



République Algérienne Démocratique et Populaire.
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique.
Université « Abbès LAGHROUR » Khenchela.



Faculté des Sciences et de la Technologie.

Département de Génie Civil.

Spécialité: Travaux Publics

Option : Voies & Ouvrages d'Art

N° de série :

Projet de Fin d'études pour l'obtention du Diplôme e Master (L.M.D).

Etude de section de la route RN46B Avec traitement de sebkha(selga) pk19+000 au pk26+000 sur 7km

Thème

Réalisé par :

-Zehana Hamza

Dirigé par :

– Hachemi Benaddi Grade

Membres de jury :

-DR. Sekkiou Soumia Grade Président

- DR. Ghardaoui Moufida Grade Examineur

Présenté le : 15 /06/2025

REMERCIEMENT

Le projet de fin d'étude que J'ai l'honneur de présenté, a été exécuté et mené à bien grâce à la participation exceptionnelle de mon encadreur :

M^{er} DOCTEUR BENADDI HACHEMI

On remercie au premier lieu :

M^{er} ZEHANA ABDELDOUAD (Ingénieur)

M^{er} ARAB RABAH (Docteur en Géomécanique –lirigm UIF Grenoble)

M^{er} CHEMEKH A/JALILL (ingénieur DDTP O/JELLAL)

On remercie également tous les professeurs qui ont contribués de près à notre formation.

Et enfin à toute personne qui ont offert son soutien moral.

الإهداء

الصلاة والسلام على رسول الله. أولاً بأول أحمد الله تعالى

على ما وفقني إليه أما بعد، اهدي هذا العمل

المتواضع



إلى جدي زهانة محمد رحمه الله واسكنه فسيح جناته وجدتي مداس خيرة

ومداس السعدية رحمهما الله واسكنهما فسيح جناته والي جدي قوبي خالد

مصدر الحكمة والبركة في حياتي حفظه ورزقه الصحة والعافية

إلى أمي وأبي رمز العطاء والتضحية اهديكما ثمرة جهدي المتواضع حفظكما

الله وادامكما نورا في حياتي

إلى اخوتي الاعزاء - الطاهر، ابراهيم، السعدية، اسراء، عبد الصمد

إلى كل أصدقائي وخاصة عنقر محمد عبد الفتاح وطنش محمد واسماعيل

أحمد وخنيفر هشام.

إليك أنت أيها القارئ.



زهانة حمزة

ملخص

الطريق الوطني رقم 46 هو شريان ومحور هام بالنسبة للاقتصاد الوطني، حيث يربط كل من ولاية إليزي بالمناطق الشمالية للوطن ويمر على المناطق البترولية ويربط عدة قواعد كما يلعب دور كبير في المجال السياسي والاجتماعي والاقتصادي لهذه المناطق وذلك يربطها وتسهيل الحركة منها وإليها

هذا الدور المحوري للطريق الوطني رقم 46 ب وطنيا جعل حركة الوزن الثقيل نسبة 20% وهدفنا هو دراسة تهيئة الطريق الوطني رقم 46 ب مقطع لوطاية من ن.ك 19+000 إلى ن.ك 26+000 مع معالجة مقطع السبخة.

إنجاز طريق به انخفاض رفع التربة يتطلب تحكم في المجال التكنولوجي للأشغال العمومية (الاصطناعية الجغرافية، طريقة الدراع) لحل هاته الإشكالية.

الكلمات المفتاحية: الطريق الوطني رقم 46 ب، الاقتصاد الوطني، الوزن الثقيل، تهيئة الطريق، مقطع السبخة، الأشغال العمومية، الجيوتكستيل (الاصطناعية الجغرافية).

Résumé :

La Route Nationale N°46B (RN 46B) constitue une artère et un axe crucial pour l'économie nationale. En effet, elle relie la wilaya d'Illizi aux régions du nord du pays, traverse des zones pétrolières et dessert plusieurs bases de vie. De ce fait, elle joue un rôle majeur sur les plans politique, social et économique dans ces régions en assurant leur connectivité et en y facilitant la fluidité du trafic.

Ce rôle pivot de la RN 46B à l'échelle nationale se traduit par un trafic de poids lourds atteignant un taux de 20%. Notre objectif est d'étudier l'aménagement du tronçon de la Route Nationale N°46B situé à loutaya, du PK 19+000 au PK 26+000, tout en traitant la section de la Sebkha.

Par ailleurs, la réalisation d'une route sujette au phénomène de gonflement du sol nécessite une maîtrise technologique dans le domaine des travaux publics (notamment l'usage des géosynthétiques et de la méthode du remblai/drainage) afin de résoudre cette problématique.

Mots-clés : Route Nationale N°46B, Économie nationale, Poids lourds, Aménagement routier, Section de Sebkha, Travaux publics, Géosynthétiques.

Abstract :

National Highway No. 46B (RN 46B) is a major thoroughfare and a crucial artery for the national economy. It connects the wilaya of Illizi to the northern regions of the country, passes through oil-producing areas, and serves several work camps. As a result, it plays a major political, social, and economic role in these regions by ensuring their connectivity and facilitating the smooth flow of traffic.

This pivotal role of the RN 46B on a national scale is reflected in heavy-duty vehicle traffic accounting for 20% of total traffic. Our objective is to study the development of the section of National Highway No. 46B located in loutaya, from PK 19+000 to PK 26+000, while addressing the Sebkha section.

Furthermore, constructing a road in an area prone to soil heaving requires technical expertise in civil engineering (particularly the use of geosynthetics and the embankment/drainage method) to resolve this issue.

Keywords : National Highway No. 46B, National Economy, Heavy Trucks, Road Construction, Sebkha Section, Public Works, Geosynthetics.

LISTE DES NOTATIONS

T.J.M.A	Trafic moyen journalier annuel
T.J.M.A.h	Trafic moyen journalier annuel à l'horizon
TJMA0	Trafic moyen journalier annuel à l'année zéro
T_{eff}	Trafic effectif
U.V.P	Unité de véhicule particulier
V_r	vitesse de référence en km/h
L_{min}	Une longueur minimale d'alignement
L_{max}	Une longueur maximale
F_t	Coefficient de frottement transversal
RHM	Rayon horizontal minimal absolu
R_{hn}	Rayon minimal normal
R_{hd}	Rayon au dévers minimal
R_{hnd}	Rayon minimal non déversé
S	Sur largeur
R	Rayon de l'axe de la route
A	Paramètre de la Clothoïde
σ	Angle polaire
Δd	Variation de dévers
L	Longueur de raccordement
I Largeur de la chaussée	
I_{min}	Déclivité minimum
I_{max}	Déclivité maximum
R_v	Rayon vertical (m)
R_{vm}	Rayon vertical minimal absolue
R_{vn}	Rayon vertical minimal normal
D₀	Distance d'arrêt (m)
H₀	Hauteur de l'œil (m)
H₁	Hauteur de l'obstacle (m)
R_v'	Rayon minimum du cercle de raccordement
D₁	Distance d'arrêt

D	Changement des devers
T	La tangente
H	La flèche
Teff	Trafic effectif
Q	Débit de pointe horaire normale
P	Coefficient d'équivalence pris pour convertir les poids lourds
Z	Le pourcentage de poids lourds
Q_{adm}	Débit admissible
K1/K2	Coefficient correcteur
C_{th}	capacité théorique
N	Le nombre des voies
p1/p2	Des pentes
BB	Béton bitumineux
GB	Grave bitume
G.N.T	grave non traitée
S.G	Sable gypseux
P.F.S	Plate-forme support
NE	Trafic cumulé équivalent
C	Etant le facteur de cumul sur la période de calcul
n	Durée de vie.
τ	Taux de croissance de trafic
C.B.R	Californie Bearing Ratio
e	Epaisseur équivalente
I	Indice CBR (sol support)
N	Désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
TPL_i	La classe de trafi

Sommaire

REMERCIEMENT	
الإهداء.....	
Résumé :	
LISTE DES NOTATIONS.....	
INTRODUCTION GENERALE	2

CHAPITRE I PRESENTATION GENERALE

1) INTRODUCTION :	4
2) RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE BISKRA	4
2.1. Présentation du secteur :	4
2.2 Situation géographique :	5
2.3. Géologie :	5
2.4. Hydrographie :	6
2.5. Climatologie :	6
3. PRESENTATION DU PROJET :	6
3.1. Description du projet :	7
3.2. Situation actuelle :	7

CHAPITRE II ETUDE DU TRAFIC

1. INTRODUCTION	9
2. ANALYSE DU TRAFIC	9
3. LA MESURE DES TRAFIC :	9
3.1 Différents type trafics :	10
4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC	10
5. CALCUL DE LA CAPACITE :	12
6. APPLICATION AU PROJET :	14
7. Calcul de l'année de saturation :	15

CHAPITRE III TRACE EN PLAN, PROFIL EN LONG, PROFIL EN TRAVERS

1) DEFINITION :	18
2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACER EN PLAN :	18
3) LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :	18
4) COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :	23
5) LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE) :	23
6) PARAMETRES FONDAMENTAUX :	24

PROFIL EN LONG

1) DEFINITION :	27
2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG :	27
3) COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG :	28
4) DECLIVITES :	28
5) RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :	29
6) DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :	31

