** : temps du trajet retour (à vide)

**IV.4.1. Temps Aller(en charge) et retour (à vide)**

$$T_c = \frac{D}{V}$$

**T<sub>c</sub>** : le temps du cycle.

**D** : la distance.

**V** : la vitesse.

**IV.4.2. Temps fixes**

Le temps d'attente, les retards et l'efficacité du conducteur ont tous une incidence sur la durée des cycles. En réduisant au minimum le temps de passage au tombereau suivant, la productivité peut augmenter de manière considérable. [3]

$$T_f = T_{ch} + T_{dch} + T_{mov}$$

**T<sub>ch</sub>** : Temps de chargement du tombereau (varie en fonction des engins de chargement)

**T<sub>mov</sub>** : Manœuvres du tombereau sur l'aire de chargement (passage au tombereau suivant) (0,6-0,8 mn)

**T<sub>dch</sub>** : Manœuvres et vidage sur l'aire de vidage (1,0-1,2 mn) (déchargement)

➤ **Sur terrain**

Le temps de cycle des camions dans la carrière est déterminé par la relation suivante :

$$T_t = T_{ch} + T_{aller} + T_{dech} + T_{reteur} + T_{mov}$$

**T<sub>ch</sub>**: Temps de chargement de la benne du camion ;

**T<sub>aller</sub>**: Temps du parcours en charge vers la station du concassage primaire ;

**T<sub>dech</sub>**: Temps de déchargement de la benne du camion ;

**T<sub>reteur</sub>**: Temps de marche en vide vers le point de chargement ;

**T<sub>mov</sub>**: Temps de manœuvre ;

### III.5. Nombre de cycle par heure

$$N_c = \frac{60}{T_{tc}}$$

**T<sub>tc</sub>** : le temps totale du cycle.

### III.6. Le rendement horaire réel du camion

$$R_c = T_c \times C_f \times N_b$$

**T<sub>c</sub>** : tonnage du camion.

**C<sub>f</sub>** : coefficient de remplissage.

**N<sub>b</sub>** : nombre de cycles / heure.

## IV. CALCUL ESTIMATIF DU COUT D'EXPLOITATION HORAIRE DE CHARGEMENT

### IV.1. Chargeur sur pneus

Tableau II. 4 : La durée d'amortissement. [3]

	<b>zone A modérée</b>	<b>zone B moyenne</b>	<b>zone C très difficile</b>
Chargeur sur pneus	Chargement intermittent de camions par reprise au tas, alimentation de trémies sur surfaces dures et lisses. Matériaux non collants de faible	Chargement continu de camions par reprise au tas. Matériaux de densité faible à moyenne avec godet approprié. Alimentation de trémies avec résistance au roulement	Chargement de roche pétardée (grosses chargeuses). Manutention de matériaux de forte densité avec machine munie de contrepoids. Chargement continu de matériaux

	densité. Travaux variés pour collectivités locales et entreprises. Déneigements faciles. Chargement/transport sur surfaces en bon état, trajets courts, sans pentes.	faible à moyenne. Chargement de matériaux en place, faciles à creuser. Chargement/transport sur sols en mauvais état, avec faibles pentes défavorables.	en place très compacts. Travail continu sur sols irréguliers ou à faible portance. Chargement/transport de matériaux difficiles à creuser, trajets longs sur sols en mauvais état et pentes défavorables.
902-908	*	*	*
914g-972g	12 000 heures	10 000 heures	8000 heures
980g-992g	15 000 heures	12 000 heures	10 000 heures
994d	60 000 heures	50 000 heures	40 000 heures

## IV.2. Pelle hydraulique

Tableau II. 5 : la durée d'amortissement. [3]

	zone A modérée	zone B moyenne	zone C très difficile
Pelles hydrauliques	Construction utilitaire peu profonde où la pelle creuse et pose les tuyaux pendant des périodes de 3 ou 4 heures. Matériau de faible densité, foisonné, peu ou pas de	Creusage intensif ou creusage de tranchées où la machine creuse sans cesse dans un sol à couches naturelles de glaise. Quelques déplacements et fonctionnement	Creusage continu de tranchées ou chargement de camions avec roche ou sol rocailleux. Beaucoup de déplacements sur mauvais terrain. La machine travaille



	chocs. La plupart de la manutention de déchets.	régulier à pleins gaz. La plupart des applications forestières.	continuellement sur sol rocheux avec chargements lourds constants et chocs élevés.
320B, 322B	15 000 heures	12 000 heures	10 000 heures
320B, 322B,	15 000 heures	12 000 heures	10 000 heures
345B, 365B, 375	20 000 heures	18 000 heures	15 000 heures

- Désignation de la machine
- La durée prévue d'exploitation (années)
- Fréquence d'utilisation prévue (heures / années)
- Total des heures ; l'utilisation réelle pendant la durée d'exploitation

### IV.3. Les frais fixes

**Prix à destination (équipements inclus).**

**Moins prix de remplacement des pneus.**

**Prix à destination moins les pneus.**

**Moins Valeur résiduelle à la revente**

Y → %

X → %

**Y** : Prix à destination moins les pneus

**X** : la valeur amortir

**La valeur amortir**

Valeur amorti = Prix à destination moins les pneus – valeur résiduelle à la revente

### Coût horaire

$$Ch = \frac{Va}{Th}$$

**Ch.** : Cout horaire.

**Va** : Valeur à amortir.

**Th** : Total des Heure.

### Intérêts

Cet élément du prix de revient représente l'intérêt que l'argent investi dans une machine aurait rapporté s'il avait été investi dans un compte en banque payant un taux d'intérêt fixe.

$$In = \frac{\frac{N + 1}{2N} \times (Pd \times Tin\%)}{n}$$

**N** : nombre d'années.

**Pd** : Prix à destination de chargeur.

**T%** : Taux d'intérêt%.

**n** : nombre des heures par années.

### Assurances

$$A = \frac{\frac{N + 1}{2N} \times (Pd \times Ta\%)}{n}$$

**N** : nombre d'années.

**Pd** : Prix à destination de chargeur.

**T%** : Taux assurances %.

**n** : nombre des heures par années.

### Impôts

$$Iim = \frac{\frac{N + 1}{2N} \times (Pd \times Tim\%)}{n}$$

**N** : nombre d'années

**Pd** : Prix à destination de chargeur

**T%** : Taux impôts %

**n** : nombre des heures par années

#### **Totale des Frais fixes horaire**

$$T_{ff} = C_h + I_n + A + I_m$$

**C<sub>h</sub>** : Coût horaire

**I<sub>n</sub>** : Intérêts

**A** : Assurances

**I<sub>m</sub>** : Impôts

#### **IV.4. Les frais variables**

##### **Carburant**

$$C = \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation}$$

La Consommation horaire de carburant avec un facteur de charge Moyen. [3]

##### **Huiles, graisse, filtres**

$$T = \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation}$$

Prix Unitaire de : Lubrifiant

Graisse

Filtres

La Consommation horaire d'Huiles, graisse, filtres. [3]

Donc :

$$\text{Totale} = (\text{Lubrifiant} + \text{Graisse} + \text{Filtres})$$

##### **Pneus et train de roulement**

###### **a) Pneus**

$$P = \text{Coût de remplacement} \div \text{durée en heures}$$

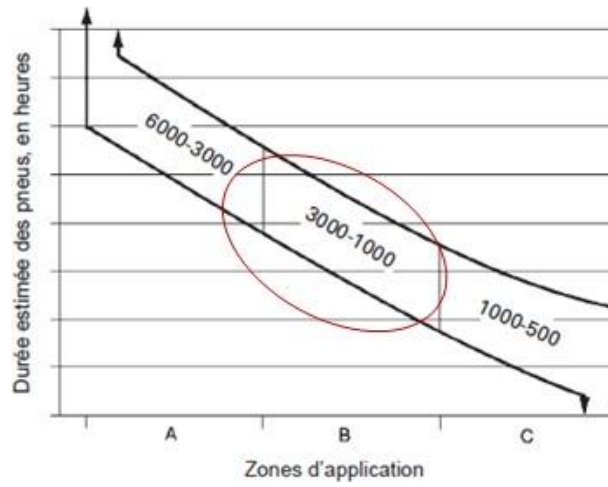


Figure II. 3 : La dure des pneus en heures. [3]

**b) Train de roulement**

$$Tr = (\text{Chocs} + \text{abrasion} + \text{facteur Z}) \times \text{facteur de base}$$

**Réserve pour réparations**

$$Rr = \text{Coefficient longue durée} \times \text{facteur de réparation de base}$$

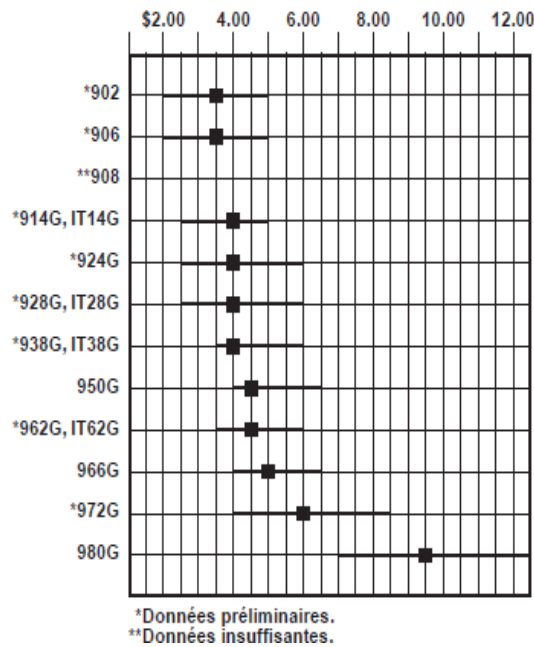


Figure II. 4 : facteur de réparation de base du chargeur sur pneus. [3]

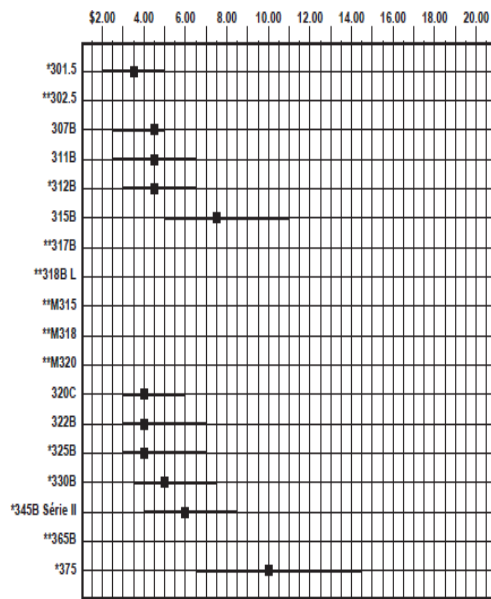


Figure II. 5 : facteur de réparation de base de la pelle hydraulique. [3]

### Pièces d'usure spéciales

$$Pu = \frac{\text{Coût}}{\text{durée}}$$

Figure 2.5 : La dure des pneus en heures

### Total des frais variables

Tfv = Carburant + Huiles, graisse, filtres + Pneus  
 + Réserve pour réparations + Pièces d'usure spéciales

### Salaire horaire du conducteur

$$Sc = \frac{\text{Salaire journalier}}{\text{nombre horaire journalier}}$$

## IV.5. Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur

T = frais fixes + frais variables + salaire du conducteur

#### IV.6. Prix de revient

$$Pr = \frac{T}{Rh}$$

**T** : Total des frais fixes et variable.

**Rh** : production horaire.

### V. CALCUL ESTIMATIF DU COUT D'EXPLOITATION HORAIRE DE TRANSPORTS

#### V.1. Camion (tombereaux)

Tableau II. 6 : La durée d'amortissement. [3]

	zone A modérée	zone B moyenne	Zone C très difficile
tombereaux/ tracteurs de travaux publics, mines et carrières	Fonctionnement continu à un poids brut moyen inférieur au poids de la machine recommandé. Excellentes voies de transport. Pas de surcharge, faible coefficient de charge. (Voir la section Consommation horaire de carburant.)	Fonctionnement continu à un poids brut moyen proche du poids de la machine recommandé. Surcharge minimale, bonnes voies de transport, coefficient de charge modéré. (Voir la section Consommation horaire de carburant.)	Fonctionnement continu à un poids brut moyen égal ou supérieur au poids de la machine recommandé. Surcharge, mauvaises voies de transport, coefficient de charge élevé. (Voir la section Consommation horaire de carburant.) Remarque — Un chargement continu au-delà du poids brut maximum

			recommandé réduira davantage le nombre d'heures de la Zone C.
769d-777d	50 000 heures	40 000 heures	30 000 heures
784c-797	60 000 heures	50 000 heures	40 000 heures

- Désignation de la machine
- La durée prévue d'exploitation (années)
- Fréquence d'utilisation prévue (heures / années)
- Total des heures ; l'utilisation réelle pendant la durée d'exploitation

## V.2. Les frais fixes

**Prix à destination (équipements inclus)**

**Moins prix de remplacement des pneus**

**Prix à destination moins les pneus**

**Moins Valeur résiduelle à la revente**

Y → %

X → %

**Y** : Prix à destination moins les pneus

**X** : la valeur amortir

### **La valeur amortir**

Valeur amortir = Prix à destination moins les pneus – valeur résiduelle à la revente

### Coût horaire

$$Ch = \frac{Va}{Th}$$

**Ch.** : Cout horaire

**Va** : Valeur à amortir

**Th** : Total des Heure

### Intérêts

Cet élément du prix de revient représente l'intérêt que l'argent investi dans une machine aurait rapporté s'il avait été investi dans un compte en banque payant un taux d'intérêt fixe.

$$In = \frac{\frac{N + 1}{2N} \times (Pd \times Tin\%)}{n}$$

**N** : nombre d'années

**Pd** : Prix à destination de chargeur

**T%** : Taux d'intérêt%

**n** : nombre des heures par années

### Assurances

$$A = \frac{\frac{N + 1}{2N} \times (Pd \times Ta\%)}{n}$$

**N** : nombre d'années

**Pd** : Prix à destination de chargeur

**T%** : Taux assurances %

**n** : nombre des heures par années

### Impôts

$$Iim = \frac{\frac{N + 1}{2N} \times (Pd \times Tim\%)}{n}$$

**N** : nombre d'années

**Pd** : Prix à destination de chargeur

**T%** : Taux impôts



**n** : nombre des heures par années

**Totale des Frais fixes horaire**

$$T_{ff} = C_h + I_n + A + I_m$$

**C<sub>h</sub>** : Coût horaire

**I<sub>n</sub>** : Intérêts

**A** : Assurances

**I<sub>m</sub>** : Impôts

**V.3. Les frais variables**

**Carburant**

$$C = \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation}$$

Prix unitaire. [8]

La Consommation horaire de carburant avec un facteur de charge Moyen. [3]

**Huiles, graisse, filtres**

$$T = \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation}$$

Prix Unitaire de : Lubrifiant

Graisse

Filtres

La Consommation horaire d’Huiles, graisse, filtres. [3]

Donc :

$$\text{Totale} = (\text{Lubrifiant} + \text{Graisse} + \text{Filtres})$$

**Pneus et train de roulement**

**a) Pneus**

$$P = \text{Coût de remplacement} \div \text{durée en heures}$$

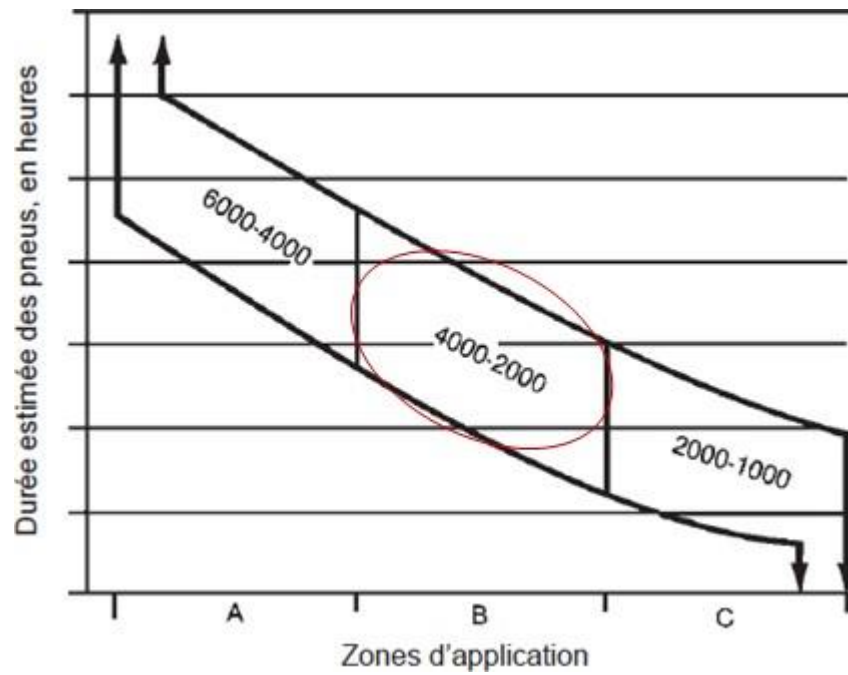


Figure II. 6 : la durée des pneus [3]