7)	<i>APLICATION AU PROJET :</i>	33
----	-------------------------------	----

PROFIL EN TRAVERS

1)	<i>DEFINITION :</i>	35
2)	<i>LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :</i>	35
3)	<i>APPLICATION AU PROJET :</i>	37

CHAPITRE IV DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1)	<i>INTRODUCTION :</i>	39
2)	<i>LA CHAUSSEE :</i>	39
2.1)	définition :	39
2.2)	les différents types de chaussée :	39
3)	<i>CONSTITUTION ET ROLE D'UNE CHAUSSEE :</i>	40
4)	<i>PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES :</i>	41
5)	<i>PARAMETRES PRIS ENCOMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT :</i>	42
6)	<i>LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :</i>	43
7)	<i>APPLICATION AU PROJET :</i>	47
8)	<i>RESUME :</i>	51
8.1.	Méthode CBR :	52
8.2.	La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :	53
8.2.1.	Détermination du type de réseau :	53
8.2.2.	Classe du trafic :	53
8.2.3.	Détermination de la portance de sol-support de chaussée :	54
8.2.4.	Amélioration de la portance du sol support :	55
8.2.5.	Choix des différentes couches constituantes de la chaussée :	55
8.2.6.	Choix de dimensionnement :	55
9.	<i>RECAPITULATIF DE DEUX METHODES :</i>	56

CHAPITRE V ETUDE GEOTECHNIQUE

1)	<i>INTRODUCTION :</i>	57
2)	<i>LES ESSAIS DE LA RECONNAISSANCE : Les essais réalisés au laboratoire sont</i>	57
3)	<i>LES ESSAIS D'IDENTIFICATIONS :</i>	57
3.1)	Analyses granulométriques :	57
3.2)	Equivalent de sable :	58
3.4)	Limites d'Atterberg :	58
3.5)	Essai PROCTOR :	58
3.6)	Essai C.B.R (California Bearing Ratio):	58
3.7)	Essai Los Angeles :	58
3.8)	Essai Micro Deval :	59
4)	<i>CONDITIONS D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :</i>	59
5)	<i>LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :</i>	59
6)	<i>INTERPRETATION DES RESULTATS D'ESSAIS :</i>	59
7)	<i>ETUDE DES MATERIAUX UTILISES D'EMPRUNT POUR LES REMBLAIS</i>	60
8)	<i>ETUDE DES MATERIAUX UTILISES D'EMPRUNT POUR LE CORPS DE CHAUSSEE</i>	60
9)	<i>CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES :</i>	60
10)	<i>RECHERCHE DES SITES DE CONCASSAGE (CARRIERES) CARRIERES DE</i>	

<i>BISKRA :</i>	61
<i>11) PROSPECTION DU SOL SUPPORT</i>	61
<i>12) CONCLUSION</i>	62

CHAPITRE VI CALCUL DE CUBATURE

<i>1) INTRODUCTION :</i>	64
<i>2) CUBATURE DES TERRES :</i>	64
<i>3) METHODE de calcul des cubatures :</i>	64
<i>4) MOUVEMENTS DES TERRES :</i>	66
<i>4.1) Définition :</i>	66
<i>4.2) Moment de transport :</i>	66
<i>4.3) Le foisonnement d'un sol :</i>	67
<i>5) Calcul des cubatures de terrassement :</i>	67

CHAPITRE VII TRAITEMENT DE SECTION SABKHA

<i>1) INTRODUCTION :</i>	69
<i>2) QU'EST CE QU'UN GEOSYNTHETIQUE :</i>	69
<i>3) LES FONCTIONS PRINCIPALES DES GEOSYNTHETIQUES :</i>	69
<i>4) TYPES DES GEOSYNTHETIQUES</i>	69
<i>4.1. Les géotextiles :</i>	69
<i>4.2. Les géogrilles :</i>	69
<i>4.3. Les géomembranes :</i>	69
<i>5) SOLUTIONS PROPOSEES</i>	71
<i>6) LA PROCEDURE DE REALISATION EST COMME SUIT :</i>	72
<i>7) APPLICATION :</i>	73
<i>CONCLUSIONS :</i>	74

CHAPITRE VIII LES RISQUES HYDROGEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES DE SECTION SABKHA

<i>1) INTRODUCTION</i>	77
<i>2) CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDRAULIQUE :</i>	77
<i>3) LES SOLS COMPRESSIBLES :</i>	77
<i>4) LES SOLS DE SEBKHA</i>	78
<i>5) ÉTUDE GEOTECHNIQUE</i>	79

CHAPITRE IX SIGNALISATION

<i>1. INTRODUCTION :</i>	81
<i>2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :</i>	81
<i>3. CATÉGORIES DE SIGNALISATION :</i>	81
<i>4. RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :</i>	81
<i>5. TYPES DE SIGNALISATION :</i>	82
<i>6. APPLICATION AU PROJET :</i>	84

CHAPITRE X DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

<i>CONCLUSION GENERALE</i>	92
<i>Bibliographie</i>	94
<i>Annexes</i>	96

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Réseau routier de la wilaya de Biskra (début et fin du projet).....	5
Figure 2 Carte de situation géographique de la wilaya de Biskra.	5
Figure 3 Situation du projet (début et fin de projet).....	7
Figure 4 Les Eléments Du Trace En Plan	19
Figure 5 Courbe de Raccordement Clothoïde	22
Figure 6 La Courbe Dans Le Profil En Long	31
Figure 7 REPRESENTE LES ELEMENTS DE PROFILE EN TRAVERS.....	35
Figure 8 les différents types de chaussée	40
Figure 9 structures type d'une chaussée souple	40
Figure 10 schémas de fonctionnement d'une structure de chaussée	41
Figure 11 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	46
Figure 12 Les Choix de dimensionnement par la méthode du catalogue.....	56
Figure 13 PROBLEMES DE SABKHA (selga)	71
Figure 14 Substitution	71
Figure 15 Photo Sebkha (Selga).....	75
Figure 16 Propriétés de sol des sebkhas intérieure.....	79
Figure 17 REPRESENTE UN MARQUAGE LONGITUDINAL DES LIGNES DISCONTINUES ..	83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Etat du réseau routier (RN, CW et CC).....	4
Tableau 2 Coefficient d'équivalence« P »	12
Tableau 3 Coefficient « K1 »	13
Tableau 4 Coefficient « K2 »	13
Tableau 5 Capacité théorique « C_{th} »	13
Tableau 6 récapitulatif.....	15
Tableau 7 Paramètres Fondamentaux	25
Tableau 8 Paramètres Fondamentaux	25
Tableau 9 coefficient d'équivalence	45
Tableau 10 Classe du trafic	49
Tableau 11 Détermination de la portance de sol-support de chaussée.....	49
Tableau 12 classification des réseaux principaux	53
Tableau 13 Classe TPLi pour RP1	54
Tableau 14 Présentation des classes de portance des sols.....	54
Tableau 15 Classes de portance à long terme du sol support.....	54
Tableau 16 Sur classement avec couche de forme en matériau non traité.....	55
Tableau 17 Comparaison entre les deux méthodes	56
Tableau 18 Fonctions principales des géo synthétiques.....	68
Tableau 19 Types et fonctions des différents géo synthétiques	70
Tableau 20 Modulation des lignes discontinues.....	83

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le réseau routier constitue un élément primordial dans le développement Du pays car il représente une base sur laquelle se fonde plusieurs secteurs Tels que le transport (biens et personnes) et l'économie sociale.

La construction d'une nouvelle route, l'évitement, la réhabilitation, la modernisation, l'élargissement ou l'entretien des routes existantes, sont des types de travaux routier à programmer par les autorités compétentes (DTP, ministère des Travaux Public, etc.) suivant l'importance des régions à développer, ou le niveau de service à vouloir atteindre pour la route existante. Le sujet traité porte sur une étude d'un tronçon de la nationale RN46B ou des notions sur la topographie, la géotechnique routière, la conception géométrique des routes ainsi que des notions sur les ouvrages sont alors nécessaires et la section de sabkha.

L'objectif visé dans ce projet est de faire cette étude tout en respectant les normes routières et traitement de la section de sebkha selga.

CHAPITRE I
PRESENTATION
GENERALE

1) INTRODUCTION :

Dans le cadre du programme de développement des régions du sud, la direction des travaux publics de la wilaya de Biskra, nous a confié l'étude du **Projet : Etude de section de la route RN46B Avec traitement de sebkha(selga) pk19+000 au pk26+000 sur 7km**, cet axe est important pour le développement des réseaux routiers de la wilaya de Biskra surtout la zone ouest.

2) RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE BISKRA

2.1. Présentation du secteur :

Le réseau routier de la wilaya de Biskra s'étend sur un linéaire global de **2991 ,500 Kms** Se répartissant comme suit :

a) Consistance des investissements :

- RN : 550,100Km
- CW : 735,70 Km.
- CC : 1705 ,500Km.
- Ouvrages d'arts : 209.
- Aéroport : 01.

b) Etat du réseau routier (RN.CW. Et CC)

TABLEAU 1 ETAT DU RESEAU ROUTIER (RN, CW ET CC).