**b) Train de roulement**

$$Tr = (\text{Chocs} + \text{abrasion} + \text{facteur Z}) \times \text{facteur de base}$$

**Réserve pour réparations**

$$Rr = \text{Coefficient longue durée} \times \text{facteur de réparation de base}$$

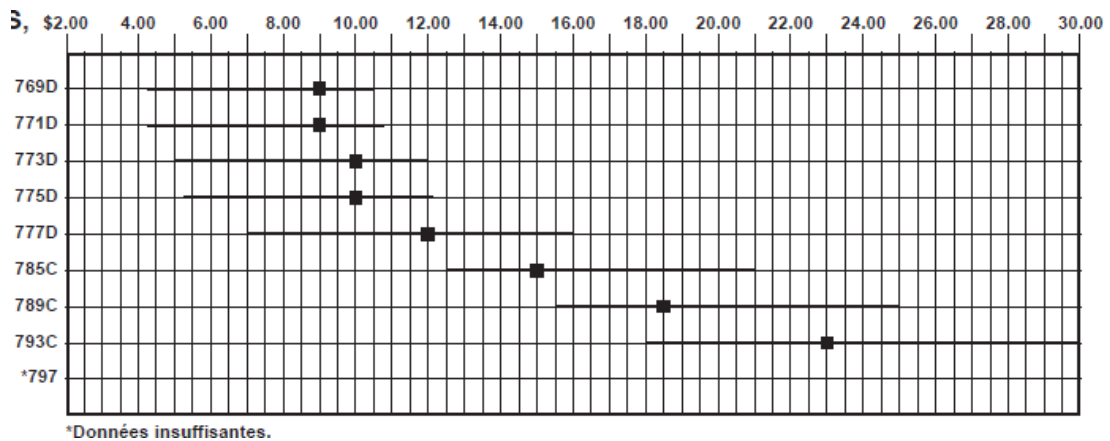


Figure II. 7 : facteur de réparation de base de camion. [3]

**2.7.3.5 Pièces d'usure spéciales**

$$Pu = \frac{\text{Coût}}{\text{durée}}$$

**Total des frais variables**

$$\begin{aligned} T_{fv} = & \text{Carburant} + \text{Huiles, graisse, filtres} + \text{Pneus} \\ & + \text{Réserve pour réparations} + \text{Pièces d'usure spéciales} \end{aligned}$$

**Salaire horaire du conducteur**

$$S_c = \frac{\text{Salaire journalier}}{\text{nombre horaire journalier}}$$

**V.4. Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur**

$$T = \text{frais fixes} + \text{frais variables} + \text{salaire du conducteur}$$

**V.5. Prix de revient**

$$Pr = \frac{T}{R_h}$$

**T** : Total des frais fixes et variable.

**R<sub>h</sub>** : production horaire.

## **CONCLUSION**

Le chapitre qui suit nous montre l'application numérique de cette méthode et nous analyserons les paramètres de chargement et de transport, le cout pour notre étude du gisement, Djebel Azro et les matériels de chargement - transport et les combinaisons d'engins les plus courantes en nous limitant aux solutions simples qui sont en général les plus efficaces dans cette carrière.

La méthode utilisée dans notre calcul de chargement et transport, le cout est celle de Caterpillar

## **CHAPITRE III : *ETUDE DE CAS***

## INTRODUCTION

Dans ce chapitre est l'application numérique sur les paramètres de plan de tir par la méthode langefors avec les données de la carrière et comparait avec les paramètres actuels dans la carrière cosider. L'application de modèle kuz-ram pour L'analyse de la fragmentation.

## I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### I.1. Localisation de gisement

Le site d'exploitation est situé à l'Ouest de la commune d'EL M' HIR, wilaya de BORDJ BOU ARERRIDJ. Il est distant d'environ 08 km (à vol d'oiseau) du chef-lieu de commune et a 30 km à l'est de la ville de BORDJ BOU ARERRIDJ, et d'environ 06 km de l'autoroute Est-Ouest. On y accède de la RN5 par une piste d'environ 0.8km de long. [2]

Le site occupe une place stratégique vis-vis de la commercialisation du produit finis (les agrégats).

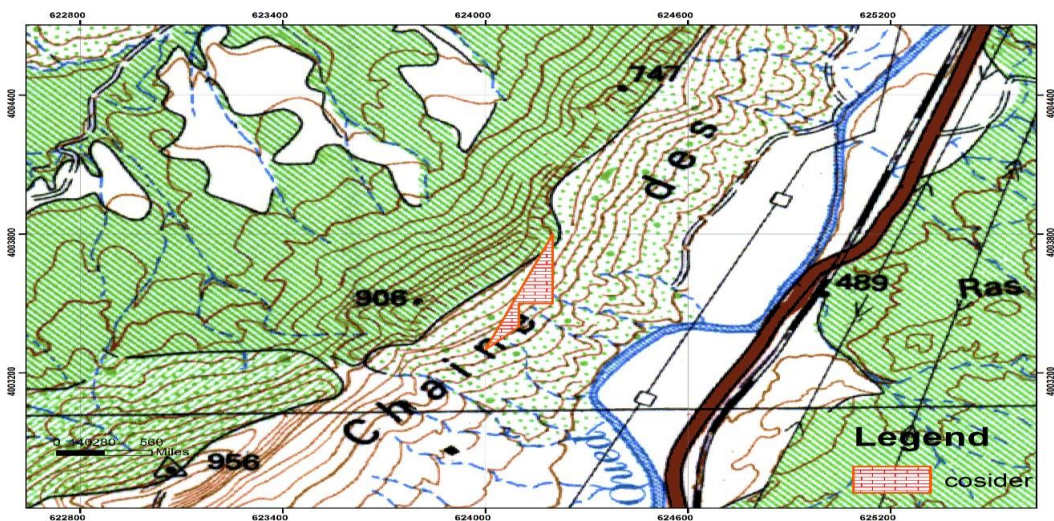


Figure III. 1 : localisation de gisement. [2]

## I.2. Cordonnées de périmètre

Les coordonnées UTM du périmètre minier sont indiquées sur le tableau suivant:

Tableau III. 1 : Les coordonnées UTM du périmètre minier. [2]

point	X	Y
1	624200	4 003 800
2	624200	4 003 500
3	624100	4 003 500
4	624100	4 003 400
5	624000	4 003 300
6	624000	4 003 300
7	623600	4 003 300
8	623600	4 003 700
9	623700	4 003 700
10	623700	4 003 800
11	623800	4 003 800
12	623800	4 003 900
13	624300	4 003 900
14	624300	4 003 600
33Ha		

L'altitude du périmètre culmine à 805 m.

## II. 3.2 GENERALITES

La wilaya de BORDJ BOU ARRERIDJ s'étend du sud de la Kabylie jusqu'à la région des hauts plateaux.

Elle est située sur le territoire des hautes plaines, à cheval sur la chaîne de montagne des Bibans, elle se situe au Nord-est de l'Algérie, elle est délimitée au Nord par la wilaya de Bejaia, à l'Ouest par la wilaya de Bouira et au Sud par M'sila et à l'Est par la wilaya de Sétif.

La wilaya est constituée de trois zones géographiques qui se succèdent : [2]

- ✓ Une zone montagneuse, avec au Nord la chaîne des Bibans.
- ✓ une zone de hautes plaines qui constitue la majeure partie de la wilaya.
- ✓ une zone steppique, au Sud-ouest, à vocation agropastorale.

### **III. CONTEXTES GEOLOGIQUES**

#### **III.1. Géologie générale**

Géologiquement la wilaya de BORDI BOU ARERIDJ est située sur le territoire des hautes plaines à cheval sur la chaîne des Bibans.

Dans ce cas, la montagne est représentée par Azrou El kébir qui elle-même fait partie d'une chaîne dite chaîne des azrou qui est chevauchée par la chaîne des Bibans.

La chaîne des azrou (sud des portes de fer), est constituée de deux chaînons disjoints:

Azrou Sghir et Azrou El kbir, tous deux présentent la même constitution et le même type de structure.

Les lames en relief sont constituées par des calcaires rocheux, patinés de rougeâtre, de l'albien et tronçonnées par des failles transversales. Elles sont recouvertes stratigraphiquement au NW, par des marnes et calcaires de l'albien supérieur-varconiens.

Chacun des deux chaînons est entouré par un contact anormal, le séparant de couches plus récentes : sénonien sur leur bordure occidentale, éocène sur leurs bordures orientale et méridionale.

Au pied de la chaîne des Azrous, s'étalent les dépôts de tufs, de travertins hydrothermaux dus à l'activité des eaux thermales qui circulent dans le secteur.



Cette activité hydrothermale a également engendrée une minéralisation assez variée dans ces lames dolomitiques et les marnes qui l'entourent (minerai du plomb et du zinc). [2]

## **III.2. Géologie du gisement**

### **III.2.1. Stratigraphie**

Le gisement fait partie d'une montagne dite Kef Azrou. La cote la plus basse se trouve dans la partie sud du périmètre d'exploitation qui est de 550m s'élevant en pente vers la partie nord atteignant les 778m. Soit une dénivelée de l'ordre de 228m et se termine dans le versant nord à la cote 600m.

La couverture des calcaires est pratiquement inexistante sur la masse rocheuse, alors que sur le reste du gisement, elle est de nature sédimentaire (argile, terre végétale et des débris de calcaire) et reste importante dans la partie Ouest du périmètre.

La formation utile est représentée par des calcaires et calcaires dolomitiques d'âge albien. la totalité de cette formation est concentrée dans la masse rocheuse, alors que dans les alentours de cette masse affleurent des marnes et des argiles sous forme de couverture.

Les calcaires du gisement sont de nature massive plus ou moins compacte, de couleur grise à marron en surface (due à l'altération et à la circulation des eaux) et blanchâtre en profondeur.

La couleur est très variée, de marron à gris pour les calcaires des niveaux inférieurs, vert rouge à verdâtre pour les niveaux supérieurs, très sombre pour les niveaux riches en minéralisation.

La masse rocheuse est caractérisée par l'existence de forme karstique de dimension variable, laissée par la matière dissoute sous l'effet de la circulation des eaux hydrothermales, comme en témoignent les stalactites et les stalagmites et les autres formes de minéralisation sous forme d'impuretés dans les calcaires, ainsi que la grotte qui se trouve dans le niveau inférieur. [2]

### III.2.2. Hydrochimatologie

La région se caractérise par un climat continental qui offre des températures chaudes en été et très froides en hiver parmi les plus basses de l'Algérie, la pluviométrie annuelle est de 300 à 700mm. On note la présence d'une source d'eau hydrothermale en profondeur qui coule vers les Bibans. [2]

## IV. RESERVES ET COMPOSITION CHIMIQUE DE GISEMENT

Selon les études réalisées par L'ORGM :

### IV.1. Les réserves

Tableau III. 2 : les réserves de gisement

réserves géologiques	13 922 870	m <sup>3</sup>
réserves exploitables	6 039 700	m <sup>3</sup>

### IV.2. La composition

Tableau III. 3 : la composition chimique du calcaire du gisement

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	PAF
0.42	0.09	0.26	33.26	19.22	0.03	0.05	0.07	46.43

On observe que les teneurs en élément nocifs et abrasifs (SiO<sub>2</sub>) sont très faibles. La qualité de la substance utile est excellente. Elle est caractérisée par une forte résistance mécanique, une faible teneur d'argile, une porosité très basse et une composition chimique adéquate.

Ces caractéristique la destine à la production des granulats et sable à béton et accessoirement pour couches de base et foration de chaussée (LA < 35%, MICRO DEVAL<30%). [2]

## V. REGIME DE TRAVAIL

➤ Nombre de jours ouvrables par an : 300 Jrs.

$$N_{jo} = N_{ja} - N_{jf} - N_{jr}$$

✓ N<sub>ja</sub> : nombre de jours par an = 365 jrs

✓ N<sub>jf</sub> : nombre de jours fériés = 12 jrs

✓ N<sub>jr</sub> : nombre de jours repos par an = 53 jrs (on a 53 week-end ; pour une carrière qu'est un seule jour de week-end : vendredi, le nombre de jour de repos sera 53)

$$N_{jo} = 365 - 12 - 53$$

$$N_{jo} = 300 \text{ jrs}$$

✓ Le nombre de poste par jour : 01 poste par jours .8H jusqu'à 16H.

✓ Les heures de travail par jour : 7 heures

✓ Le nombre des heures ouvrables dans 1 an est : 2100 heures

## VI. REGIME DE PRODUCTION

Tableau III. 4 : Répartition de la production en temps.

period	Production (tonne)	Production (m <sup>3</sup> )
an	888 889	555 555,62
jour	2962,96	1851,85
poste	2962,96	1851,85
Heures	423,28	264,55

## **VII. EVALUATION DU COUPLE CHARGEUR ET CAMION**

### **VII.1. Choix de la machine de chargement**

La densité du matériau utilisé dans le choix de la chargeuse est : **2,6**

La densité foisonnée = **1.6**

Le foisonnement : est le pourcentage du volume original duquel un matériau augmente lorsqu'il est dérangé de son état naturel. Lors de son excavation, le matériau se fractionne en particules de différentes tailles qui ne s'ajustent pas les unes aux autres, ce qui entraîne la création de poches d'air et d'espaces vides qui diminuent le poids par volume. [3]

#### **VII.1.1. Durée du cycle du chargeur sur pneus**

Pour des matériaux granuleux non tassés, on considère que [0,45-0,55] min est un temps de base raisonnable pour le cycle de travail d'une chargeuse articulée Caterpillar conduite par une personne expérimentée, sur terrain dur et uniforme. [3]

##### **VII.1.1.1. Facteurs affectant la durée des cycles**

[0,45-0,55] minute par cycle de travail (chargement, déversement, manœuvre) est un temps moyen calculé pour une chargeuse articulée [le temps de base pour les grosses chargeuses de 3 m<sup>3</sup> et plus peut être légèrement supérieur], mais ce temps peut varier en pratique. Les valeurs données ci-après pour les différentes variables sont fondées sur des applications normales. On obtiendra le temps total du cycle de travail en additionnant ou en soustrayant ces valeurs.

- On prend un temps de cycle de base égale à : 0.50 minutes

Tableau III. 5 : les facteurs de la durée des cycles

	Les facteurs	Minutes en plus (+) ou en moins (-) du temps de base
Machine	Manutention	<b>-0,05</b>
Matériau	Matériau en place ou fragmenté	<b>+0,04</b>
Caractéristiques du tas à reprendre	Mise en tas par camions	<b>+0,02</b>
divers	Camions et chargeuses appartenant à la même Entreprise	<b>- 0,04</b>
	Marche irrégulière du chantier	<b>+0,04</b>

✓ Alors le temps de cycle de notre chargeuse est de :

$$Tc = 0,50 - 0,05 + 0,04 + 0,02 - 0,04 + 0,04$$

$$= 0.51 \text{ min}$$

### **VII.1.2. Détermination du nombre de cycle de travail par heures**

Pour un rendement de 100%

$$\text{Nombre de cycles} = \frac{60 \text{ minutes}}{0.51 \text{ minutes}}$$

$$= 118 \text{ cycles/heure}$$

Pour un rendement de 83%

$$\text{Nombre de cycles} = \frac{50 \text{ minutes}}{0.51 \text{ minutes}}$$

$$= 98 \text{ cycles/heure}$$

Le nombre de cycle de travail par heure est : **98 cycle/heure**

### **VII.1.3. Charge utile requise par cycle de travail**

Charge par cycle = La production horaire / nombre de cycle

$$\frac{423,28 \text{ t/h}}{98 \text{ cycle/h}} = 4,31 \text{ t/cycle}$$

#### **VII.1.4. La production horaire**

$$P_H = \frac{\text{production annuelle}}{\text{nombre des heures ouvrables par an}}$$

$$P_H = \frac{888889}{2100} = 423,28 \text{ t/h}$$

#### **VII.1.5. Choix du godet**

Après avoir établi la charge utile requise par cycle de travail, on divisera la charge utile par le poids du mètre cube de matériau foisonné pour obtenir le volume de matériau non tassé requis par cycle de travail en m<sup>3</sup>

$$\frac{4,31 \text{ tonnes par cycle}}{1,6 \text{ t/m}^3} = 2,69 \text{ m}^3 \text{ /cycle}$$

#### **Rendement volumétrique des godets**

Rendement de matériau abattu à l'explosif est :

Bien fragmenté . . . . . 80-95%

Moyen. . . . . 75-90

Mal fragmenté . . . . . 60-75

Dans notre cas on prend un rendement de : 75% (moyen)

#### **Calcul de la taille du godet réel**

$$\text{taille du godet} = \frac{\text{Volume requis par cycle}}{\text{Rendement volumétrique}}$$

$$\text{la Taille du godet} = 2,69 / 0,75 = 3,58 \text{ m}^3 \text{ par cycle}$$

### VII.1.6. Le rendement horaire

$$\begin{aligned} \text{Le rendement horaire} &= \text{le volume de godet} \times \text{le nombre de cycle par heure} \\ &= 3,58 \times 98 \\ &= 350,84 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Donc

La chargeuse qui assure ce volume de godet 3,58m<sup>3</sup> est : Caterpillar 966G

Avec un godet des dents a doublé languette et segments et la fiche technique de godet (voir annexe 1) et fiche technique de la chargeuse CAT 966G (voir annexe 2), caractéristique de chargeuse 966G (voir annexe 3)

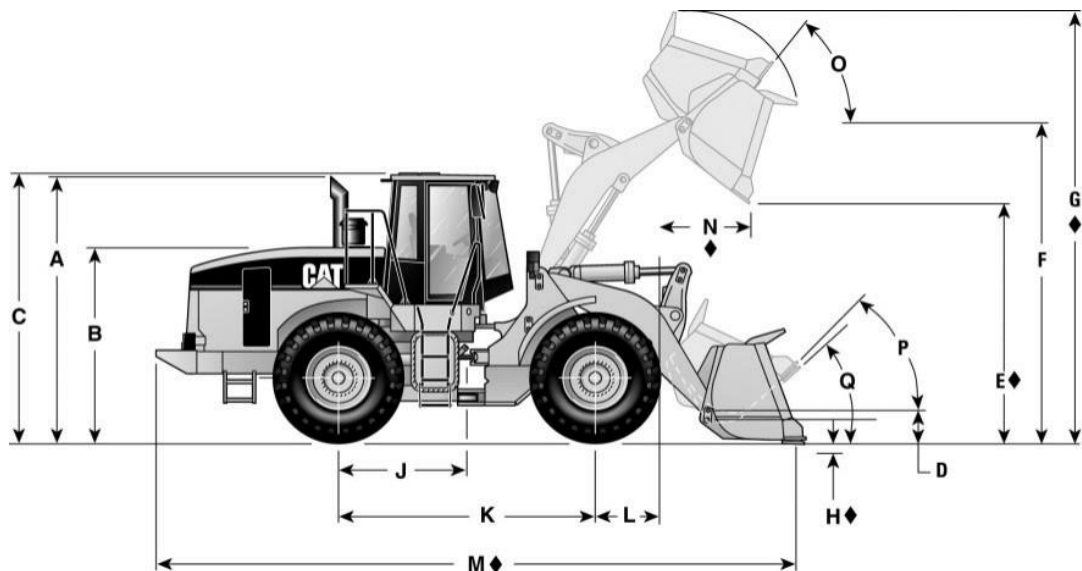


Figure III. 2 : chargeurs 966G

### VII.1.7. La norme SAE

La norme SAE concernant la charge utile précise que : La capacité de travail exigée de la machine ne doit pas dépasser la moitié de la charge d'équilibre statique au braquagemaxi.

La capacité exigée de la machine = Le volume de godet× densité de foisonnement

$$3.58 \times 1600 = 5728 \text{ kg}$$

La moitié de la charge d'équilibre statique au braquage maximal est la valeur se présente dans le tableau :

$$= 13914 / 2$$

$$= 6957 \text{ supérieur à } 3280.2$$

Donc : La norme SAE est vérifiée.

### VII.2.1. Durée du cycle de la pelle Facteurs

#### affectant la durée des cycles

Le cycle de travail d'une pelle hydraulique comporte quatre phases : [3]

- Remplissage du godet.
- Pivotement en charge.
- Vidage du godet.
- Pivotement à vide.

La durée totale du cycle dépend de la taille de la pelle (les petites machines sont plus rapides que les grosses) et des conditions de travail. Bien entendu, de bonnes conditions favorisent la durée des cycles. [3]

Tableau III. 6 : la durée de chargement de la pelle hydraulique. [1]

CYCLES DE BASE DES PELLES HYDRAULIQUES ( en minute et centième de minute)															
METHODE RETRO															
Godet en m3*	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10	11	12
Facile	0.32	0.32	0.32	0.37	0.37	0.42	0.42	0.42	0.47	0.47	0.47	0.47	0.52	0.52	0.52
Normale	0.35	0.35	0.35	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55
Difficile	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55	0.55	0.60	0.60	0.60
METHODE BUTTE															
Facile	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Normale	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Difficile	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Au-delà de 12 m3 prendre en conditions normales : rétro = 0.60 butte = 0.50 * volume suivant norme SAE définie au paragraphe Volume des godets ( page 25)															



**VII.2.2. Le temps de cycle total**

$$T_t = \text{Remplissage du godet} + \text{Pivotement en charge} + \text{Vidage du godet} \\ + \text{Pivotement à vide}$$

$$T_t = 0.40 \text{ min}$$

**VII.2.3. Détermination de nombre cycles de travail par heure**

Pour un rendement de 100%

$$\text{Nombre cycle} = \frac{60 \text{ min}}{0.40 \text{ min}} \\ = 150 \text{ cycles/heure}$$

Pour un rendement de 83%

$$\text{Nombre cycle} = \frac{50 \text{ min}}{0.40 \text{ min}} \\ = 125 \text{ cycles/heure}$$

Le nombre de cycle de travail par heure est : **125 cycle/heure**

**VII.2.4. Charge utile requise par cycle de travail**

$$\text{Charge par cycle} = \frac{\text{La production horaire}}{\text{nombre de cycle}} \\ = \frac{423.28 \text{ t/h}}{125 \text{ cycle /h}} \\ = 3.4 \text{ t/cycle}$$

**VII.2.5. Choix du godet**

Après avoir établi la charge utile requise par cycle de travail, on divisera la charge utile par le poids du mètre cube de matériau foisonné pour obtenir le volume de matériau non tassé requis par cycle de travail en m<sup>3</sup>. [3]

$$\frac{3,4 \text{ tonnes par cycle}}{1,6 \text{ t/m}^3} = 2,12 \text{ m}^3 \text{ /cycle}$$

### Rendement volumétrique des godets

Le rendement volumétrique des godets a une roche fragmentée tout venant est :  
[0.75 – 0.90]

On prend 0.75 le rendement volumétrique

### Calcule la taille du godet réel

$$\text{taille du godet} = \frac{\text{Volume requis par cycle}}{\text{Rendement volumétrique}}$$

$$\begin{aligned} \text{la Taille du godet} &= \frac{2,12}{0,75} \\ &= 2,83 \text{ m}^3 \text{ par cycle} \end{aligned}$$

### Le rendement horaire

$$\begin{aligned} \text{Le rendement horaire} &= \text{le volume de godet} \times \text{le nombre de cycle par heure} \\ &= 2,83 \times 125 \\ &= 353,75 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Donc

La pelle qui assure ce volume de godet 2,83 m<sup>3</sup> est Caterpillar 345B L-VG

Fiche technique de la pelle 345B L-VG (voire annexe 4) et caractéristique de la pelle 345B VG (voire annexe 5)

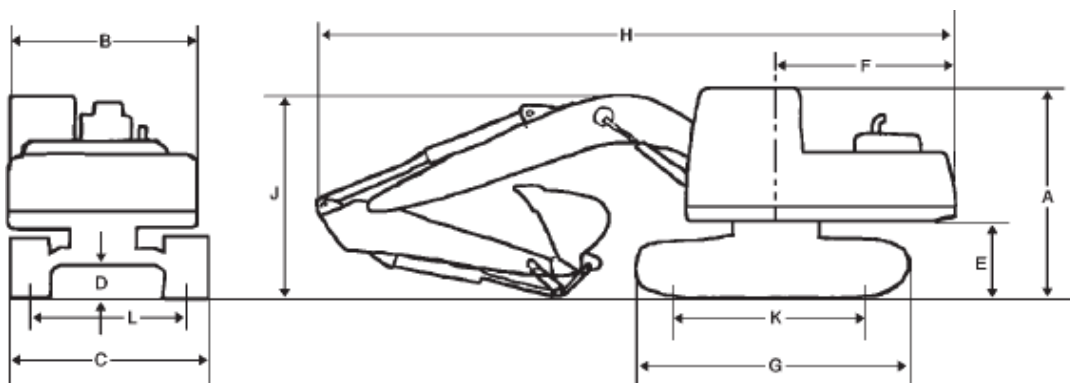


Figure III. 3 : la pelle 345B L-VG.

### VII.3.1. Choix de camion

#### Camion utilise avec chargeur sur pneus

Pour choisir la benne engins de transport il faut que le rapport entre la capacité dela benne et la capacité de godet doit être entre 3 à 5 est vérifié

#### Détermination du volume de la benne ( $V_b$ )

$$V_b = (3,4,5) \times \text{le volume du godet}$$

On prend 5 godet pour le remplissage du la benne c a d :

$$3,58 \times 5 = 18 \text{ m}^3$$

Le camion qui assure ce volume  $18 \text{ m}^3$  est : Caterpillar 771D Avec une benne est supérieur ou égale à  $19,25 \text{ m}^3$  pour carrière. La fiche technique du camion (voire annexe 7)

### VII.3.2. Calcul de temps du cycle

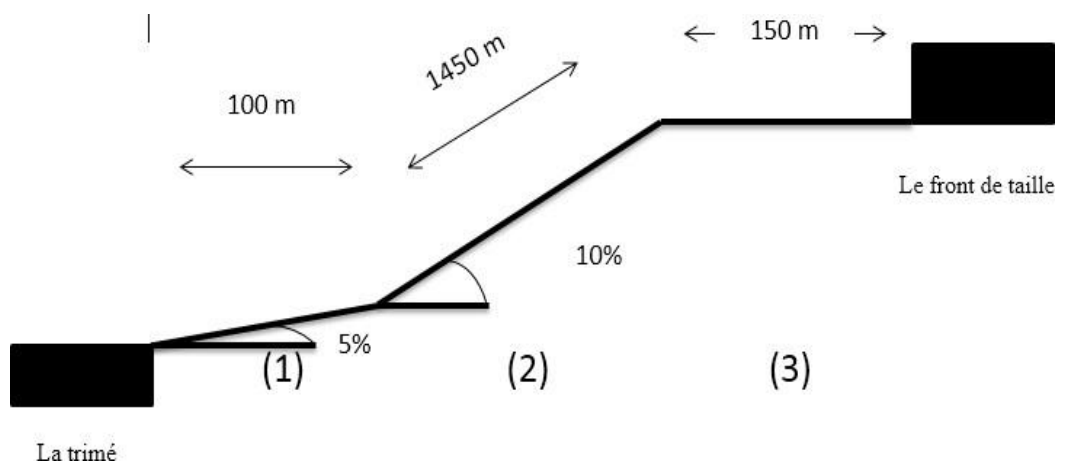


Figure III. 4 : Devisions la piste de transport

Tableau III. 7 : Devisions de la piste du transport en tronçons

	tronçon (1)	Tronçon (2)	Tronçon (3)
La distance (m)	100	1450	150
Le pont (%)	5	10	0
Altitude (m)	7,60		

La distance totale (la trime au front de taille) est 1,7KM

**Camion on charge descendre**

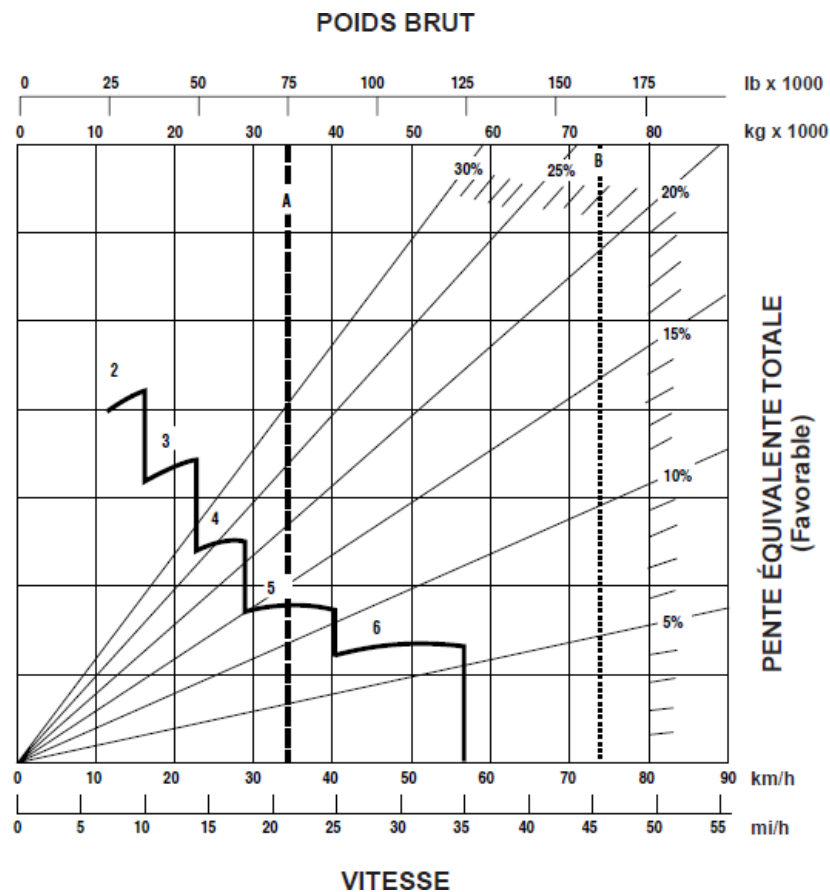


Figure III. 5 : L'abaque de la pente favorable

**Pour le tronçon (1)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente**

$$Rp = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$RP = 1\%(73,970 \text{ t}) \times 5\%$$

$$Rp = 3,7\%$$

**b. La résistance de roulement**

$$Rr = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$Rr = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale**

$$RT = Rr - Rp$$

$$RT = 3,7\% - 3,5\%$$

$$RT = 0,2\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 6<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 58 km/h ramené à 10 km/h pour la réglementation de la carrière.