Designation	Linéaire (km)	Etat de réseau		
		Bon (%)	Moyen (%)	Mauvais (%)
RN	550.1	71	14	15
CW	735.7	64	20	16
CC	1705.7 dont 707; Km non revêtu	37	12	51
Total	2862.84			
Nombre d'O.A	209	60	39.5	0.5

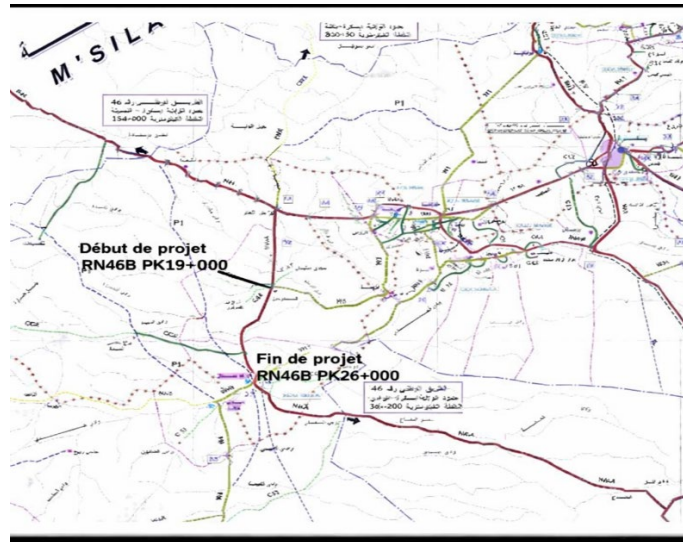


FIGURE 1 RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE BISKRA (DEBUT ET FIN DU PROJET)

2.2 Situation géographique :

La wilaya de Biskra se situe au sud-est d'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 21.671,20 km² regroupant 33 communes et 12 daïras, elle est limitée :

- ✓ Au Nord : Wilaya de Batna et M'sila.
- ✓ Au Sud : Wilaya de Ouargla et El-Oued.
- ✓ A l'Est : Wilaya de Khenchela.
- ✓ A l'Ouest : Wilaya de Djelfa

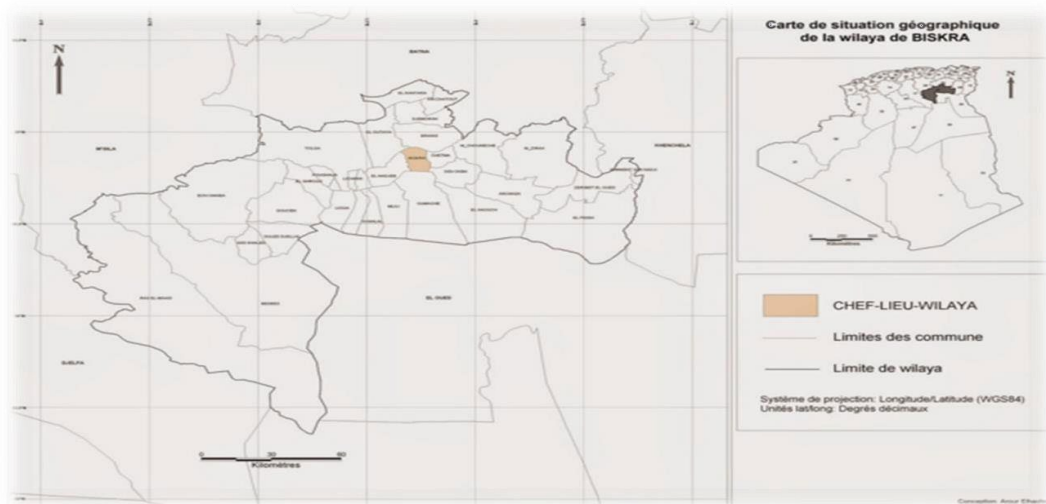


FIGURE 2 CARTE DE SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE BISKRA.

2.3. Géologie :

La wilaya de Biskra est située dans une zone stable tectoniquement. On distingue 3 régions :

- ✓ Le plateau de l'Aurès situé à l'Est.
- ✓ Les vallées de l'Oued Djeddi et l'Oued SidiZarzour.
- ✓ Le Grand Sahara.

La lithologie se compose de :

- ✓ Les chotts.
- ✓ Les regs et terrasses.
- ✓ Les calcaires dolomitiques.
- ✓ Les marnes et argiles.

2.4. Hydrographie :

Malgré leur nombre très élevé, les oueds de la région sont peu importants. Les oueds les plus importants sont: l'Oued Fanoir, l'Oued Assal, l'Oued Ltél, l'Oued Sidi Zarzour, Oued jeddi et Oued El Hai, Oued Djeddi est parmi les plus grands oueds en Algérie de point de vue linéaire.

2.5. Climatologie :

La wilaya de Biskra se caractérise par un climat saharien aride :

Pluviométrie réduite, température élevée, très forte évaporation et des vents de sables.

3. PRESENTATION DU PROJET :

Notre projet concerne l'étude et modernisation d'une section de la route Nationale RN46B le but d'accroître la sécurité routière des usages. Améliorer aux autres axes principaux du niveau de service de la route cet Axe constitue dans un futur un soutien aux autres axes principaux reliant les différentes localités de la zone d'influence du projet.

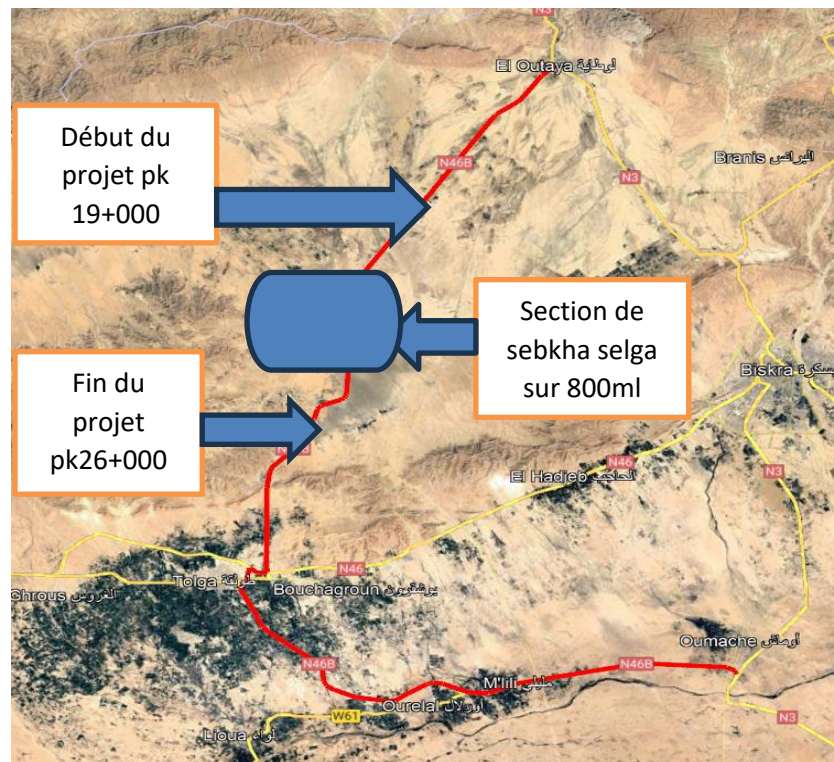


FIGURE 3 SITUATION DU PROJET (DEBUT ET FIN DE PROJET)

3.1. Description du projet :

L'itinéraire du projet se situe dans un relief pratiquement plat et se caractérise par des sinuosités faibles et des déclivités moyennes c'est-à-dire il peut être classé d'environnement¹.

Donc notre projet de :

- Catégorie : **C1**.
- Environnement : **E1**.

3.2. Situation actuelle :

Actuellement, la circulation sur RN46B du village El-Outaya, ensuite nous sommes dirigés vers la direction Tolga et Oumache.

CHAPITRE II

ETUDE DU

TRAFIC

1. INTRODUCTION

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretien.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

2. ANALYSE DU TRAFIC

L'analyse du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ce dernier nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, et la détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

3. LA MESURE DES TRAFIC :

Cette mesure est réalisée par différent procédés complémentaires :

- Les comptages : sont permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : sont permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

a) –Les Comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

a.1) -Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par des agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (**T.J.M.A**)

a.2) – Les comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

- Les comptages permanents
- Les comptages temporaires

❖ L'inconvénient de cette méthode : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

b) –Les Enquêtes Origine Destination :

Ils sont plus souvent opportuns de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthode, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination.

3.1 Différents type trafics :

a) Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.

b) Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la destination.

c) Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destination.

Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

d) Trafic total :

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant.

Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaines.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

a) Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

Tel que :

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

b) Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- ✓ Produit national brut (PNB).
- ✓ Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier

dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

c) Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

d) Modèle de facteurs de croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de **FRATAR** qui prend en considération les facteurs suivants :

- ✓ Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- ✓ Le nombre d'emploi.
- ✓ La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

❖ **Remarque :**

Pour notre cas, nous utilisons la méthode « **prolongation de l'évolution passée** » vu à sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

5. CALCUL DE LA CAPACITE :

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

a) Trafic à un horizon donné :

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

$$TJMA_n = TJMA_0 (1+\tau)^n$$

Tel que :

- ✓ **TJMA_n** : trafic journalier moyen à l'année n.
- ✓ **TJMA₀** : trafic journalier moyen à l'année 0.
- ✓ **τ** : taux d'accroissement annuel.
- ✓ **n** : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

c) Trafic effectif :

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

$$T_{eff} = [(1-Z) + PZ]$$

Tel que :

Z : le pourcentage de poids lourds.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

TABLEAU 2 COEFFICIENT D'EQUIVALENCE« P »

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

d) Evaluation de la demande :

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{eff} \quad (UVP/h)$$

e) Evaluation de l'offre :

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

$$Q_{adm} = K_1 K_2 C_{th}$$

TABLEAU 3 COEFFICIENT « K1 »

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tel que :

C_{th} : la capacité théorique.

K_1 : coefficient qui dépend de l'environnement.

K_2 : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

TABLEAU 4 COEFFICIENT « K2 »

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

TABLEAU 5 CAPACITE THEORIQUE « C_{TH} »

Capacité théorique	
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 800 uvp/h/sens

f) Calcul du nombre de voies :

✓ Chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir :

✓ Chaussée unidirectionnelle :

$$Q \leq Q_{adm}$$

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

$$N = \frac{s \cdot Q}{Q_{adm}}$$

Tel que :

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

6. APPLICATION AU PROJET :

a) - Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par notre promoteur qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2024 $TJMA_{2024} = 8000 \text{ v/j}$
- Catégorie des routes : C1.
- Environnement : E1.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$
- La vitesse de base sur le tracé $VB = 100 \text{ km/h}$
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 20 \%$
- L'année de mise en service sera en 2026
- La durée de vie estimée de 20 ans

b) - Projection futur de trafic :

L'année de mise en service (2026)

$$TJMA_h = TJMA_o(1+\tau)^n$$

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2026)

$TJMA_o$: trafic à l'année zéro (origine 2024)

$$TJMA_{2026} = 8000. (1 + 0,04)^3 = 8999 \text{ v/j.}$$

Traffic à l'année (2046) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2046} = 8999. (1 + 0,04)^{20} = 19718 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2046} = 19718 \text{ v/j}$$

c) - Calcul du trafic effectif :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + Z. P]. TJMA_h$$

Avec :

P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourd. Pour une route Route à bonne caractéristique et un environnement E_1 on a **P=3**

Z : le pourcentage de poids lourds est égal à 20%

$$T_{eff} = 19718 \times [(1 - 0.2) + 3 \times 0.2]$$

$$T_{eff} = 27605 \text{ uvp/h}$$

d) - Débit de pointe horaire normale:

$$Q = (1/n) T_{eff}$$

Avec :

1/n : **coefficient** de pointe horaire prise est égal à 0.12

$$Q = 0.12 \times 27605 = 3313 \text{ uvp/h}$$

$$Q = 3313 \text{ uvp/h}$$

e) - Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

K_1 : coefficient correcteur prise égal à **0.75** pour (E_1)

K_2 : coefficient correcteur pris égal à **1** pour environnement (E_1) et catégorie (C_1)

C_{th} : capacité théorique $Q = (1/n) \times T_{eff}$

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible :

$$Q \leq Q_{adm} \Rightarrow Q \leq K_1 \times K_2 \times C_{th} \Rightarrow C_{th} \geq \frac{Q}{K_1 \times K_2}$$

On a C_2 donc $C_{Th}=2000$ uvp/h d'après B40

$$Q_{adm} = 1 \times 0.75 \times 2000$$

$$Q_{adm} = 1500 \text{ uvp/h}$$

f) - Le nombre des voies

$$N = S \times (Q/Q_{adm})$$

Avec $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (3313/1500) = 1.47 \approx 2$$

Donc : **$N = 2$ voies.**

On adopte pour la RN46B le profil 2 voies

7. Calcul de l'année de saturation :

$$T_{eff} (2026) = [(1 - 0.2) + 3 \times 0.2] \times 8999$$

$$Q_{2026} = 0.12 \times 12599 = 1512 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2026} = 1512 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times 1500 = 6000 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2026} \Rightarrow n = \frac{(\log saturation / \log Q_{2026})}{\log(1 + \tau)}$$

$$\frac{\ln(6000 / 1512)}{\ln(1 + 0.04)} =$$

$$n = 35.14 \approx 35 \text{ ans.}$$

Récapitulatif

Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

TABLEAU 6 RECAPITULATIF

TJMA (2024) v/j	TJMA (2026) v/j	TJMA (2046) v/j	$T_{eff}(2046)$ uvp/j	$Q_{(2046)}$ uvp/j	N
8000	8999	19718	27606	3313	2

CHAPITRE III TRACE EN PLAN, PROFIL EN LONG, PROFIL EN TRAVERS

1) DEFINITION :

Le tracé en plan d'une route il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort des usages tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

Elle est constituée d'une succession séparée ou par des raccordements progressifs

L'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir dans le site et Le tracé en plan représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et selon les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACER EN PLAN :

Le tracé en plan doit assurer aux usagers de la voie express un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site.

Les normes de conception géométriques de tracé et de directives opérationnelles on été développées à partir des normes et de directives routières et autoroutières en usage en Algérie plus particulièrement les normes techniques d'aménagement des routes « B40 ».

Pour complément ou modification éventuelle, elles ont été comparées aux normes « ARP » sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes.

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à R_{Hnd} (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adoption de rayon minimal absolu est à éviter dans la mesure du possible. En règle générale, en adopte, si cela n'augmente pas le cout de façon trop sensible des valeurs de rayon supérieur ou égale au rayon minimum normal.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter le maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds en minimisant au maximum le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des réseaux économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur totale de trace.

3) LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercle come il est schématisé ci-dessous :

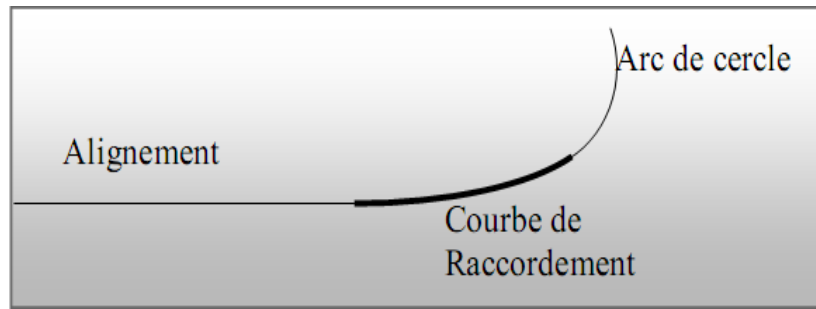


FIGURE 4 LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN

a) les alignements :

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{min} qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercle.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires seront raccordées par une courbe en **C** ou **Ove**.

La longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes

$$L_{min} = 5 V$$

Et

$$L_{max} = 60 V$$

avec (V en (m/s))**b) arc de cercle :**

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

b.1) stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules.

b.2) rayon horizontal minimal absolu :

Ainsi pour chaque V_r on définit une série de couple (r, d).

b.3) Rayon minimal normal :

$$RHm = \frac{Vr^2}{127(f_t + d_{max})}$$

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127(f_t + d_{max})}$$

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant « V_r » de 20 km/h de rouler en sécurité.

b.4) Rayon au dévers minimal :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_r serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même

Vitesse en alignement droit.

Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times 0.035}$$

b.5) Rayon minimal non déversé :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le divers est Négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette Disposition est le rayon min non déversé (RHnd).

Pour la catégorie 1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

$$RHnd = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f' + d_{max})}$$

Pour la catégorie 3-4-5 avec $f'=0.07$ caté 3
 $f' = 0.075$ catégorie 4-5

b.6) Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RH_m , on utilise autant que possible Des valeurs de rayon $\geq$ à RH_N .

- Les rayons compris entre RH_m et RH_d sont déversés avec un dévers Interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.

Si $RH_m < R < RH_N$:

$$d = d_{max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_m} \right) \times \frac{d_{max} - d_{RH_N}}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_N}}$$

Si $RH_N < R < RH_d$

$$d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d} \right) \times \frac{d_{min} - d_{RH_N}}{\frac{1}{RH_d} - \frac{1}{RH_N}}$$

Les rayons compris entre RH_d et $RHnd$ sont en dévers minimal d_{min} .

- Les rayons supérieurs à $RHnd$ peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

- Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

Remarque :

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

b.7) Sur largeur :

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une Bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre Gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, On donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m).

R : rayon de l'axe de la route.

c) Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE » :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R = \infty$ jusqu'à $R = \text{Constante}$) pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule.
- Le confort des passagers.
- La transition de la chaussée
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Pour assurer ce confort.

Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

c.1) expression de la clothoïde :

La courbe est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L (ou longueur

De la clothoïde). $\Rightarrow K = C. k = \frac{1}{R} \quad L.R = \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{R} = C.L$

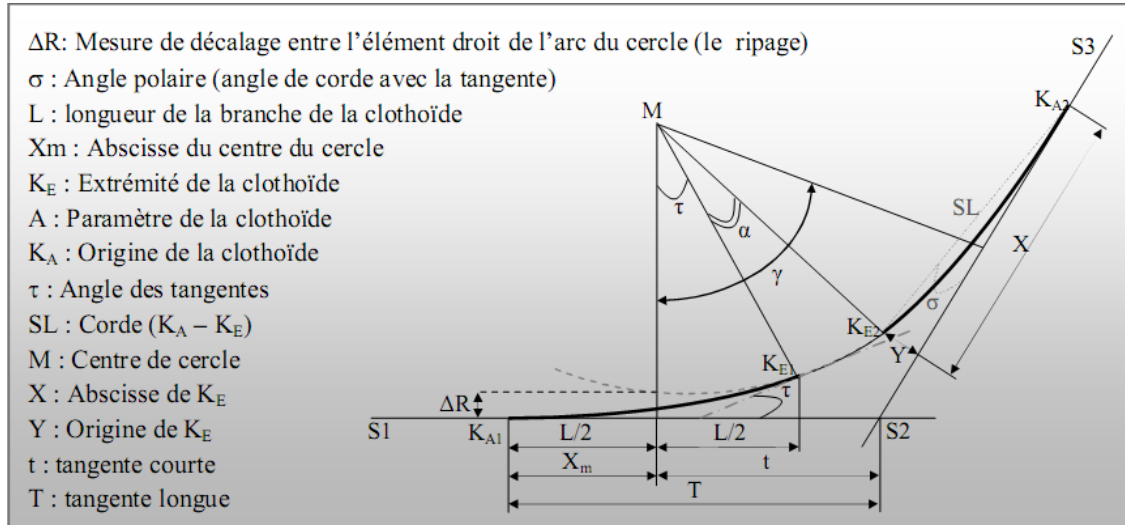
On pose : $\frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow$

$$A^2 = L.R$$

C'est-à-dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

c.2) les éléments de la clothoïde :

FIGURE 5 COURBE DE RACCORDEMENT CLOTHOÏDE



c.3) les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

➤ Condition optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rad}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

$$\text{Pour } R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1m \text{ (éventuellement 0.5) d'où } L = (24R \Delta R)^{1/2}$$

$$\text{Pour } 1500 < R < 5000 \text{ m } \tau = 3^\circ \text{ c'est -à- dire } L = R/9$$

$$\text{Pour } R < 5000 \Rightarrow \Delta R \text{ limité à } 2.5m \text{ soit } L = 7.75R^{1/2}$$

Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

La variation de l'accélération transversale est : $(\frac{V_B^2}{R} g \Delta d)$ ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2 V_B$ avec une gravitation $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ on opte :

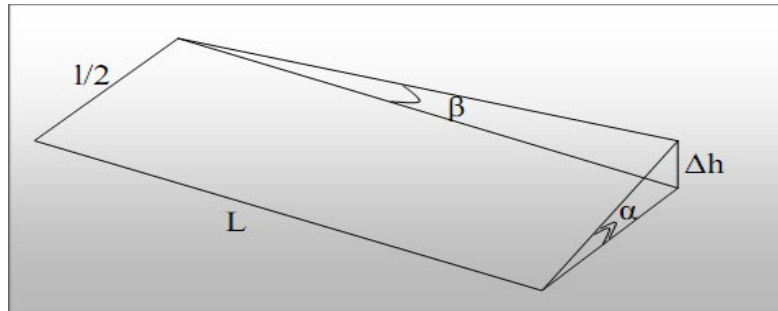
$$L \geq 1 + \frac{V_B^2}{18} \times \left(\frac{V_B^2}{127R} - \Delta d \right)$$

V_B : vitesse de base (Km/h)

R : rayon (m)

Δd : la variation de dévers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{initial}}$) en (%)

➤ **Condition de gauchissement :**



La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte $\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$

Nous avons :

$$L \geq l. \Delta d. V_B$$

l : largeur de la chaussée

4) COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

a) Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle

b) Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

c) Courbe en Ovale:

Un arc de Clothoïde raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

d) Courbe en C :

Une courbe constituée deux arcs de Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

5) LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE) :

La vitesse de référence (V_r) c'est le paramètre qui permet de déterminer es caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc...).

a) Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

b) Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales :

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace ;
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible ;
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normale

6) PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C1, dans un environnement E1, avec une vitesse de base $V_B = 100 \text{ Km/h}$.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes B40.

TABLEAU 7 PARAMETRES FONDAMENTAUX

Paramètres	symboles	valeurs	unités
Vitesse	V	100	km/h
Longueur minimale	$L_{\min}$	140	m
Longueur maximale	$L_{\max}$	1666	m
Devers minimal	$d_{\min}$	2.5	%
Devers maximal	$d_{\max}$	7	%
Temps de perception réaction	t_1	1.8	S
Frottement longitudinal	f_L	0.36	
Frottement transversal	f_t	0.11	
Distance de freinage	d_0	111	m
Distance d'arrêt	d_1	161	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	420	m
Distance de visibilité de dépassement normale	d_N	620	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	d_{Md}	300	m
RHm (7%)	RHm	450	m
RHN (5%)	RHN	650	m
RHd (2.5%)	RHd	1600	m
RHnd (-2.5%)	RHnd	2200	m

D'après tout ce qui précède les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

- ✓ Les rayons :

TABLEAU 8 PARAMETRES FONDAMENTAUX

Rayon (m)	Nombre	Devers associe (%)
1189.774	1	2.5
3011.201	1	2.5
1179.753	1	2.5
1020.207	1	2.5
1187.152	1	2.5

Les résultats de calcul sont joints en annexe

PROFIL EN LONG

1) DEFINITION :

Le profil en long est une coupe transversale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle (n'est pas une projection horizontale).

C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- ❖ L'altitude du terrain naturel
- ❖ L'altitude du projet
- ❖ La déclivité du projet. etc....

2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG :

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.

- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

3) COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG :

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :
- $R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

4) DECLIVITES :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

a) Déclivité minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure

à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

b) Déclivité maximum :

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($I_{\max} = 5\%$) dans le franchissement de la côtère.

Nota :

$V_r(\text{km/h})$	40	60	80	100	120	140
$I_{\max}$	8	7	6	5	4	4

Selon le B-40 on a :

Pour notre cas la vitesse $V_r = 100$ Km/h donc la pente maximale $I_{\max} = 5\%$.

5) RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

a) Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité.

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.
- Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « $g/40$ (cat 1-2) et $g/30$ (cat 3-4-5) », le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 / R_v < g / 40 \text{ avec } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ et } v = V/3.6.$$

D'où :

$$R_v \geq 0,3 V^2 \quad (\text{Cat 1-2})$$

$$R_v \geq 0,23 V^2 \quad (\text{Cat 3-4-5})$$

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km /h).

- Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

Il faut que lorsque deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})} \approx 0.27 D^2$$

d : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base $V_r=100\text{Km/h}$ et pour la catégorie 1 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	10000
Min- normal	R_{vn}	10000
Dépassement	R_{vd}	20000

b) Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Pour une vitesse $V_B = 100 \text{ Km/h}$ et catégorie 1 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Mini-absolu	R'_{vm}	3000
Mini-normal	R'_{vn}	4200

6) DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

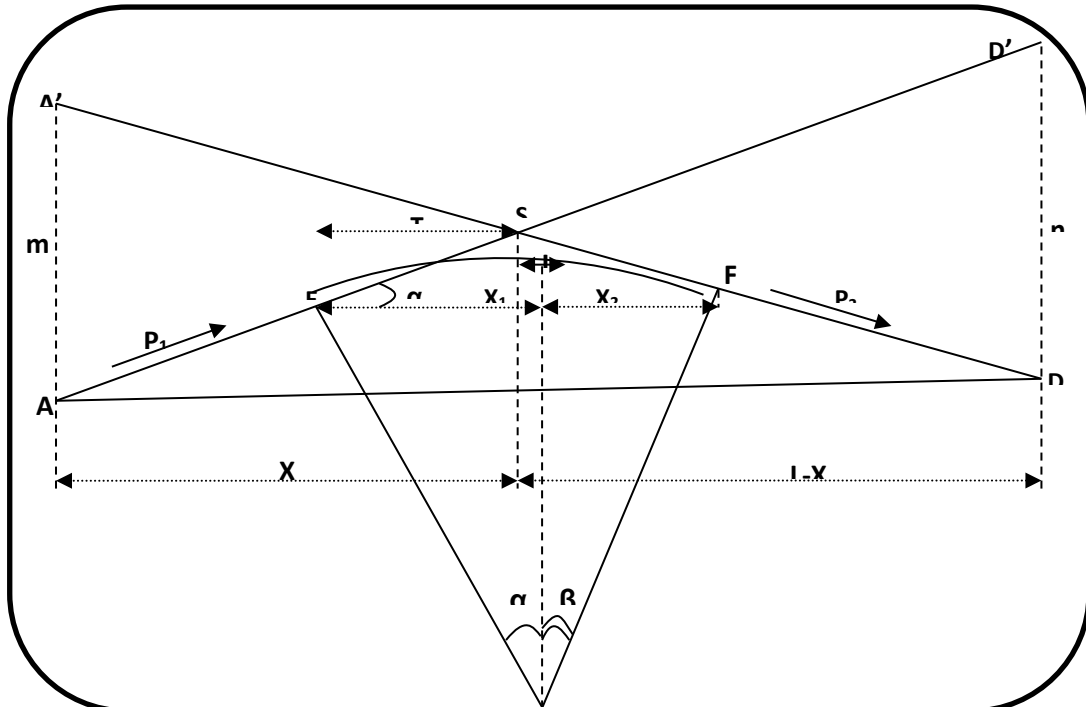
$$X^2 + Y^2 - 2 RY = 0.$$

$$\text{À l'équation de la parabole } X^2 - 2 RY = 0 \Rightarrow Y = \frac{x^2}{2R}$$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