On déduit :

$$\text{Le temps} = \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}}$$

$$t = \frac{0,1}{10}$$

$$= 0,01 \text{ h}$$

$$= 0.60 \text{ min}$$

**Pour le tronçon (2)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

$$Rp = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$Rp = 1\%(73,970 \text{ t}) \times 10\%$$

$$Rp = 7,3\%$$

**b. La résistance de roulement :**

$$Rr = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$R_r = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$RT = R_r - R_p$$

$$RT = 7,3\% - 3,5\%$$

$$RT = 3,8\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 6<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 58 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\begin{aligned} \text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{1,45}{10} \\ &= 0,145 \text{ h} \\ &= 8.7 \text{ min} \end{aligned}$$

**Pour le tronçon (3)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

**Rp= 0°** la pente est nulle dans ce cas.

**b. La résistance de roulement :**

$$\begin{aligned} R_r &= \frac{35 \text{ Kg/t}}{10} \\ R_r &= 3,5\% \end{aligned}$$

**c. La Résistance totale :**

$$RT = R_r - R_p$$

$$RT = 3,5\% - 0\%$$

$$RT = 3,5\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 6<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 58 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\begin{aligned} \text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{0,15}{10} \\ &= 0,015 \text{ h} \\ &= 0.9 \text{ min} \end{aligned}$$

### Tempe totale

Le temps totale des tronçons descendant (aller) en charge est :

$$T_t = \text{temps de tronçon 1} + \text{temps de tronçon 2} + \text{temps de tronçon 3}$$

$$T_t = 10.2 \text{ min}$$

### Camion on vide monte : (défavorable)

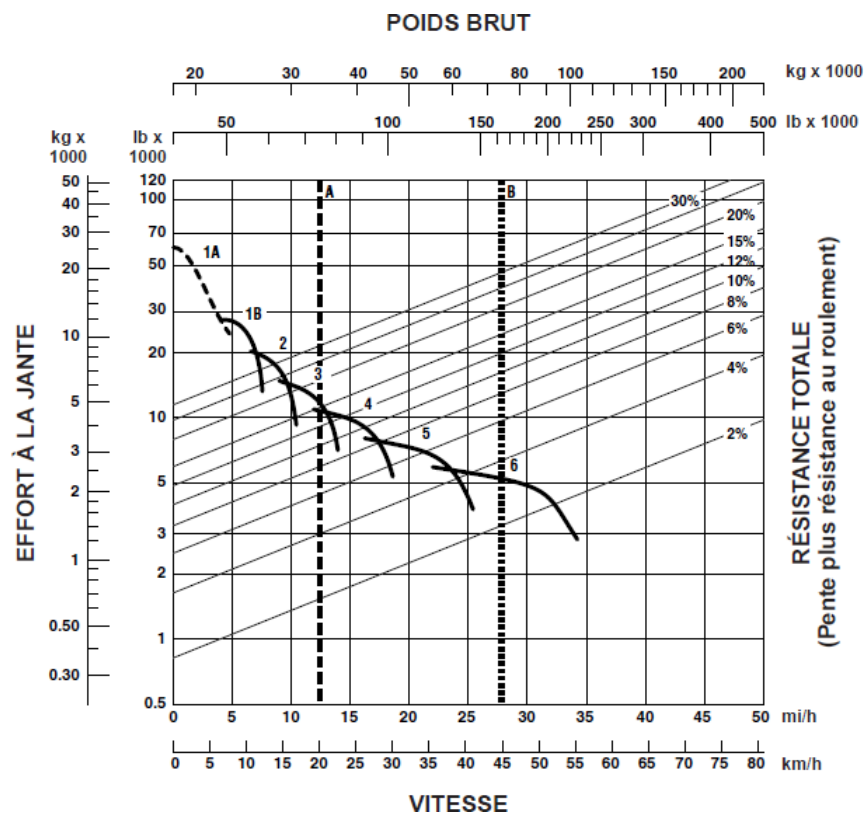


Figure III. 6 : L'abaque de la pente défavorable

**Pour le tronçon (1)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

$$Rp = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$RP = 1\%(73,970 \text{ t}) \times 5\%$$

$$Rp = 3,7\%$$

**b. La résistance de roulement :**

$$Rr = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$Rr = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$RT = Rr + Rp$$

$$RT = 3,7\% + 3,5\%$$

$$RT = 7,2\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 4<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 18 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\text{Le temps} = \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}}$$

$$t = \frac{0,1}{10}$$

$$= 0,01 \text{ h}$$

$$= 0.6 \text{ min}$$

**Pour le tronçon (2)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente**

$$Rp = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$RP = 1\%(73,970 \text{ t}) \times 10\%$$



$$R_p = 7,3\%$$

**b. La résistance de roulement :**

$$R_r = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$R_r = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$R_T = R_r + R_p$$

$$R_T = 7,3\% + 3,5\%$$

$$R_T = 10,8\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 3<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 13,5 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\text{Le temps} = \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}}$$

$$t = \frac{1,45}{10}$$

$$= 0,145 \text{ h}$$

$$= 8.7 \text{ min}$$

**Pour le tronçon (3)**

Résistance totale( $R_T$ ) = résistance de roulement ( $R_r$ ) + résistance due à la pente ( $R_p$ )

**a. La résistance due à la pente :**

**$R_p = 0^\circ$**  la pente est nulle dans ce cas.

**b. La résistance de roulement :**

$$R_r = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$R_r = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$R_T = R_r + R_p$$

$$R_T = 3,5\% + 0\%$$

$$RT = 3,5\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 6<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 34 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\begin{aligned}\text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{0,15}{10} \\ &= 0,015 \text{ h} = 0.9 \text{ min}\end{aligned}$$

### **Temps total**

Le temps totale des tronçons monte (retour) en vide est :

$$Tt = \text{temps de tronçon 1} + \text{temps de tronçon 2} + \text{temps de tronçon 3}$$

$$Tt = 10.2 \text{ min}$$

### **Temps fixes**

$$Tf = T_{ch} + T_{dch} + T_{mov}$$

$$Tf = 2,55 + 1 + 0,7$$

$$Tf = 4,25 \text{ min}$$

### **Temps totale de cycle du camion**

Temps de cycle du camion = temps de trajet aller + temps de trajet retour + temps fixes

$$Tc = 10,2 + 10,2 + 4,25$$

$$Tc = 24.65 \text{ min}$$

### Nombre de cycle par heure du camion

$$\begin{aligned} N_c &= \frac{60 \text{ min}}{\text{temps totale du cycle}} \\ N_c &= \frac{60}{24,65} \\ &= \mathbf{2,4 \text{ cycle/heure}} \end{aligned}$$

### Le rendement horaire réel du camion

$$\begin{aligned} R_c &= \text{tonnage du camion} \times \text{coef de remplissage} \times \text{nbr des cycles/h} \\ R_c &= (18 \times 1,6 \times 0,75) \times 2,4 \\ R_c &= 51,84 \text{ t/h} \end{aligned}$$

### Nombre de camion total par horaire

$$\begin{aligned} \text{Nbr de camion totale} &= \frac{\text{production horaire}}{\text{rendement horaire pour un camion}} \\ &= \frac{423,28}{51,84} \\ &= 8,2 = 8 \text{ camion} \end{aligned}$$

Alor en utiliser 8 camion pour assurer la ciblé de production

### Le rendement horaire réel du camion total

$$\begin{aligned} R &= 8,2 \times 51,84 \\ &= 425,08 \text{ t/h} \end{aligned}$$

### Camion utilise avec pelle hydraulique

Pour choisir la benne engins de transport il faut que le rapport entre la capacité de la benne et la capacité de godet doit être entre 3 à 5 est vérifié

**Détermination du volume de la benne (Vb)**

$$Vb = (3,4,5) \times \text{le volume du godet}$$

On prend 5 godet pour le remplissage de la benne c a d :

$$2,83 \times 5 = 14.20 \text{ m}^3$$

Le camion qui assure ce volume 14.20 m<sup>3</sup> est : Caterpillar 769 D

Avec une benne est supérieure ou égale à 19,25 m<sup>3</sup> pour carrière.

La fiche technique du camion (voir annexe 8)

**Calcul de temps du cycle**

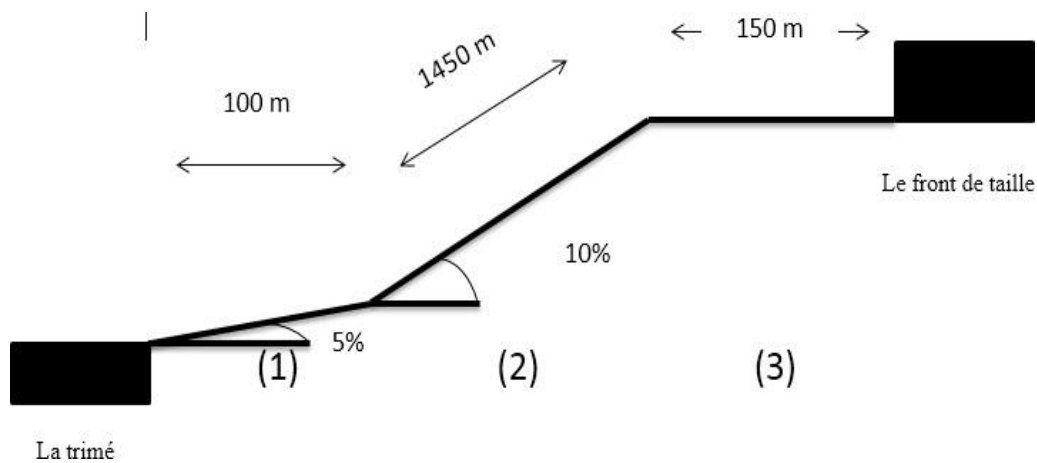


Figure III. 7 : devisons de la piste du transport

Tableau III. 8 : la devisons de la piste du transport en tronçons

	tronçon (1)	Tronçon (2)	Tronçon (3)
La distance (m)	100	1450	150
Le pont (%)	5	10	0
Altitude (m)	7,60		

La distance totale (la trime au front de taille) est **1,7KM**

**Camion on charge descente**

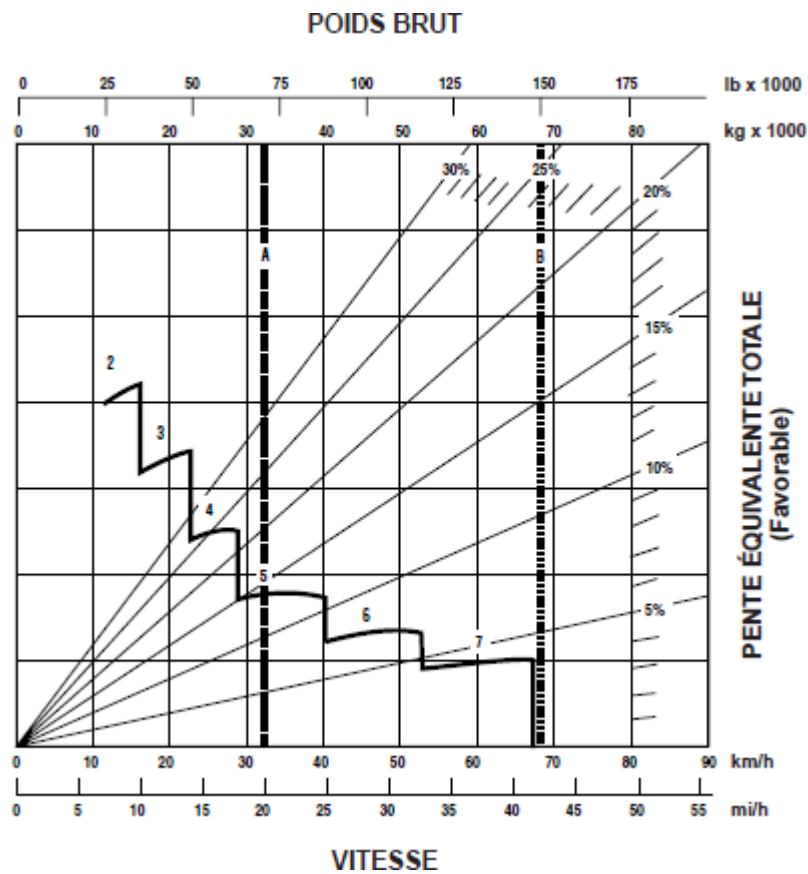


Figure III. 8 : L'abaque de la pente favorable

**Pour le tronçon (1)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

$$Rp = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$RP = 1\% (68,180 \text{ t}) \times 5\%$$

$$Rp = 3,4\%$$

**b. La résistance de roulement :**

$$Rr = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$Rr = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$RT = Rr - Rp$$

$$RT = 3,5\% - 3,4\%$$

$$RT = 0,1\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 7<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 68 km/h ramené à 10 km/h pour la réglementation de la carrière.

On déduit :

$$\begin{aligned} \text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{0,1}{10} \\ &= 0,01 \text{ h} \\ &= 0.60 \text{ min} \end{aligned}$$

### **Pour le tronçon (2)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

#### **a. La résistance due à la pente :**

$$Rp = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$RP = 1\%(68,180 \text{ t}) \times 10\%$$

$$Rp = 6,8\%$$

#### **b. La résistance de roulement :**

$$Rr = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$Rr = 3,5\%$$

#### **c. La Résistance totale :**

$$RT = Rr - Rp$$

$$RT = 3,5\% - 6,8\%$$

$$RT = - 3,3\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 7<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 68 km/h ramené à 10km/h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\begin{aligned} \text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{1,45}{10} \\ &= 0,145 \text{ h} \\ &= 8,7 \text{ min} \end{aligned}$$

### Pour le tronçon (3)

Résistance totale (RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

**Rp = 0°** la pente est nulle dans ce cas.

**b. La résistance de roulement :**

$$\begin{aligned} R_r &= \frac{35 \text{ Kg/t}}{10} \\ R_r &= 3,5\% \end{aligned}$$

**c. La Résistance totale :**

$$\begin{aligned} R_T &= R_r - R_p \\ R_T &= 3,5\% - 0\% \\ R_T &= 3,5\% \end{aligned}$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 7<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 68 km/h ramené à 10 km/h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\begin{aligned} \text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{0,15}{10} \\ &= 0,015 \text{ h} \\ &= 0,9 \text{ min} \end{aligned}$$

### Temps total

Le temps totale des tronçons descendant (aller) en charge est :

$T_t = \text{temps de tronçon 1} + \text{temps de tronçon 2} + \text{temps de tronçon 3}$

$$T_t = 10.2 \text{ min}$$

**Camion on vide monte : (défavorable)**

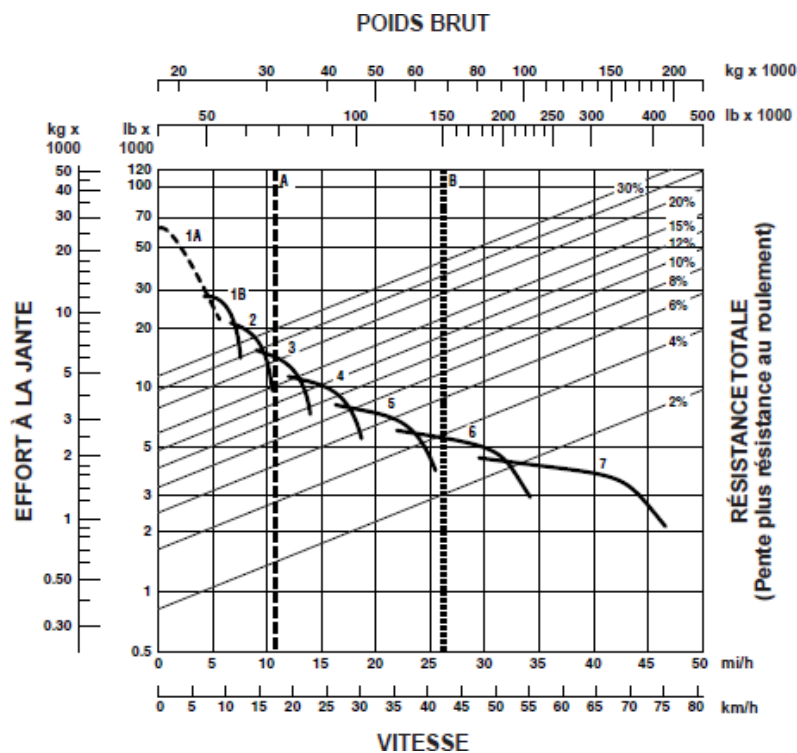


Figure III. 9 : L'abaque de la pente défavorable

**Pour le tronçon (1)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

$$R_p = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$R_p = 1\% (68,180 \text{ t}) \times 5\%$$

$$R_p = 3,4\%$$

**b. La résistance de roulement :**



$$R_r = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$R_r = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$RT = R_r + R_p$$

$$RT = 3,4\% + 3,5\%$$

$$RT = 6,9\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 5 ème

La Vitesse de ce tronçon est 38 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\text{Le temps} = \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}}$$

$$t = \frac{0,1}{10}$$

$$= 0,01 \text{ h}$$

$$= 0.6 \text{ min}$$

**Pour le tronçon (2)**

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

**a. La résistance due à la pente :**

$$R_p = 1\% \text{ poids brute} \times \% \text{ de la pente}$$

$$R_p = 1\% (68,180 \text{ t}) \times 10\%$$

$$R_p = 6,8\%$$

**b. La résistance de roulement :**

$$R_r = \frac{35 \text{ Kg/t}}{10}$$

$$R_r = 3,5\%$$

**c. La Résistance totale :**

$$RT = R_r + R_p$$

$$RT = 6,8\% + 3,5\%$$

$$RT = 10,3\%$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 4<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 30 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\begin{aligned}\text{Le temps} &= \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}} \\ t &= \frac{1,45}{10} \\ &= 0,145 \text{ h}\end{aligned}$$

### Pour le tronçon (3)

Résistance totale(RT) = résistance de roulement (Rr) + résistance due à la pente (Rp)

a. La résistance due à la pente :

**Rp= 0°** la pente est nulle dans ce cas.

b. La résistance de roulement :

$$\begin{aligned}Rr &= \frac{35 \text{ Kg/t}}{10} \\ Rr &= 3,5\%\end{aligned}$$

c. La Résistance totale :

$$\begin{aligned}RT &= Rr + Rp \\ RT &= 3,5\% + 0\% \\ RT &= 3,5\%\end{aligned}$$

D'après la lecture sur l'abaque :

Rapport de vitesse : 7<sup>ème</sup>

La Vitesse de ce tronçon est 73 km/h ramené à 10km/ h pour la réglementation de la carrière

On déduit :

$$\text{Le temps} = \frac{\text{Distance}}{\text{vitesse}}$$

$$t = \frac{0,15}{10}$$

$$= 0,015 \text{ h}$$

$$= 0.9 \text{ min}$$

### **Temps total**

Le temps totale des tronçons monte (retour) en vide est :

$$T_t = \text{temps de tronçon 1} + \text{temps de tronçon 2} + \text{temps de tronçon 3}$$

$$\mathbf{T_t = 10,2 \text{ min}}$$

### **Temps fixes**

$$T_f = T_{ch} + T_{dch} + T_{mov}$$

$$T_f = 2 + 1 + 0,7$$

$$\mathbf{T_f = 3,7 \text{ min}}$$

### **Temps totale de cycle du camion**

Temps de cycle du camion = temps de trajet aller + temps de trajet retour + temps fixes

$$T_c = 10,2 + 10,2 + 3,7$$

$$T_c = 24.1 \text{ min}$$

### **Nombre de cycle par heure du camion**

$$N_c = \frac{60 \text{ min}}{\text{temps totale du cycle}}$$

$$N_c = \frac{60}{24,1}$$

$$= \mathbf{2,5 \text{ cycle/heure}}$$

### **Le rendement horaire réel du camion**

Rc = tonnage du camion × coef de remplissage × nbr des cycles/h

$$R_c = (14.20 \times 1,6 \times 0,75) \times 2,5$$

$$R_c = 42.6 \text{ t/h}$$

### Nombre de camion total par horaire

$$\begin{aligned}\text{Nbr de camion totale} &= \frac{\text{production horaire}}{\text{rendement horaire pour un camion}} \\ &= \frac{423,28}{42,6} \\ &= 9,93 = 10 \text{ camion}\end{aligned}$$

Alor en utiliser 10 camion pour assurer la ciblé de production

### Le rendement horaire réel du camion total

$$\begin{aligned}R &= 9,93 \times 42,6 \\ &= 423,02 \text{ t/h}\end{aligned}$$

## VII.4. Calcul estimatif du coût d'exploitation horaire dechargement

### VII.4.1. Pour un chargeur sur pneus

#### La durée d'amortissement

L'amortissement (dépréciation), est une méthode permettant d'évaluer à l'avance la perte de valeur Marchande de sa propriété et de récupérer son investissement d'origine par l'établissement d'un programme de frais.

#### Les conditions de travail

Chargement continu de camions par reprise au tas. Matériaux de densité faible à moyenne avec godet approprié. Alimentation de trémies avec résistance au roulement faible à moyenne. Chargement de matériaux en place, faciles à creuser. Chargement/transport sur sols en mauvais état, avec faibles pentes défavorables dans ce cas utiliser la zone B moyenne 10 000 heures

- ✓ Désignation de la machine : **chargeurs sur pneus 966G**
- ✓ La durée prévue d'exploitation : **5 ans.**
- ✓ Fréquence d'utilisation : **2100 h/an**

- ✓ Total des heures ; l'utilisation réelle pendant la durée d'exploitation : **10500 heure/année**

### Les frais fixes

#### a. Prix à destination

$$= 950000 \$$$

#### b. Moins prix de remplacement des pneus

$$= 750 \times 4$$

$$= 3000 \$$$

#### c. Prix à destination moins les pneus

$$= 950000 - 3000$$

$$= 947000 \$$$

#### d. Valeur résiduelle à la revente

Est de 30% à 5ans

On a :

$$947000 \rightarrow 100\%$$

$$X \rightarrow 30\%$$

$$X = 0.30 \times 947000$$

$$\hat{A} = 284100 \$$$

#### e. Valeur à amortir

= Prix à destination moins les pneus – valeur résiduelle à la revente

$$= 947000 - 284100$$

$$= 662900 \$$$

#### f. Coût horaire

$$\text{Cout horaire} = \frac{\text{Valeur à amortir}}{\text{Total des Heure}}$$

$$= \frac{662900}{10500}$$

$$= 63.13 \text{ \$/h}$$

**g. Intérêts**

Cet élément du prix de revient représente l'intérêt que l'argent investi dans une machine aurait rapporté s'il avait été investi dans un compte en banque payant un taux d'intérêt fixe.

Taux d'intérêt 5%

**N** : nombre d'année

$$= \frac{\frac{N+1}{2N} \times (\text{Prix à destination} \times \text{taux d'interet})}{\text{nombre d'heures par an}}$$

$$= \frac{\frac{(5+1)}{10} \times (950000 \times 5\%)}{2100}$$

$$= \mathbf{13.57}$$

**h. Assurances**

Taux d'assurance 3.5%

**N** : nombre d'année

$$= \frac{\frac{N+1}{2N} \times (\text{Prix à destination} \times \text{taux d'assurance})}{\text{nombre d'heures par an}}$$

$$= \frac{\frac{(5+1)}{10} \times (950000 \times 3.5\%)}{2100}$$

$$= 9.5 \text{ \$/h}$$

**i. Impôts**

Taux d'intérêt 4%

**N** : nombre d'année

$$= \frac{\frac{N+1}{2N} \times (\text{Prix à destination} \times \text{taux d'impôts})}{\text{nombre d'heures par an}}$$

$$= \frac{\frac{5+1}{10} \times (950000 \times 4\%)}{2100}$$

$$= \mathbf{10.8 \text{ \$/h}}$$

**j. Totale des Frais fixes**

= coute horaire + intérêt + assurance + impôts

$$\begin{aligned} &= 63,13 + 13,57 + 9,5 + 10,8 \\ &= 97 \$/h \end{aligned}$$

### Les frais variables

a. **Carburant :**

$$\begin{aligned} &= \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation} \\ &= 25 \times 0,23 \\ &= 5,75 \$/h \end{aligned}$$

La Consommation horaire de carburant avec un facteur de charge Moyen : 23-28 L

Prix unitaire : 0,23 \$ [8]

b. **Huiles, graisse, filtres :**

❖ **Lubrifiant :**

$$\begin{aligned} &= \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation} \\ &= 0,33 \times 3,07 \\ &= 1,01 \$ \end{aligned}$$

Prix Unitaire : 3,07 \$ pour 1L

La consommation horaire : 0,33 L

❖ **Graisse :**

$$\begin{aligned} &= \text{Prix unitaire} \times \text{Consommation} \\ &= 0,23 \times 4,86 \\ &= 1,12 \$ \end{aligned}$$

Prix Unitaire : 4,86

La consommation horaire : 0,23 kg

❖ **Filtre :**

Prix Unitaire : 0,26 \$

Donc :

$$\text{Totale} = (\text{Lubrifiant} + \text{Graisse} + \text{Filtres})$$

$$= (1,01 + 1,12 + 0,26)$$

$$= 2.39 \text{ \$/h}$$

c. **Pneus :**

$$= \frac{\text{Coût de remplacement}}{\text{durée en heures}}$$

$$= \frac{3000}{2000}$$

$$= 1.5 \text{ \$/h}$$

d. **Réserve pour réparations**

$$= \text{Coefficient longue durée} \times \text{facteur de réparation de base}$$

$$= 1 \times 5$$

$$= 5 \text{ \$/h}$$

e. **Pièces d'usure spéciales**

$$= \frac{\text{Coût}}{\text{durée}}$$

$$= \frac{190}{280}$$

$$= 0,67 \text{ \$ /h}$$

f. **Total des frais variables**

$$= \text{Carburant} + \text{Pneus} + \text{Huiles, graisse, filtres} + \text{Réserve pour réparations}$$

$$+ \text{Pièces d'usure spéciales}$$

$$= 5,75 + 2,39 + 1,5 + 5 + 0,67$$

$$= 15.31 \text{ \$/h}$$

g. **Salaire horaire du conducteur**

$$= \frac{\text{Salaire journalier}}{\text{nombre horaire journalier}}$$

$$= \frac{15,38}{7}$$

$$= 2.19 \text{ \$/h}$$

**Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur**



$$\begin{aligned}
 &= \text{Frais fixes} + \text{frais variable} + \text{salaire du conducteur} \\
 &= 97 + 15,31 + 2,19 \\
 &= 114.5 \text{ \$/h}
 \end{aligned}$$

### Prix de revient

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{totale des frais}}{\text{production horaire}} \\
 &= \frac{114,5}{423,28} \\
 &= 0,27 \text{ \$/t}
 \end{aligned}$$

Tableau III. 9 : les résultats obtenu après les calculs du coute horaire.

	<b>Cout</b>	<b>Unité</b> <b>1\$ =130 DN [7]</b>
<b>Les frais fixes</b>		
<b>Prix à destination</b>	950000	\$
<b>Prix à destination moins les pneus</b>	3000	\$
<b>Moins prix de remplacement des pneus</b>	947000	\$
<b>Valeur résiduelle à la revente</b>	284100	\$
<b>Valeur à amortir</b>	662900	\$
<b>Coût horaire</b>	63,13	\$/h
<b>Intérêts 5%</b>	13.57	\$/h
<b>Assurances 3.5%</b>	9,5	\$/h
<b>Impôts 4%</b>	10.8	\$/h
<b>Totale des Frais fixes</b>	97	\$/h
<b>Les frais variables</b>		
<b>Carburant</b>	5,75	\$/h
<b>Huiles, graisse, filtres</b>	2,39	\$/h
<b>Pneus</b>	1,5	\$/h

<b>Réserve pour réparations</b>	5	\$/h
<b>Pièces d'usure spéciales</b>	0,67	\$/h
<b>Total des frais variables</b>	15,31	\$/h
<b>Salaire horaire du conducteur</b>	2,19	\$/h
<b>Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur</b>	114,5	\$/h
<b>Prix de revient</b>	0,27	\$/t

#### **VII.4.2. Pour une pelle hydraulique**

##### **La durée d'amortissement**

L'amortissement (dépréciation), est une méthode permettant d'évaluer à l'avance la perte de valeur Marchande de sa propriété et de récupérer son investissement d'origine par l'établissement d'un programme de frais.

##### **Les conditions de travail**

Creusage intensif ou creusage de tranchées où la machine creuse sans cesse dans un sol à couches naturelles de glaise. Quelques déplacements et fonctionnement régulier à pleins gaz. La plupart des applications forestières.

Dans ce cas utiliser la Zone B moyen : 18 000 heures

- ✓ Désignation de la machine : **pelle hydraulique 345B**
- ✓ La durée prévue d'exploitation : **5 ans.**
- ✓ Fréquence d'utilisation : **2100 h/an**
- ✓ Total des heures ; l'utilisation réelle pendant la durée d'exploitation: **10500 heure/année**

*Tableau III. 10 : les résultats obtenu après les calculs du cout de pelle hydraulique*

	<b>Cout</b>	<b>Unité</b>
<b>Les frais fixes</b>		
<b>Prix à destination</b>	750 000	\$
<b>Prix à destination moins les pneus</b>	/	\$

<b>Moins prix de remplacement des pneus</b>	/	\$
<b>Valeur résiduelle à la revente</b>	225000	\$
<b>Valeur à amortir</b>	525000	\$
<b>Coût horaire</b>	50	\$/h
<b>Intérêts 5%</b>	10,71	\$/h
<b>Assurances 3.5%</b>	7,5	\$/h \$
<b>Impôts 4%</b>	8,57	\$/h \$
<b>Totale des Frais fixes</b>	76,78	\$/h \$
<b>Les frais variables</b>		
<b>Carburant</b>	8,74	\$/h
<b>Huiles, graisse, filtres</b>	4,64	\$/h
<b>Train de roulement</b>	4,77	\$/h
<b>Réserve pour réparations</b>	4,8	\$/h
<b>Pièces d'usure spéciales</b>	0,75	\$/h
<b>Total des frais variables</b>	23,7	\$/h
<b>Salaire horaire du conducteur</b>	2,19	\$/h
<b>Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur</b>	102,67	\$/h
<b>Prix de revient</b>	0,242	\$/t

## VII.5. Calcul estimatif du coût d'exploitation horaire de transport

### VII.5.1. Pour un camion 771 D

#### La durée d'amortissement

L'amortissement (dépréciation), est une méthode permettant d'évaluer à l'avance la perte de valeur Marchande de sa propriété et de récupérer son investissement d'origine par l'établissement d'un programme de frais.

#### Les conditions de travail

Fonctionnement continu à un poids brut moyen proche du poids de la machine recommandé. Surcharge minimale, bonnes voies de transport, coefficient de charge modéré. (Voir la section Consommation horaire de carburant.)

Dans ce cas utiliser la Zone B moyen : 40 000 heures

- ✓ Désignation de la machine **CAMION 771D**
- ✓ La durée prévue d'exploitation : **5 ans.**
- ✓ Fréquence d'utilisation : **2100 h/an**
- ✓ Total des heures : l'utilisation réelle pendant la durée d'exploitation : **10500 heure/année**

Tableau III. 11 : les résultats obtenu après les calculs du cout de camion 771D

	Cout	Unité
<b>Les frais fixes</b>		
<b>Prix à destination</b>	70000	\$
<b>Prix à destination moins les pneus</b>	1800	\$
<b>Moins prix de remplacement des pneus</b>	68200	\$
<b>Valeur résiduelle à la revente</b>	20460	\$
<b>Valeur à amortir</b>	47740	\$

<b>Coût horaire</b>	4,54	\$/h
<b>Intérêts 5%</b>	1	\$/h
<b>Assurances 3.5%</b>	0,7	\$/h \$
<b>Impôts4%</b>	0.6	\$/h \$
<b>Totale des Frais fixes</b>	6,84	\$/h \$
<b>Les frais variables</b>		
<b>Carburant</b>	8,05	\$/h
<b>Huiles, graisse, filtres</b>	3,52	\$/h
<b>Pneus</b>	0,6	\$/h
<b>Réserve pour réparations</b>	9	\$/h
<b>Pièces d'usure spéciales</b>	0,83	\$ /h
<b>Total des frais variables</b>	22	\$ /h
<b>Salaire horaire du conducteur</b>	2,63	\$ /h
<b>Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur</b>	31,47	\$/h
<b>Prix de revient</b>	0,074	\$/t

### **VII.5.2. Pour un camion 769 D**

#### **La durée d'amortissement**

L'amortissement (dépréciation), est une méthode permettant d'évaluer à l'avance la perte de valeur Marchande de sa propriété et de récupérer son investissement d'origine par l'établissement d'un programme de frais. [3]

#### **Les conditions de travail**

Fonctionnement continu à un poids brut moyen proche du poids de la machine recommandé. Surcharge minimale, bonnes voies de transport, coefficient de charge modéré. (Voir la section Consommation horaire de carburant.) [3]

Dans ce cas utiliser la Zone B moyen : 40 000 heures

- ✓ Désignation de la machine **CAMION 769 D**
- ✓ La durée prévue d'exploitation : **5 ans.**

- ✓ Fréquence d'utilisation : **2100 h/an**
- ✓ Total des heures : l'utilisation réelle pendant la durée d'exploitation: **10500 heure/année**

*Tableau III. 12 : les résultats obtenu après les calculs du cout de camion 769D*

	<b>Cout</b>	<b>Unité</b>
<b>Les frais fixes</b>		
<b>Prix à destination</b>	65 000	\$
<b>Prix à destination moins les pneus</b>	1600	\$
<b>Moins prix de remplacement des pneus</b>	63400	\$
<b>Valeur résiduelle à la revente</b>	19020	\$
<b>Valeur à amortir</b>	44380	\$
<b>Coût horaire</b>	4,22	\$/h
<b>Intérêts 5%</b>	0,92	\$/h
<b>Assurances 3.5%</b>	0,65	\$/h \$
<b>Impôts4%</b>	0,55	\$/h \$
<b>Totale des Frais fixes</b>	6,34	\$/h \$
<b>Les frais variables</b>		
<b>Carburant</b>	8,28	\$/h
<b>Huiles, graisse, filtres</b>	3,56	\$/h
<b>Pneus</b>	0,53	\$/h
<b>Réserve pour réparations</b>	8,5	\$/h
<b>Pièces d'usure spéciales</b>	0,83	\$/h
<b>Total des frais variables</b>	21,7	\$/h
<b>Salaire horaire du conducteur</b>	2,63	\$/h
<b>Total des frais fixes et variables et salaire du conducteur</b>	30,67	\$/h
<b>Prix de revient</b>	0,072	\$/t