FIGURE 6 LA COURBE DANS LE PROFIL EN LONG



a) Détermination De La Position Du Point De Rencontre (S) :

On a:

$$Z_D = Z_A + L \cdot P_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_A' = Z_D + L \cdot P_1 \quad , \quad n = Z_D' - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m+n}$$

$$S \left\{ \begin{array}{l} X_S = x + x_A \\ Z_S = P_1 \cdot x + z_A \end{array} \right.$$

b) Calcul De La Tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = X_S - T \\ Z_E = Z_S + T \cdot P_2 \end{array} \right. \quad F \left\{ \begin{array}{l} X_F = X_S + T \\ Z_F = Z_S + T \cdot P_2 \end{array} \right.$$

a) Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

b) Calcul de la flèche :

$$H = \frac{T^2}{2R}$$

c) **Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :**

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_x = \frac{X^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + X \cdot P_1 - \frac{X^2}{2R} \end{array} \right.$$

d) **Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :**

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$\begin{array}{l}
 \text{J} \left\{ \begin{array}{l}
 \boxed{X_J = X_E + R \cdot P_1} \\
 \boxed{Z_J = Z_E + X_1 \cdot P_1 - \frac{X_1^2}{2R}}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\text{Avec} \quad \begin{cases} X_1 = R \cdot P_1 \\ X_2 = R \cdot P_2 \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J vers A et D.

7) APPLICATION AU PROJET :

Pour notre projet les paramètres géométriques du tracé de la ligne rouge sont joints en annexes.

Les résultats de calcul sont joints en annexe

PROFIL EN TRAVERS

1) DEFINITION :

Le profil en travers est la coupe transversale de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe.

Il définit notamment la largeur et le dévers des chaussées et les zones non roulable de la route (terre-plein central, bandes dérasées).

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur la route, qui définit le nombre de voies.

2) LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :

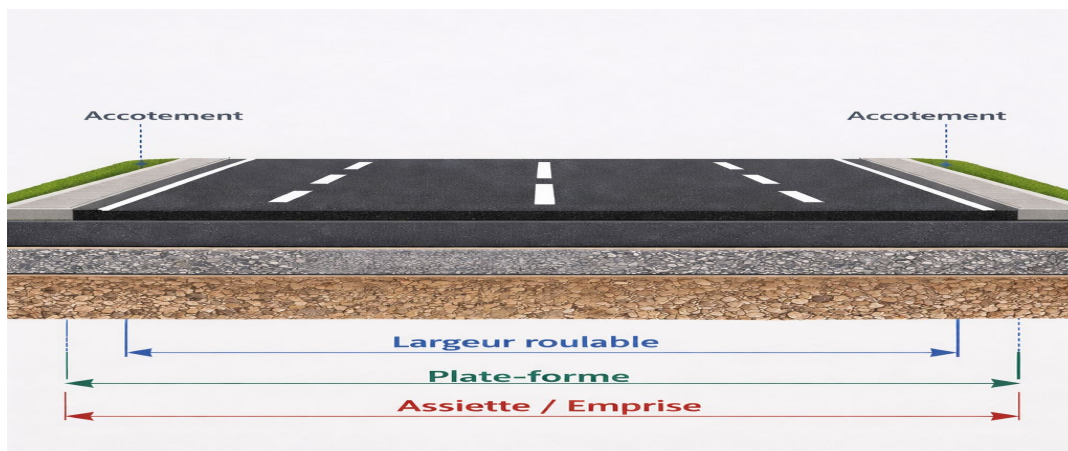


FIGURE 7 REPRESENTE LES ELEMENTS DE PROFILE EN TRAVERS

- ✓ **L'emprise** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- ✓ **L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- ✓ **Plate-forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- ✓ **Chaussée** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.
- ✓ **Accotements** : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée. L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.
- ✓ **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

✓ **Couche de surface ou de roulement** : La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.

Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seule couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs de matériaux différents.

Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autres couches sont appelées couches de liaison.

✓ **Couche de base** : La couche de base a pour objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent. Elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.

✓ **Couche de fondation** : La couche de fondation forme avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base. Mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité (le tuf).

✓ **Sous couche** : Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti- contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).

✓ **Couche de forme** : La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autres la circulation des engins de chantier.

✓ **Les trottoirs** : dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.

✓ **Banquettes** : lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au-dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.

✓ **Descentes de l'eau** : Elles permettent l'évacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

✓ **Classification du profil en travers** : Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

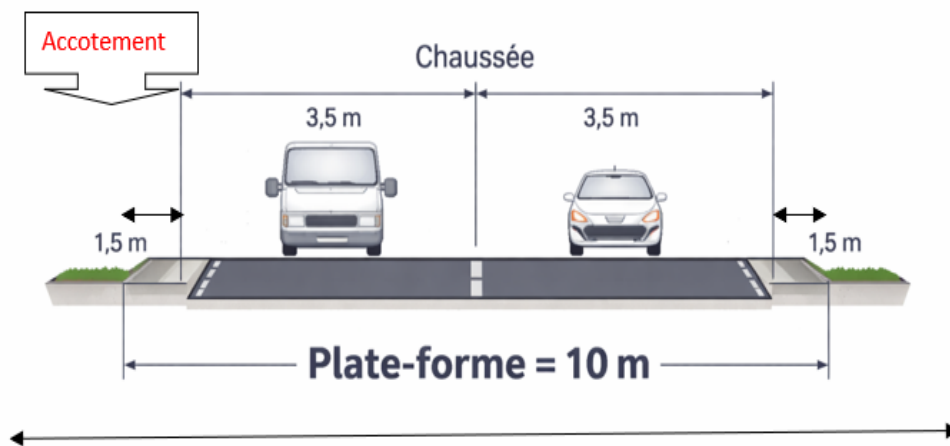
3) APPLICATION AU PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la RN **46B** sera composé

D'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- chaussée à deux voies : $(3.5 \times 2) = 2 \times 7.00\text{m}$
- Accotement : $2 \times 1.5\text{m}$
- Plateforme : 10



CHAPITRE IV
DIMENSIONNEMENT
DU CORPS DE
CHAUSSÉE

1) INTRODUCTION :

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent, le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisé, il devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas, Etc. Pour cela, il faudra non seulement assurer à la route de bonne caractéristique géométrique, mais aussi, de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

2) LA CHAUSSEE :**2.1) définition :**

La chaussée se présente comme une structure multicouche mise en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

2.2) les différents types de chaussée :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide

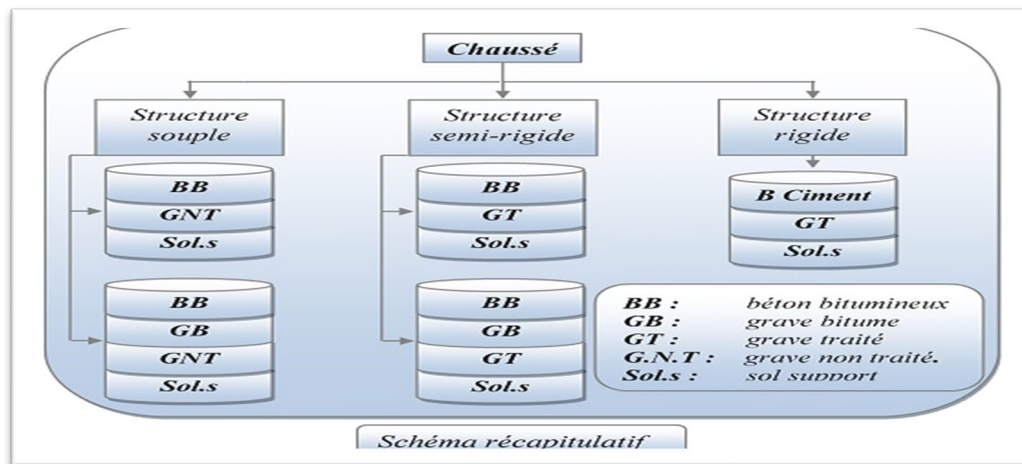


FIGURE 8 LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE

➤ Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

3) CONSTITUTION ET ROLE D'UNE CHAUSSEE :

Au sens structure une chaussée est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mise en œuvre de façons à permettre la reprise des charges extérieures. Une coupe de chaussée est représentée par la figure ci-dessous ;

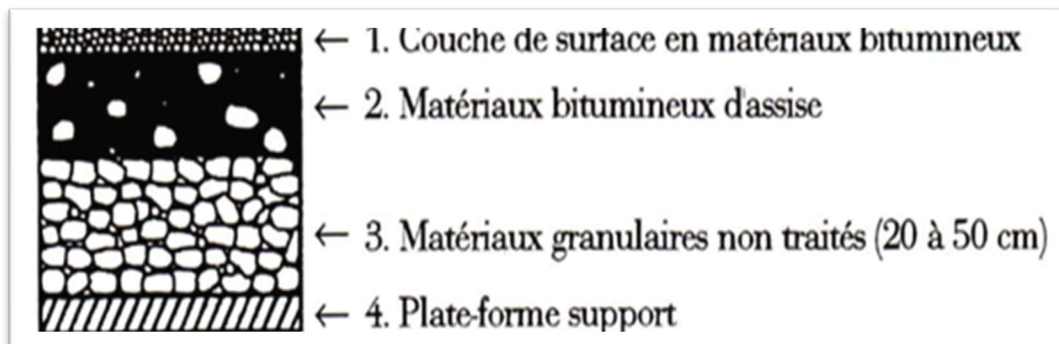


FIGURE 9 STRUCTURES TYPE D'UNE CHAUSSEE SOUPLE

➤ Couche de surface :

La couche de surface est constituée :

- de la **couche de roulement** qui est la couche supérieure de la chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat
- et le cas échéant d'une **couche de liaison**, ente les couches d'assise et la couche de roulement.