## VIII. MESURE DU COUPLE DE CHARGEMENT-TRANSPORT

### VIII.1. Détermination du Temps de cycle de chargement

A la carrière de C34 EL M'HIR le chargement de la roches est assure par une pelle hydraulique sur chaine de marque Volvo EC350D

Les caractéristiques techniques de la pelle hydraulique (Volvo EC350D) [10] (Voir annexe 8)

On a effectué un certain nombre de chronométrage au niveau de la carrière de cosider C34, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III. 13 : Chronométrage du temps de cycle de la pelle Volvo EC 350 D

Essai	Chargement (s)	Déplacement (s)	Déchargement (s)	Temps de retour (s)	Nombre de godet	Durée totale (s)
01	13	08	03	04	10	
	15	10	05	06		
	09	09	04	08		
	10	08	06	06		
	09	09	04	08		
	12	06	05	06		
	09	08	03	10		
	06	08	03	06		
	07	09	05	08		
	06	09	04	07		
	95	76	42	69		283
02	09	04	02	02	08	
	05	05	03	03		
	07	03	02	04		
	09	04	03	03		
	05	03	04	04		
	10	03	07	03		
	13	04	03	06		
	09	04	05	03		
	67	30	29	28		154
03	06	03	03	04	08	
	07	05	02	04		
	07	05	02	05		
	17	04	02	05		
	06	03	02	04		
	06	03	03	05		
	09	05	04	05		
	08	03	04	04		
	66	31	22	36		155
	04	04	03	03		
	06	04	02	04		

04	07	03	02	04	08	
	06	05	04	03		
	14	11	03	05		
	23	03	05	06		
	15	04	03	04		
	12	03	03	04		
	87	37	25	33		182
05	06	05	02	03	09	
	06	04	02	02		
	05	03	04	04		
	07	04	03	03		
	06	04	02	03		
	07	03	02	05		
	05	04	03	04		
	06	04	04	05		
	07	03	03	02		
	59	34	25	31		149
06	05	03	03	04	09	
	11	02	04	04		
	08	03	03	03		
	06	03	03	03		
	06	04	03	04		
	10	05	05	03		
	05	04	04	03		
	07	04	02	03		
	08	03	04	04		
	66	32	31	31		160
07	12	06	03	05	10	
	10	04	04	07		
	08	06	02	05		
	12	06	04	10		
	06	08	04	03		
	08	10	03	03		
	09	08	03	02		
	06	08	04	04		
	05	06	04	05		
	13	10	03	04		
	89	72	34	48		243
08	13	08	03	08	09	
	12	05	03	07		
	10	06	04	05		
	06	05	05	06		
	09	10	04	06		
	06	07	04	07		
	08	08	03	06		
	06	07	03	08		
	07	07	03	09		
	64	66	34	62		236
09	08	04	02	08	09	
	09	05	04	06		
	10	03	03	05		
	08	08	03	06		
	09	07	04	09		
	07	06	03	09		
	11	06	04	07		
	10	09	04	05		
08	08	03	09			



	80	56	30	64		230
10	13	06	03	05	10	
	08	12	02	10		
	10	08	03	08		
	09	06	03	09		
	08	10	04	06		
	08	11	03	05		
	06	07	05	06		
	11	07	03	05		
	07	09	02	07		
	09	09	04	08		
	89	85	32	69		275
11	09	08	03	10	10	
	06	06	04	07		
	13	10	03	09		
	07	11	03	09		
	07	06	02	06		
	09	08	03	13		
	10	06	02	07		
	10	12	02	06		
	08	08	04	09		
	11	09	04	08		
	90	84	30	84		288
Minimum	04	03	02	02	9	149
Moyenne	8.52	6.03	3.34	5.55		226.8
maximum	23	12	06	13		283

**Le temps de cycle moyen de la pelle**

$$Tc m = \frac{\sum_{i=1}^n Tc}{n}$$

$$Tcm = \frac{226.8}{9}$$

$$Tcm = 25.2 \text{ sec}$$

$$Tcm = 0.42 \text{ min}$$

## VIII.2. Détermination du Temps de cycle transport

A la carrière de C34 EL M'HIR le transport de la roches est assure par un camion de marque 360 TGS MAN

Les caractéristiques techniques du camion de marque 360 TGS MAN [11] (Voir annexe 9)

On a effectué un certain nombre de chronométrage au niveau de la carrière de cosider C34, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3.3.2 : chronométriques du temps de cycle du camion

<b>essai</b>	<b>tch (s)</b>	<b>ta (s)</b>	<b>td (s)</b>	<b>tr (s)</b>	<b>Tm (s)</b>	<b>ta(s)</b>	<b>TC(s)</b>	<b>TC (min)</b>
<b>01</b>	283	409	24	354	38	312	1 220	20.33
<b>02</b>	211	445	32	428	41	411	1 368	22.8
<b>03</b>	183	510	35	330	36	88	1 182	19.7
<b>04</b>	174	341	32	433	50	-	1 030	17.17
<b>05</b>	185	389	31	428	24	197	1 254	20.9
<b>06</b>	328	338	32	309	32	-	1 039	17.32
<b>07</b>	255	386	30	307	37	97	1 112	18.53
<b>08</b>	188	377	32	432	32	-	1 061	17.68
<b>09</b>	202	429	32	423	37	97	1 220	20.33
<b>10</b>	200	395	33	377	36	220	1 261	21.02
<b>11</b>	191	380	30	360	25	154	1 140	19
<b>12</b>	226	430	28	412	26	-	1 122	18.7
<b>13</b>	243	416	32	405	47	-	1 143	19.05
<b>14</b>	196	442	30	419	24	-	1 111	18.52
<b>15</b>	280	393	32	342	25	87	1 159	19.32
<b>16</b>	230	342	35	417	30	115	1 169	19.48
<b>17</b>	206	377	26	340	24	125	1 098	18.3
<b>18</b>	196	360	31	440	47	213	1 287	21.45
<b>19</b>	226	397	34	371	27	77	1 132	18.86
<b>20</b>	202	412	34	382	26	261	1 317	21.95
<b>21</b>	215	356	30	355	42	273	1 271	21.18
<b>22</b>	194	414	32	389	25	114	1 168	19.47
<b>23</b>	204	413	29	371	30	-	1 047	17.45
<b>24</b>	193	388	30	397	29	112	1 149	19.15
<b>25</b>	307	419	30	418	33	-	1 207	20.12
<b>26</b>	264	415	31	404	40	-	1 154	19.23
<b>27</b>	251	310	32	414	28	243	1 278	21.3
<b>28</b>	321	341	31	319	27	117	1 156	19.27
<b>29</b>	243	389	27	337	33	88	1 117	18.62
<b>30</b>	236	358	34	432	33	-	1 092	18.2
<b>31</b>	230	420	35	427	32	107	1 260	21
<b>32</b>	275	456	30	415	41	-	1 210	20.17
<b>33</b>	288	399	31	392	34	63	1 213	20.21

<b>34</b>	294	346	35	377	40	-	1 080	18
<b>35</b>	283	369	32	428	28	-	1 143	19.05
<b>36</b>	254	328	25	430	31	106	1 169	19.48
<b>37</b>	255	428	28	386	26	120	1 260	21
<b>38</b>	249	452	31	423	43	-	1 188	19.8
<b>39</b>	260	391	32	431	33	-	1 141	19.02
<b>40</b>	319	302	30	392	27	-	1 067	17.78
<b>Min</b>	163	251	253	46	24	20	1 030	17.17
<b>Moy</b>	176,5	310,5	260	58	37	31	1 169.87	19.98
<b>max</b>	190	370	267	70	50	42	1 368	22.8

### Le temps moyen d'un cycle du camion

$$T_{c m} = \frac{\sum_{i=1}^n T_c}{n}$$

$$T_{cm} = 1\,198.8 \text{ sec}$$

$$T_{cm} = 19.98 \text{ min}$$

### VIII.3. Détermination la production de transport

A la carrière de C34 EL M'HIR la production cible est :

On a effectué un certain nombre de balance au niveau de la carrière de cosider C34, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III. 14: la balance de production par cycle

Charge (T)	Camion n:01	Camion n:02	Camion n:03	Camion n:04	Camion n:05	Camion n:06	Camion n:07	Total
1	27,66	28,6	21,76	23,88	29	30,74	29,72	
2	30,46	26,02	27,54	31,4	28,58	25,42	28,78	
3	30,78	25,46	28,46	29,34	27,16	28,12	22,84	
4	26,3	26,76	26,28	24,64	24,84	29,86	26,54	
5	24,55	30,56	29,66	26,08	28,15	25,3	30,03	
6	24,4	26,9	26,3	30,6	27,54	28,58	26,46	
7	26,43	25,74	25,56	27,12	30,4	26,28	29,3	
8	26,86	24,64	26,9	27,6	28,2	24,7	23,8	
9	30,51	29,12	25,75	26,33	24,46	26,89	23,33	
10	28,15	23,71	26,19	25,68	24	25,32	26,5	
11	26,49	28,21	25,67	25,09	26,39	27,4	26,25	

12	30,51	29,41	26,56	24,54	23,14	22,16	29,48	
13	26,59	26,08	25,78	25,34	28,47	27,26	26,42	
14	26,88	26,78	24,52	30,42	26,29	26,54	27,16	
15	28,21	27,96	26,49	25,86	26,7	28,32	29,64	
16	25,42	27,16	28,12	23,84	24,72	26,28	23,14	
17	30,36	26,46	26,29	25,32	26,74	30,29	26,04	
Somme	470.56	459.57	447.83	453.08	454.78	459.46	455.43	3200

### **VIII.3.1. La production de camion moyenne par cycle**

$$T_{c m} = \frac{\sum_{i=1}^n P_c}{n}$$

$$\begin{aligned} T_{cm} &= \frac{3200}{24} \\ &= 26,89 \text{ T/cycle} \end{aligned}$$

### **VIII.3.2. La production de camion par heure**

$$P_c/h = T_{cm} \times \text{nombre de cycle}$$

$$\begin{aligned} P_c/h &= 26.78 \times 2 \\ &= 53.78 \text{ T/h} \end{aligned}$$

**CHAPITRE IV :**  
***RESULTATS ET DISCUSSION***

## I. LES RESULTATS THEORIQUES OBTENUS DANS LES TABLEAUX SUIVANTS

Tableau IV. 1: les résultats théorique pour le chargement et transport du minerai (chargeur sur pneus et camion)

	Chargeur sur pneus 966G CAT	Camion 771D CAT
La durée de cycle (min)	0,51	24,26
Production horaire (tonne/h)	421,008	51,84
Capacité (m3)	3,58	18
Prix de revient (\$ / tonne)	0,27	0,074
Nombre d'engin	1	8
Nombre cycle par heure	98	2,4

Tableau IV. 2: les résultats théorique pour le chargement et transport du minerai (pelle hydraulique et camion)

	Pelle hydraulique 345B CAT	Camion 769D CAT
La durée de cycle (min)	0,40	24,26
Production horaire (tonne/h)	424,5	42,6
Capacité (m3)	2,83	14,20
Prix de revient (\$ / tonne)	0,24	0,072
Nombre d'engin	1	10
Nombre cycle par heure	125	2,5

## II. J'AI COMPARE LES CARACTERISTIQUES DE LA PELLE HYDRAULIQUE PAR LE CHARGEUR SUR PNEUS ETUDIE (THEORIQUE)

Tableau IV. 3: les résultats théorique pour le chargement du minerai (pelle hydraulique et chargeur sur pneus)

	Pelle hydraulique 345B CAT	Chargeur sur pneus 966G CAT
La durée de cycle (min)	0,40	0,51
Production horaire (tonne/h)	424,5	421,008
Capacité (m3)	2,83	3,58
Prix de revient (\$ / tonne)	0,24	0,27
Nombre d'engin	1	1
Nombre cycle par heure	125	98

D'après le tableau, on remarque pour les engins de chargement de la carrière que les résultats de la pelle hydraulique est bonnes et plus efficaces par rapport à celles chargeur sur pneus a causes les facteurs suivantes qui sont considères :

➤ **Durée de cycle**

Le temps cycle de la pelle hydraulique 345B CAT est 0.40 min moins pour le chargeur sur pneus 966G CAT est 0.51 min

➤ **La production**

La production de la pelle hydraulique est 424.5 tonne /h est presque la même production du chargeur sur pneus est 421.008 tonne/h à extrait dans une heure

➤ **Le cout**

Le prix de revient de la pelle hydraulique est 0.24 \$/tonne plus économiquement par rapport le chargeur sur pneus est 0.27 \$/tonne

**En comparaison**, nous avons fait entre la pelle hydraulique et chargeur sur pneus, nous concluons que ce pelle hydraulique est bonne et efficace et plus rentable.

Dans cette carrière est utilisé pour le chargement une pelle hydraulique et camion.

**III. J'AI COMPARE LES CARACTERISTIQUE DE LA PELLE HYDRAULIQUE ETUDIE (EVALUATION) PAR LA PELLE HYDRAULIQUE UTILISE (MESURE) DANS LA CARRIERE EST OBTENU SUR LE TABLEAU SUIVANT**

Tableau IV. 4 : les résultats théoriques et pratiques du chargement de la minière

	Pelle hydraulique 345 B CAT	Pelle hydraulique 350 VOLVO
	Théorique	Pratique
La durée de cycle (min)	0,40	0.42
Production horaire (tonne/h)	424,5	291.84
Capacité de godet (m3)	2,83	1.9
Prix de revient (\$ / tonne)	0,24	0.2
Nombre d'engin	1	1
Nombre cycle par heure	125	128

**IV. J'AI COMPARE LES CARACTERISTIQUE DU CAMION ETUDIE (EVALUATION) PAR LE CAMION UTILISE (MESURE) DANS LA CARRIERE EST OBTENU SUR LE TABLEAU SUIVANT**

Tableau IV. 5 : les résultats théoriques et pratiques du transport de la minière

	Camion 769D CAT	Camion 360 TGS MAN
	théorique	Pratique
La durée de cycle (min)	24,26	19.98
Production horaire (tonne/h)	42,6	53.78
Capacité (m3)	14,20	15.62
Prix de revient (\$ / tonne)	0,072	0.38
Nombre d'engin	10	7
Nombre cycle par heure	2,5	2

D'après les tableaux, on remarque pour les engins de chargement et transport de la mine que les résultats théoriques sont bonnes et plus efficaces par rapport à celles pratiques a causes les facteurs suivantes :



➤ **Durée de cycle**

Théoriquement le temps de cycle moyen pour pelle hydraulique 345B CAT est 0.40 min et pratiquement le temps cycle moyenne pour pelle hydraulique 350 VOLVO est 0.42 min

Cette augmentation est influaiant a des facteurs (l'expérience du conducteur, le type d'engin)

Théoriquement le temps de cycle moyen pour camion 769D CAT est 24.6 min et pratiquement le temps cycle moyenne pour camion 360TGS MAN est 19.98 min.