Le choix de la couche de surface doit résulter de la prise en considération de plusieurs objectifs qu'on peut ronger en trois groupes :

- La sécurité et le confort des usagers, en relation avec les caractéristiques de surface.
- Le maintien de l'intégrité de la structure, par la protection des couches d'assise
Vis-à-vis des infiltrations des eaux pluviales.
- L'impact sur l'environnement, avec notamment la recherche d'une réduction des bruits de roulement.

➤ **Les couches d'assise :**

L'assise de chaussée est généralement composée de deux couches, la couche de fondation, surmonté de la couche de base.

Ces couches en matériaux élaborés, le plus souvent liés (bitume, liants hydrauliques), pour les forts trafics, apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles répartissent les pressions sur le support, afin de maintenir les déformations à ce niveau dans les limites admissibles.

➤ **Couche de forme :**

Cette couche qui ne fait pas partie intégrante de la chaussée, a plusieurs fonctions :

- Pendant les travaux, elle protège le sol support, contribue au nivellement et permet la circulation des engins de chantier ;
- Elle permet de rendre plus homogènes les caractéristiques du sol terrassé et de protéger ce dernier du gel.

4) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES :

Ces structures comportent une ouverture bitumineuse mince (moins de 15cm), parfois réduite à un simple enduit superficiel, repose sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires traités ou non traités.

Leur fonctionnement est schématisé comme suite :

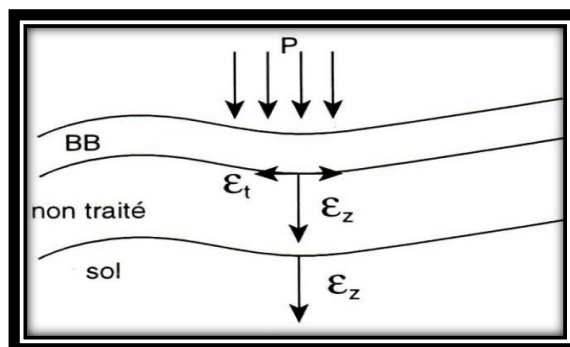


FIGURE 10 SCHEMAS DE FONCTIONNEMENT D'UNE STRUCTURE DE CHAUSSEE

Les efforts verticaux dus au trafic sont transmis au support avec une faible diffusion, les contraintes verticales élevées engendrées par leur répartition des déformations plastiques qui se répercutent en déformations permanentes à la surface de la chaussée.

5) PARAMETRES PRIS EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT :

Les critères pris en compte pour dimensionner une chaussée sont :

- Le trafic
- La durée de vie.
- La qualité de la plateforme support de chaussée.
- Les caractéristiques des matériaux de chaussées.
- la qualité de réalisation.
- Les conditions climatiques.
- **Trafic :**

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieurs 3.5 tonnes). Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

$$C = [(1 + \tau)^P - 1] / \tau.$$

\tau : Taux de croissance du trafic.

P : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

- **Conditions climatiques.**

Les conditions climatiques sont de la donnée utilisée dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent :

- La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné,

- Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

- **La portance du sol Support :**

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constituée du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir :

- ✓ De la nature et de l'état du sol.
- ✓ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme

- **Matériaux :**

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

6) LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Pour la détermination de l'épaisseur du corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. la méthode utilisée par les bureaux d'études qui sont empirique est basée sur la détermination de l'indice portance de sol.

- ❖ Appréciation de trafic composite
- ❖ Utilisation des abaques ou des formules pour déterminer l'épaisseur de la chaussée.

On distingue deux méthodes approchées :

A. Les méthodes empirique et semi empirique, ces méthodes s'appuient sur deux paramètres :

- ❖ Le trafic : charge par voie, pression de gonflage et répétition des charges
- ❖ La force portante : obtenue par les différents essais géotechniques.

B. Les méthodes appartenant à la famille sont essentiellement :

- ❖ Méthode A.A.S.H.O
- ❖ Méthode L.C.P.C
- ❖ Méthode de L'ASPHALTE IN -SITUE
- ❖ Méthode C.B.R
- ❖ Méthode du CATALOGUE (CTTP)

- **MÉTHODE A.A.S.H.O:**

Cette méthode est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales. Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui précisent les différents facteurs :

- ❖ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ❖ L'équivalence entre les différentes couches de matériaux
- ❖ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.

• **METHODE L.C.P.C(LABORATOIRE DES PONTS ET CHAUSSEES) :**

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression.

- T_{eq} = trafic équivalent par essieu de 13t.
- $TJMA$ = trafic à la mise en service de la route.
- a = coefficient qui dépend du nombre de voies.
- Z = taux d'accroissement annule.
- n = durée de vie de la route.
- p = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalent e^* (en fonction de T_{eq} , ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

• **Méthode asphalte in situ :**

Elle se base sur les résultats obtenus des essais A.A.S.H.O, elle prend en considération le trafic composite par échelle de facteurs d'équivalence et utilise un indice de structure qui est déterminé à partir de l'abaque de l'asphalte in situ.

• **Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):**

C'est une méthode **empirique** qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après:

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

Avec :

e : épaisseur équivalente.

I : indice CBR (sol support).

N : désigne le nombre journalier de poids lourd par sens.

P : charge par roue $P = 6.5$ t (essieu 13 t).

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Où :

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

- Coefficient d'équivalence :

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

TABLEAU 9 COEFFICIENT D'EQUIVALENCE

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Tuf	0.75

• Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se présente sous Forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà précalculées.

L'utilisation du catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

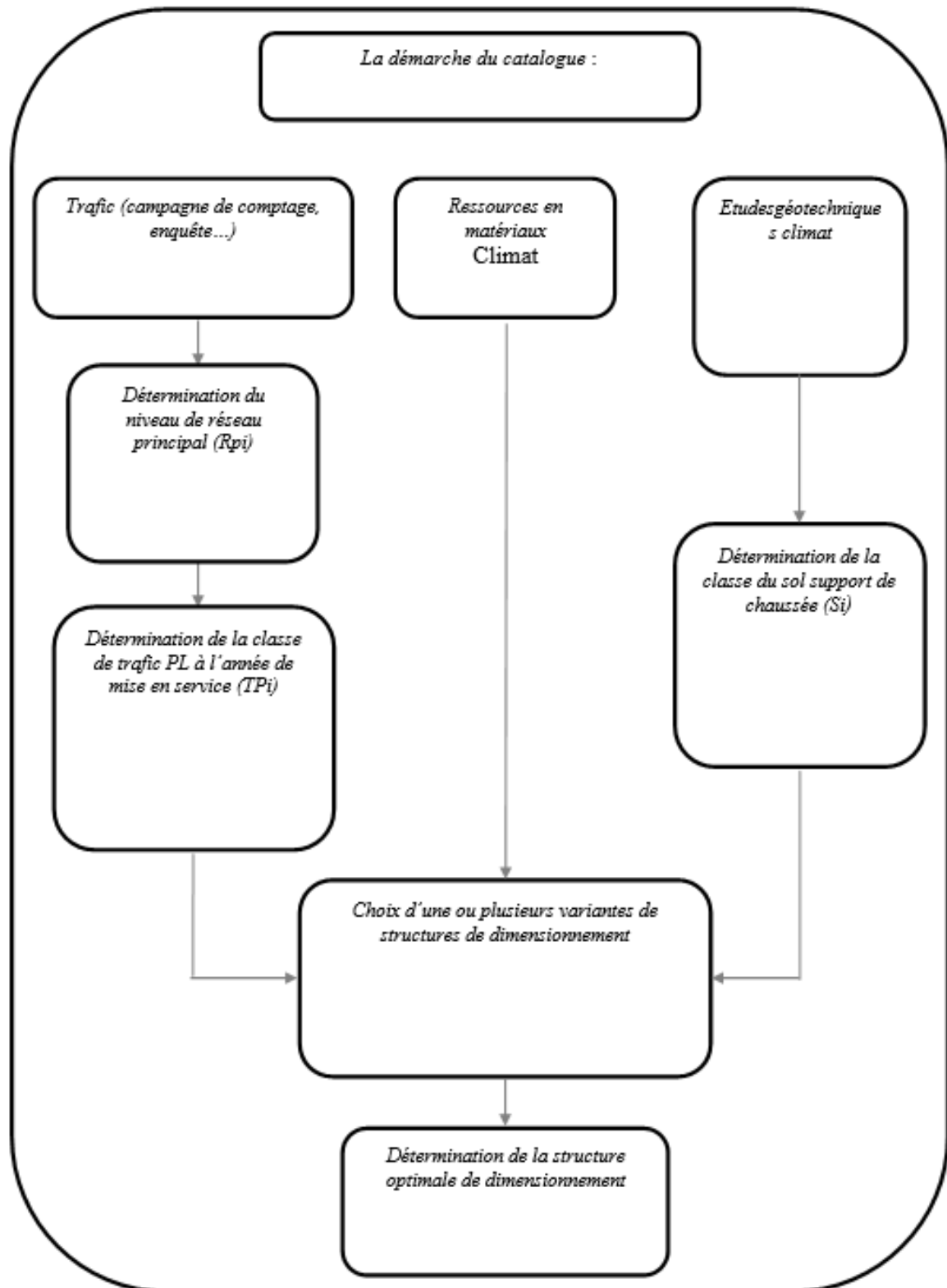


FIGURE 11 METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES

7) APPLICATION AU PROJET :