Cette augmentation est influaiant a des facteurs (n'est pas respecté la vitesse donnait dans la règlementation de la carrière)

Le graphe représente le temps cycle mesure dans la carrière pour l'engin de chargement :

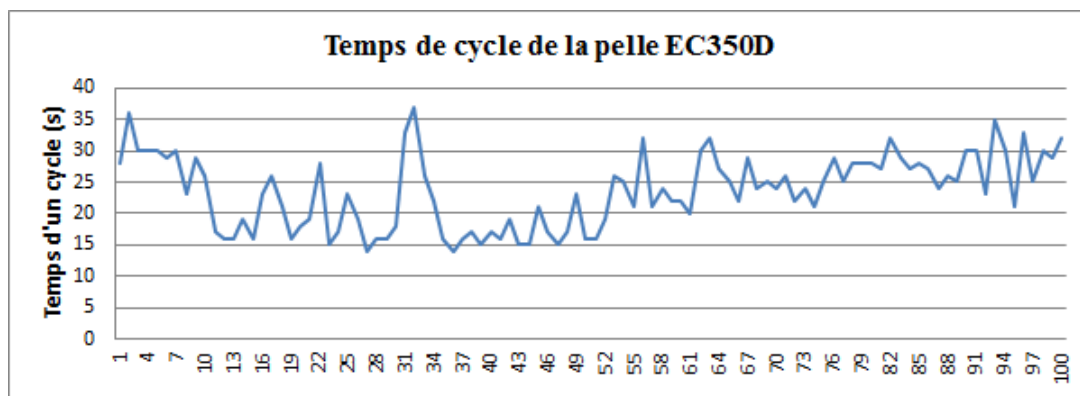


Figure IV. 1 : graphe de la durée de cycle de la pelle hydraulique EC 350D

Le graphe représente le temps cycle mesure dans la carrière pour l'engin de transport :

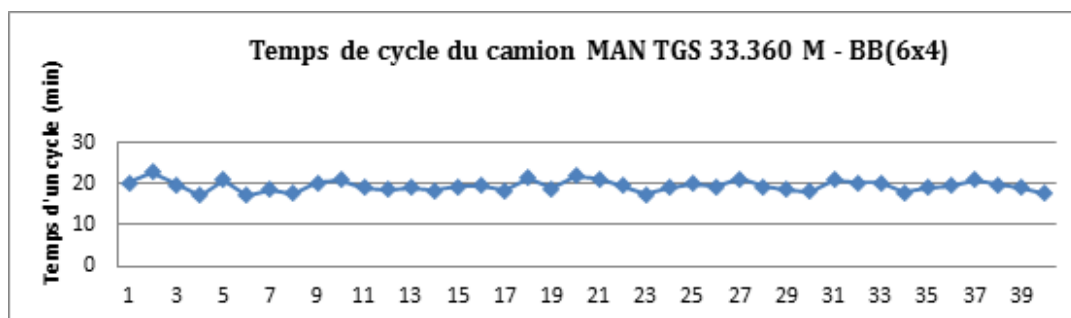


Figure IV. 2 : graphe de la durée du camion MAN 360 TGS

Pour le graphe 1 de chargement :

- La valeur maximale de temps de cycle  $T_c \text{ max} = 0.62 \text{ min}$
- La valeur minimale de temps cycle  $T_c \text{ min} = 0.23 \text{ min}$

Pour le graphe 2 de transport :

- La valeur maximale de temps de cycle  $T_c \text{ max} = 22.8 \text{ min}$
- La valeur minimale de temps cycle  $T_c \text{ min} = 17.17 \text{ min}$

On remarque une variable dans les valeurs, avec une différence entre la valeur max et min égale à : 0.39 min pour le chargement du minerai (graphe 1) et 5.63 min pour le transport du minerai (graphe 2).

Cette différence est :

- La position de chargement et évité les hors gabarit pour le chargement.
- L'attente du camion au point de chargement et au point de déchargement.

#### ➤ **La production**

La production (théorique) de la pelle hydraulique 345B CAT est 424.5 tonne/h est bonne et efficace par rapport (pratique) la pelle hydraulique 350CE VOLVO est 291.84 tonne /h

Puisque, le volume de godet du (345B CAT) est  $2.83 \text{ m}^3$  supérieur à (350CE VOLVO) est  $1.9 \text{ m}^3$

La production (théorique) de camion 769D CAT est 42.6 tonne/h moins par rapporte la production (pratique) de camion 360 TGS MAN est 53.78 tonne /h.

Puisque, le nombre de godet pour chargement du camion est 9 godets et le nombre de camion utiliser est 7 camion, le volume de la bene est  $15.62 \text{ m}^3$  dans la carrière (pratique)

Le nombre de godet pour chargement du camion est 5 godets et le nombre de camion utiliser est 10 camion, le volume de la bene est  $14.20 \text{ m}^3$  dans notre étude (théorique)

#### ➤ **Le cout**

Le prix de revient de la pelle hydraulique 345B CAT (théorique) est 0.24 \$/tonne plus économiquement par rapport la pelle hydraulique 350CE VOLVO (pratique) est 0.2 \$/tonne.

Le prix de revient du camion 769D CAT (théorique) est 0.072 \$/tonne plus économiquement par rapport le camion 360 TGS MAN (pratique) est 0.38 \$/tonne.

## **RECOMMANDATION**

Selon les résultats de notre étude de la sélection des machines de chargement et de transport en carrière et de leur comparaison avec les machines de la carrière, nous avons observé que notre étude des machines est meilleure qu'il n'y en a, nous suggérons donc que la carrière de Cosider changé les machines existantes afin d'améliorer la production à un moindre coût et profit.

## ***CONCLUSION GENERALE***

La considération du couple chargement – transport doit comporter et imbriquer deux cycles et qui sont :

- Cycle de chargement
- Cycle de transport

Le temps de cycle de chargement est une donnée constructrice mais son évaluation prend en considération plusieurs paramètres liés :

A la machine et à son équipement (volume du godet, type de godet, vitesse de rotation du bras, force de pénétration, etc.).

Aux facteurs extérieurs à la machine (nature des matériaux, condition de travail, qualification de conducteur, etc.).

Le temps de cycle de transport est une donnée constructrice mais son évaluation prend en considération plusieurs paramètres liés :

A la machine et à son équipement (capacité de la benne, vitesse de la marche à vide et en charge, etc.).

Le choix des engins est dépendant des facteurs principaux tel que la production planifiée de la carrière.

L'engin de chargement et le transport travaillent ensemble c'est pourquoi ils doivent être calculés l'un en fonction de l'autre.

L'étude économique, d'une part en calculant les coûts totaux du processus de chargement et même procède pour le processus de transport, celles liées au fonctionnement de l'exploitation (main-d'œuvre, carburant, taxes, etc) pour calculer le prix de revient d'une tonne de roche (minerai).

# ***ANNEXES***

**I. ANNEXE 1 :**





## Caractéristique technique de godet

Type de godet	Manutention						Roche		Roche, service intensif	
	Lames à boulonner	Dents et segments*	Dents*	Lames à boulonner	Dents et segments*	Dents*	Lames à boulonner	Dents à double languette et segments	Lames à boulonner	Dents à double languette et segments
Type d'outils d'attaque du sol										
Capacité nominale du godet (§)	m <sup>2</sup> v <sup>3</sup>	4,0 5.25	4,0 5.25	3,8 5.0	3,8 5.0	3,8 5.0	3,6 4.75	3,5 4.5	3,5 4.5	3,5 4.5
Capacité à ras (§)	m <sup>2</sup> v <sup>3</sup>	3,46 4.5	3,46 4.5	3,31 4.3	3,22 4.19	3,22 4.19	3,08 4.0	2,99 3.89	2,99 3.89	2,99 3.89
Largeur (§)	mm pieds/po	3220 10'7"	3310 10'10"	3310 10'10"	3220 10'7"	3310 10'10"	3310 10'10"	3305 10'8"	3305 10'10"	3250 10'8"
Hauteur de déversement au levage maxi, vidage à 45° (§)	mm pieds/po	3020 9'11"	2875 9'5"	2875 9'5"	3065 10'1"	2915 9'7"	2915 9'7"	3100 10'2"	2925 9'7"	3100 10'2"
Portée au levage maxi, vidage à 45° (§)	mm pieds/po	1205 3'11"	1315 4'4"	1315 4'4"	1160 3'10"	1270 4'2"	1270 4'2"	1465 4'10"	1600 5'3"	1465 4'10"
Portée avec bras de levage et godet à l'horizontale	mm pieds/po	2700 8'10"	2880 9'5"	2880 9'5"	2640 8'8"	2820 9'3"	2820 9'3"	2800 9'2"	3015 9'11"	2800 9'2"
Profondeur de cavage (§)	mm po	130 5	130 5	100 4	130 5	130 5	100 4	130 5	130 5	130 5
Longueur hors tout (§)	mm pieds/po	8835 29'0"	9015 29'7"	9015 29'7"	8775 28'9"	8955 29'5"	8955 29'5"	8930 29'4"	9145 30'0"	8930 29'4"
Hauteur hors tout (godet au levage maxi) (§)	mm pieds/po	5710 18'9"	5710 18'9"	5710 18'9"	5650 18'6"	5650 18'6"	5650 18'6"	5605 18'5"	5605 18'5"	5925 19'5"
Diamètre de braquage (godet en position de transport) (§)	m pieds/po	14,66 48'1"	14,83 48'8"	14,83 48'8"	14,64 48'0"	14,86 48'9"	14,86 48'9"	14,62 47'11"	14,71 48'3"	14,62 47'11"
Charge d'équilibre statique avec bâti en ligne** (§)	kg lb	15 526 34,230	15 357 33,860	15 653 34,510	15 632 34,460	15 460 34,080	15 762 34,750	15 785 34,800	15 691 34,600	15 624 34,450
Charge d'équilibre statique au braquage maxi à 37*** (§)	kg lb	13 789 30,400	13 620 30,030	13 901 30,650	13 888 30,620	13 716 30,240	14 003 30,870	14 008 30,880	13 914 30,680	13 847 30,530
Force d'arrachage*** (§)	kN lb	195,4 43,960	195,4 43,960	209,9 47,220	205,6 46,260	205,6 46,260	221,6 49,860	180,2 40,540	180,2 40,540	179,4 40,360
Poids en ordre de marche** (§)	kg lb	22 865 50,410	23 038 50,800	22 872 50,430	22 795 50,260	22 968 50,640	22 802 50,270	22 921 50,540	23 013 50,740	23 079 50,890



**II. ANNEXE 2 :**

## Fiche technique de la chargeuse CAT 966G

								
<b>MODÈLE</b>	<b>950G</b>		<b>962G</b>		<b>966G</b>		<b>972G</b>	
Puissance au volant : Nette	134 kW	180 HP	149 kW	200 HP	175 kW	235 HP	198 kW	265 HP
Maxi	147 kW	197 HP	154 kW	207 HP	189 kW	253 HP	205 kW	275 HP
Modèle de moteur	3126 DITA		3126 DITA		3306 DITA		3306 DITA	
Régime nominal du moteur (tr/mn)	2200		2200		2200		2200	
Alésage	110 mm	4.3"	110 mm	4.3"	121 mm	4.75"	121 mm	4.75"
Course	127 mm	5"	127 mm	5"	152 mm	6"	152 mm	6"
Nombre de cylindres	6		6		6		6	
Cylindrée	7,2 L	439 po <sup>3</sup>	7,2 L	439 po <sup>3</sup>	10,5 L	638 po <sup>3</sup>	10,5 L	638 po <sup>3</sup>
Vitesse, marche AV	km/h	mi/h	km/h	mi/h	km/h	mi/h	km/h	mi/h
1ère	6,9	4,3	6,9	4,3	7,2	4,5	7,2	4,5
2ème	12,7	7,9	12,7	7,9	12,6	7,8	12,5	7,8
3ème	22,3	13,9	22,3	13,9	21,7	13,5	21,5	13,3
4ème	37,0	23,0	37,0	23,0	37,3	23,1	37,0	22,9
Vitesse, marche AR								
1ère	7,6	4,7	7,6	4,7	8,2	5,1	8,2	5,1
2ème	13,9	8,7	13,9	8,7	14,3	8,9	14,2	8,8
3ème	24,5	15,3	24,5	15,3	24,6	15,3	24,4	15,1
4ème	40,5	25,3	40,5	25,3	42,3	26,2	41,9	26,0
Durée du cycle hydraulique, godet à la charge nominale :	Secondes		Secondes		Secondes		Secondes	
Levage	6,3		6,3		6,6		6,6	
Vidage	2,2		2,2		1,3		1,6	
Abaissement (libre, à vide)	2,2		2,2		1,8		1,8	
Total	10,7		10,7		9,7		10,0	
Voie	2,14 m	7'0"	2,14 m	7'0"	2,23 m	7'4"	2,23 m	7'4"
Largeur hors pneus	2,89 m	9'6"	2,89 m	9'6"	2,96 m	9'9"	2,96 m	9'9"
Garde au sol	400 mm	16"	400 mm	16"	430 mm	17"	430 mm	17"
Contenance du réservoir de carburant	295 L	78 gal U.S.	295 L	78 gal U.S.	410 L	108 gal U.S.	410 L	108 gal U.S.
Contenance du réservoir hydraulique	88 L	23,2 gal U.S.	88 L	23,2 gal U.S.	140 L	37 gal U.S.	140 L	37 gal U.S.
Contenance du circuit hydraulique (réservoir compris)	153 L	40,4 gal U.S.	153 L	40,4 gal U.S.	207 L	54,7 gal U.S.	207 L	54,7 gal U.S.

**III. ANNEXE 3 :**

Caractéristique de chargeuse 966G

MODÈLE	950G Normal Lame à boulonner		962G Normal Lame à boulonner		966G Normal Lame à boulonner		972G Normal Lame à boulonner	
	3,1 m <sup>3</sup>	4 v <sup>3</sup>	3,3 m <sup>3</sup>	4,25 v <sup>3</sup>	3,8 m <sup>3</sup>	5 v <sup>3</sup>	4,3 m <sup>3</sup>	5,5 v <sup>3</sup>
A Hauteur au sommet du tuyau d'échappement	3,22 m	10'7"	3,22 m	10'7"	3,54 m	11'7"	3,54 m	11'7"
B Hauteur au sommet du compartiment moteur	2,25 m	7'5"	2,25 m	7'5"	2,56 m	8'5"	2,56 m	8'5"
C Hauteur au sommet du ROPS	3,37 m	11'1"	3,37 m	11'1"	3,55 m	11'8"	3,55 m	11'8"
D Hauteur à la charnière (position de transport)	230 mm	9"	230 mm	9"	485 mm	19"	485 mm	19"
◆E Hauteur de déversement au levage maxi avec vidage à 45°	2,89 m	9'6"	3,04 m	10'0"	3,10 m	10'2"	3,29 m	10'9"
F Hauteur à la charnière (levage maxi)	3,98 m	13'1"	4,17 m	13'8"	4,22 m	13'10"	4,44 m	14'7"
◆G Hauteur maxi hors tout	5,40 m	17'9"	5,64 m	18'6"	5,71 m	18'9"	6,02 m	19'9"
◆H Profondeur de cavage maxi	85 mm	3.3"	85 mm	3.3"	130 mm	5"	110 mm	4"
J Distance maître-pivot essieu AV	1,68 m	5'6"	1,68 m	5'6"	1,72 m	5'8"	1,72 m	5'8"
K Empattement	3,35 m	11'0"	3,35 m	11'0"	3,45 m	11'4"	3,45 m	11'4"
L Rayon des roues	820 mm	32"	820 mm	32"	795 mm	31"	795 mm	31"
◆M Longueur maxi hors tout	8,03 m	26'4"	8,23 m	27'0"	8,82 m	28'11"	9,04 m	29'8"
◆N Portée au levage maxi	1,27 m	4'2"	1,25 m	4'1"	1305 mm	4'3"	1280 mm	4'2"
O Redressement maxi du godet au levage maxi		59°		60°		61°		55°
P Redressement maxi du godet en position de transport		45°		45°		47°		47°
Q Redressement maxi du godet au sol		37,5°		37,5°		42°		41°
Garde au sol (pneus de série)	400 mm	16"	400 mm	16"	430 mm	17"	430 mm	17"
Voie (pneus de série)	2,14 m	7'0"	2,14 m	7'0"	2,23 m	7'4"	2,23 m	7'4"
Largeur hors pneus (pneus de série)	2,89 m	9'6"	2,89 m	9'6"	2,96 m	9'9"	2,96 m	9'9"
Type de pneus	23.5-R25, XHA (L-3)		23.5-R25, XHA (L-3)		26.5-R25, XHA (L-3)		26.5-R25, XHA (L-3)	





**IV. ANNEXE 4 :**

Caractéristique de la pelle 345B L-VG

	345B Série II Normale		345B Série II Creusage intensif		345B L Série II – FIX Normale		345B L Série II – FIX Creusage intensif		345B L – VG Normale		345B L – VG Creusage intensif	
	mm	pieds	mm	pieds	mm	pieds	mm	pieds	mm	pieds	mm	pieds
A	3250	10'8"	3250	10'8"	3245	10'8"	3245	10'8"	3345	11'0"	3345	11'0"
B	3000	9'10"	3000	9'10"	2995	9'10"	2995	9'10"	**2995	9'10"	**2995	9'10"
C	3490	11'5"	3490	11'5"	3490	11'5"	3490	11'5"	2990	9'10"	2990	9'10"
D	510	1'8"	510	1'8"	510	1'8"	510	1'8"	740	2'5"	740	2'5"
E	1290	4'3"	1290	4'3"	1290	4'3"	1290	4'3"	1460	4'9"	1460	4'9"
F	3650	12'0"	3650	12'0"	3645	12'0"	3645	12'0"	3610	11'10"	3610	11'10"
G	5030	16'6"	5030	16'6"	5360	17'7"	5360	17'7"	5330	17'6"	5330	17'6"
H	11 380	37'4"	11 380	37'4"	11 770	38'7"	11 380	37'4"	11 740	38'6"	11 380	37'4"
J*	3680	12'1"	3680	12'1"	3660	12'0"	3690	12'1"	3680	12'1"	3850	12'8"
K	5030	16'6"	4030	13'3"	4630	15'2"	4630	15'2"	4340	14'3"	4340	14'3"
L	2740	9'0"	2740	9'0"	2740	9'0"	2740	9'0"	**2390	7'10"	**2390	7'10"




## V. ANNEXE 5 :

### Fiche technique de la pelle 345B L-VG

MODELE	 345B Série II		 345B L - FDX Série II		 345B L - VG Série II		 345B L - VG	
	Japon		Japon, États-Unis		États-Unis		Belgique	
Puissance au volant	239 kW	321 HP	239 kW	321 HP	239 kW	321 HP	216 kW	290 HP
Poids en ordre de marche <sup>1</sup>	44 500 kg	98,100 lb	45 200 kg	99,800 lb	46 200 kg	101,860 lb	47 615 kg	106,000 lb
Capacité des godets (à refus)	1,6- 2,4 m <sup>3</sup>	1,81- 2,87 y <sup>3</sup>	1,6- 2,4 m <sup>3</sup>	1,81- 2,87 y <sup>3</sup>	1,6- 2,4 m <sup>3</sup>	1,81- 2,87 y <sup>3</sup>	1,6- 3,5 m <sup>3</sup>	2,3- 4,6 y <sup>3</sup>
Modèle de moteur	3176C ATAAC		3176C ATAAC		3176C ATAAC		3176C ATAAC	
Régime nominal du moteur (tr/mn)	2000		2000		2000		2000	
Nombre de cylindres	6		6		6		6	
Aisage	125 mm	4,92"	125 mm	4,92"	125 mm	4,92"	125 mm	4,92"
Course	140 mm	5,51"	140 mm	5,51"	140 mm	5,51"	140 mm	5,51"
Cylindrée	10,3 L	629 po <sup>3</sup>	10,3 L	629 po <sup>3</sup>	10,3 L	629 po <sup>3</sup>	10,3 L	629 po <sup>3</sup>
Débit maxi de la pompe hydraulique d'équipement au régime nominal du moteur	2 x 360 L/min	2 x 96 gal/min	2 x 360 L/min	2 x 96 gal/min	2 x 360 L/min	2 x 96 gal/min	2 x 320 L/min	2 x 86 gal/min
Tirage des capots de décharge :								
Commandes d'équipement	34 200 kPa	4870 psi	34 200 kPa	4870 psi	34 200 kPa	4870 psi	34 200 kPa	4870 psi
Commandes de transition	34 200 kPa	4870 psi	34 200 kPa	4870 psi	34 200 kPa	4870 psi	34 200 kPa	4870 psi
Commandes d'orientation	27 500 kPa	3980 psi	27 500 kPa	3980 psi	27 500 kPa	3980 psi	26 400 kPa	4126 psi
Commandes pistes	4650 kPa	670 psi	4650 kPa	670 psi	4650 kPa	670 psi	3930 kPa	570 psi
Effort maximum à la barre	331 kN	74,580 lb	331 kN	74,580 lb	331 kN	74,580 lb	322 kN	72,400 lb
Vitesse max. de transition au régime nominal du moteur	Deux gammes de vitesse Lo: 3,5 km/h 2,2 mi/h Hi: 4,4 km/h 2,7 mi/h		Deux gammes de vitesse Lo: 3,5 km/h 2,2 mi/h Hi: 4,4 km/h 2,7 mi/h		Deux gammes de vitesse Lo: 3,5 km/h 2,2 mi/h Hi: 4,4 km/h 2,7 mi/h		Deux gammes de vitesse Lo: 3,2 km/h 2 mi/h Hi: 4,4 km/h 2,7 mi/h	
Largeur du patin standard	750 mm	2'6"	750 mm	2'6"	750 mm	2'6"	600 mm	2'0"
Longueur des chaînes hors tout	5,03 m	16'6"	5,36 m	17'7"	5,34 m	17'6"	5,34 m	17'6"
Surface de contact avec le sol avec patins standard	6,57 m <sup>2</sup>	10,180 po <sup>2</sup>	7,07 m <sup>2</sup>	10,990 po <sup>2</sup>	5,63 m <sup>2</sup>	8750 po <sup>2</sup>	5,63 m <sup>2</sup>	8727 po <sup>2</sup>
Voie	2,74 m	9'0"	2,74 m	9'0"	2,74 m	9'0"	2,74 m	9'0"
Élargie	—	—	—	—	2,89 m	9'6"	2,89 m	9'6"
Capacité du réservoir de carburant	720 L	190 gal U.S.	720 L	190 gal U.S.	720 L	190 gal U.S.	600 L	159 gal U.S.
Circuit hydraulique (réservoir compris)	530 L	140 gal U.S.	530 L	140 gal U.S.	530 L	140 gal U.S.	—	—

**VI. ANNEXE 6 :**




## Fiche technique du camion

						
<b>MODÈLE</b>	<b>769D</b>		<b>769D</b>		<b>771D</b>	
Type de benne	<b>À fond plat</b>		<b>À double déclive</b>		<b>Pour carrières</b>	
Poids brut du véhicule	68 180 kg	150,000 lb	68 180 kg	150,000 lb	73 970 kg	163,100 lb
Poids du châssis*	22 950 kg	50,600 lb	22 950 kg	50,600 lb	22 950 kg	50,600 lb
Poids de la benne	7800 kg	17,200 lb	7330 kg	16,170 lb	10 350 kg	22,820 lb
Charge utile maximum**	37 430 kg	82,530 lb	37 900 kg	83,570 lb	40 670 kg	89,680 lb
Poids du revêtement standard	3300 kg	7280 lb	3160 kg	6970 lb	—	—
Charge utile avec revêtement standard	34 130 kg	75,250 lb	34 740 kg	76,600 lb	—	—
Capacité :						
À ras (SAE)	16,5 m³	21,6 v³	17 m³	22,2 v³	20,2 m³	26,4 v³
À refus (2/1) (SAE)	24,2 m³	31,7 v³	24,2 m³	31,7 v³	27,5 m³	36 v³
Répartition du poids, à vide :						
Essieu AV	49,7%		49,8%		46,3%	
Essieu AR	50,3%		50,2%		53,7%	
Répartition du poids, en charge :						
Essieu AV	33,2%		33,3%		32,9%	
Essieu AR	66,8%		66,7%		67,1%	
Modèle de moteur	<b>3408E TA</b>		<b>3408E TA</b>		<b>3408E TA</b>	
Nombre de cylindres	<b>8</b>		<b>8</b>		<b>8</b>	
Alésage	137 mm	5,4"	137 mm	5,4"	137 mm	5,4"
Course	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"
Cylindrée	18 L	1099 po³	18 L	1099 po³	18 L	1099 po³
Puissance au volant	362 kW	485 HP	362 kW	485 HP	362 kW	485 HP
Puissance brute	380 kW	510 HP	380 kW	510 HP	380 kW	510 HP
Pneus standard	<b>18.00R33 (E-4)</b>		<b>18.00R33 (E-4)</b>		<b>18.00R33 (E-4)</b>	
Diamètre de braquage	19,8 m	65'0"	19,8 m	65'0"	19,8 m	65'0"
Contenance du réservoir de carburant	530 L	140 gal U.S.	530 L	140 gal U.S.	530 L	140 gal U.S.
Vitesse maxi (en charge)	75 km/h	47 mi/h	75 km/h	47 mi/h	56 km/h	35 mi/h
<b>ENCOMBREMENT (à vide) :</b>						
Hauteur au rail de protection du toit	4,00 m	13'1"	4,00 m	13'1"	3,80 m	12'6"
Empattement	3,70 m	12'2"	3,70 m	12'2"	3,70 m	12'2"
Longueur hors tout	7,60 m	25'0"	7,40 m	24'5"	7,60 m	25'0"
Hauteur de chargement (à vide)	3,20 m	10'6"	3,10 m	10'4"	3,40 m	11'2"
Hauteur au vidage maxi	7,80 m	25'7"	7,70 m	25'4"	7,70 m	25'3"
Longueur de la benne	5,40 m	17'10"	5,24 m	17'2"	5,41 m	17'9"
Largeur en ordre de marche	5,01 m	16'5"	5,01 m	16'5"	5,01 m	16'5"
Largeur en ordre d'expédition***	3,99 m	13'1"	3,91 m	12'10"	3,99 m	13'1"
Vble AV	3,10 m	10'2"	3,10 m	10'2"	3,10 m	10'2"



**VII. ANNEXE 7:**

## Fiche technique du camion

						
MODÈLE	769D		769D		771D	
Type de benne	À fond plat		À double déclive		Pour carrières	
Poids brut du véhicule	68 180 kg	150,000 lb	68 180 kg	150,000 lb	73 970 kg	163,100 lb
Poids du châssis*	22 950 kg	50,600 lb	22 950 kg	50,600 lb	22 950 kg	50,600 lb
Poids de la benne	7800 kg	17,200 lb	7330 kg	16,170 lb	10 350 kg	22,820 lb
Charge utile maximum**	37 430 kg	82,530 lb	37 900 kg	83,570 lb	40 670 kg	89,680 lb
Poids du revêtement standard	3300 kg	7280 lb	3160 kg	6970 lb	—	—
Charge utile avec revêtement standard	34 130 kg	75,250 lb	34 740 kg	76,600 lb	—	—
Capacité :						
À ras (SAE)	16,5 m <sup>3</sup>	21.6 v <sup>3</sup>	17 m <sup>3</sup>	22.2 v <sup>3</sup>	20,2 m <sup>3</sup>	26.4 v <sup>3</sup>
À refus (2/1) (SAE)	24,2 m <sup>3</sup>	31.7 v <sup>3</sup>	24,2 m <sup>3</sup>	31.7 v <sup>3</sup>	27,5 m <sup>3</sup>	36 v <sup>3</sup>
Répartition du poids, à vide :						
Essieu AV	49,7%		49,8%		46,3%	
Essieu AR	50,3%		50,2%		53,7%	
Répartition du poids, en charge :						
Essieu AV	33,2%		33,3%		32,9%	
Essieu AR	66,8%		66,7%		67,1%	
Modèle de moteur	3408E TA		3408E TA		3408E TA	
Nombre de cylindres	8		8		8	
Alésage	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"
Course	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"
Cylindrée	18 L	1099 po <sup>3</sup>	18 L	1099 po <sup>3</sup>	18 L	1099 po <sup>3</sup>
Puissance au volant	362 kW	485 HP	362 kW	485 HP	362 kW	485 HP
Puissance brute	380 kW	510 HP	380 kW	510 HP	380 kW	510 HP
Pneus standard	18.00R33 (E-4)		18.00R33 (E-4)		18.00R33 (E-4)	
Diamètre de braquage	19,8 m	65'0"	19,8 m	65'0"	19,8 m	65'0"
Contenance du réservoir de carburant	530 L	140 gal U.S.	530 L	140 gal U.S.	530 L	140 gal U.S.
Vitesse maxi (en charge)	75 km/h	47 mi/h	75 km/h	47 mi/h	56 km/h	35 mi/h
ENCOMBREMENT (à vide) :						
Hauteur au rail de protection du toit	4,00 m	13'1"	4,00 m	13'1"	3,80 m	12'6"
Empattement	3,70 m	12'2"	3,70 m	12'2"	3,70 m	12'2"
Longueur hors tout	7,60 m	25'0"	7,40 m	24'5"	7,60 m	25'0"
Hauteur de chargement (à vide)	3,20 m	10'6"	3,10 m	10'4"	3,40 m	11'2"
Hauteur au vidage maxi	7,80 m	25'7"	7,70 m	25'4"	7,70 m	25'3"
Longueur de la benne	5,40 m	17'10"	5,24 m	17'2"	5,41 m	17'9"
Largeur en ordre de marche	5,01 m	16'5"	5,01 m	16'5"	5,01 m	16'5"
Largeur en ordre d'expédition***	3,99 m	13'1"	3,91 m	12'10"	3,99 m	13'1"
Voie AV	3,10 m	10'2"	3,10 m	10'2"	3,10 m	10'2"

**VIII. ANNEXE 8:**

## Caractéristiques techniques de la pelle hydraulique (Volvo EC350D)

Caractéristiques techniques	Valeur	Unité
Modèle	Volvo EC350D	-
Capacité du godet	1.9	m <sup>3</sup>
Modèle de moteur	D8F/D8K*	-
Puissance nette	197	KW

Vitesse d'orientation	10.3	Tr/min
Force de traction max	261	KN
Rayon de braquage	10.9	m
Poids de l'engin	34 800	Kg

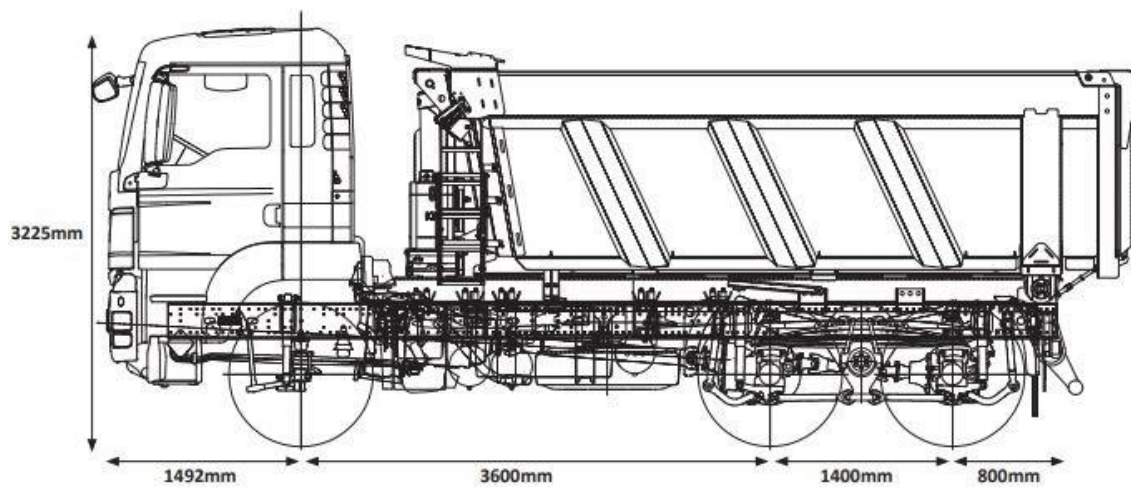


## IX. ANNEXE 9:

Caractéristiques techniques de camion MAN TGS 33.360 M - BB (6x4)

Caractéristiques techniques	Valeur	Unité
Marque	MAN TGS 360 – BB (6x4)	-
Puissance Max du moteur (diesel)	265	KW
Poids total autorisé en charge	33 000	Kg
Capacité de la benne du camion	25	T

La largeur du camion	2 500	mm
La longueur du camion	7 307	mm
La hauteur du camion	3 225	mm



## ***BIBLIOGRAPHIE***



- [1] Ceficem, Chargement - transporte (Première partie).Ecole des mines de DOUAI
- [2] Société de l'Industrie Minérale (SIM), « Les techniques de l'industrie minérale, Ciel ouvert mines et carriers (Réalisation d'un projet-Opération-Gestion) », 2006
- [3] Caterpillar handbook n°31 en français
- [4] <http://www.bm-cat.com/fr-dz/machines/pelles-hydrauliques-intermediaires/330>.
- [5] <http://www.machineryzone.fr/occassion/chargeusechenilles/39680963/caterpillar973c.htm>
- [6] <http://www.bm-cat.com/fr-dz/chargeurs-sur-pneus-intermediaires/966I>
- [7] <https://www.capital.fr/devises/cours/USD/DZD>
- [8] [https://fr.globalpetrolprices.com/Algeria/diesel\\_prices/](https://fr.globalpetrolprices.com/Algeria/diesel_prices/).
- [9] Rapport géologique 2020 Du gisement C34 EL M'HIR
- [10] <https://www.volvoce.com/africa/fr-ma/products/excavators/ec350d/>
- [11] [https://mtcman.com/web/wpcontent/uploads/2018/12/BENNE\\_TGS\\_33\\_360\\_6x4\\_M\\_BB.pdf](https://mtcman.com/web/wpcontent/uploads/2018/12/BENNE_TGS_33_360_6x4_M_BB.pdf)