- **Choix de la méthode de dimensionnement :**

On note qu'il n'existe pas actuellement une méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées, et leurs différentes couches c'est pour quoi lors d'un choix de la méthode à appliquer, il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

- ✓ De la disposition constructive adaptée à la chaussée
- ✓ De la qualité des matériaux mise en place.
- ✓ Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux.

On va faire un prédimensionnement de différentes couches avec les méthodes empiriques telles que la méthode CBR. Après ca, on vérifiera si la structure choisie sera apte à supporter le trafic qu'on a, et en basant sur les théories de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

a) Méthode c.b.r :**❖ Données de l'étude :**

- Mise en service : 2026
- $TJMA_{2024}=8000 \text{ v/j}$
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 20 \%$
- $I_{CBR}=5$
- Le trafic en poids lourd à l'année de mise en service :

$$TPL_{2024}=1600PL/J/\text{sens la voie le plus chargé}$$

- Le trafic en poids lourd afin de durée de vie :

$$TPL_{2046}=3792PL/J/\text{sens la voie le plus chargé}$$

❖ Détermination de N_{PL2046} :

$$TJMA_{2046} = TJMA_{2026}(1 + \tau)^{20}$$

$$= 18960 \text{ v/j}$$

$$N_{PL2046} = TJMA_{2046} \times 0.5 \times \%PL$$

$$= 1896 \text{ PL/j/sens la voie le plus chargé}$$

$$\text{Donc : } N(PL) = 1896 \text{ PL/j/sens.}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5}(75 + 50 \log \frac{1896}{10})}{5 + 5} = 58.15 \text{ cm}$$

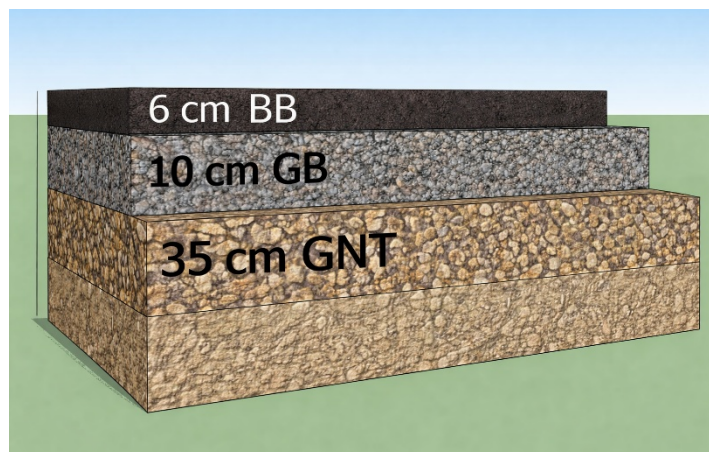
$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

On suppose :

Nom du couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur du couche
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,5	10
Fondation	GNT	1	?

$$e = 2 \times 6 + 10 \times 1.5 + c_3 \times e_3 \quad 1 \times e_3 = 58.15 - (2 \times 6 + 1.5 \times 10)$$

$$e_3 = 31.15 \text{ cm}$$



b) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

$TJMA_{2026} = 8653 \text{ (V/j)}$.

$8653 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)} \longrightarrow$ le réseau principal est **RP1**.

Notre axe a un $TJMA > 1500 \text{ v/j}$ ce qui implique que le réseau principal est **RP1**

On a choisi des matériaux traités au bitume en couche de base (MTB).

➤ Classe du trafic :

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

- $TJMA_{2026} = 8653 \text{ v/j}$.
- $\tau = 4 \%$.
- $Z = 20\%$.
- $TPL = TJMA_{2026} \times Z \times (\text{répartition transversal } 0.9) \times 0.5 = 688 \text{ PL/j}$
- Classe TPL_i pour RP1 :

TABLEAU 10 CLASSE DU TRAFIC

TPL _i	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL ₆	TPL ₇
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

$TPL = 866 \text{ PL/j/sens}$. $\implies$ La classe de trafic est **TPL₅**.

❖ Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

- Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S₄ à S₀. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

TABLEAU 11 DETERMINATION DE LA PORTANCE DE SOL-SUPPORT DE CHAUSSEE

Portance (S _i)	CBR
S ₄	<5
S₃	5-10
S ₂	10-25
S ₁	25-40
S ₀	>40

❖ Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

S₃, S₂, S₁, S₀. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E \text{ (MPa)} = 5.CBR$$

Classes de sol-support	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 5 = 25 \text{ (MPa)} \quad \Rightarrow \quad S_3$$

D'après le rapport géotechnique, notre sol est de faible portance. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 70 cm, pour améliorer la portance de sol support.

❖ Détermination de la zone climatique :

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique IV

(<100 mm/an).

❖ Choix le corps de la chaussée :

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.

❖ Choix de dimensionnement :

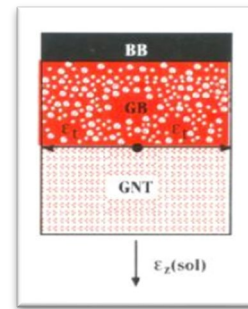
Notre projet a un TJMA > 1500 v/j ce qui implique que le réseau principal est RP1, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S1) et une classe de trafic (TPL₅).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) on a proposé la structure suivante :

-couche de roulement :BB=6cm.

-couche de base : GB =10 cm.

-couche de fondation : GNT=35cm.



Avec I_{CBR} immédiat :

Compte tenu que nous sommes dans une région où la pluviométrie est faible , il est tout à fait juste et rationnel d'utiliser l'indice **CBR** imbibé à 24h(selon la norme algérienne), devant l'indisponibilité de cet élément, nous nous proposons d'utiliser l'indice CBR immédiat ($I_{CBR}= 32$).

C'est-à-dire, utilisation d'une portance de sol support de classe (S_1), qui nous donne d'après la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves une structure différente.

8) RESUME :

Compte tenu de ce qui précède, nous avons tenté de trouver une méthode médiane qui vérifie aussi bien la méthode CBR tels que utilisé à ce jour dans la région , et la méthode du catalogue de dimensionnement du corps de chaussée cependant avec utilisation de l'indice $CBR_{immédait}$ au lieu du $CBR_{immbibé}$.

Pour obtenir une corps de chaussée avec des épaisseurs minimales requis pour une meilleur mise en œuvre.

* APPLICATION AU PROJET :

Pour le dimensionnement du corps de chaussée nous utiliserons deux méthodes qui sont : La méthode C.B. R et la méthode C.T.T.P Les données du projet :

- ✓ TJMA2026=8653 v/j
- ✓ Mise en service : **2026**
- ✓ Durée de vie : **20ans**
- ✓ Taux d'accroissement : $\tau=4\%$
- ✓ Pourcentage de poids lourds : $Z=20\%$

✓ CBR=5

8.1. Méthode CBR :

Le calcul :

L'année de mise en service (2026)

$$TJMA\ 2026 = 8000 (1 + 0.04)^2 = 8653 \text{ v/j}$$

LE TRAFIC A LA FIN DE DUREE DE VIE :

$$TJMA2040 = 8653 (1 + 0.04)^{20} = 18960 \text{ v/j}$$

Le trafic en poids lourds à la fin de durée de vie :

$$NPL2046 = TJMA\ 2026 \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20} = 1896 PL/j$$

Sur la vois plus chargé

L'EPAISSEUR EQUIVALENTE :

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (ICBR + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log_{10} (3792/10))] / (5 + 5) = 58.15$$

$$\text{Avec : } E_{\text{éq}} = a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3$$

✓ e_1 : Épaisseur réelle de la couche de roulement.

✓ e_2 : Épaisseur réelle de la couche de base.

CALCULE L'EPAISSEUR E_3 :

$$e_1 = 6 \text{ cm En béton bitumineux (BB)} \Rightarrow a_1 = 2$$

$$e_2 = 10 \text{ cm grave bitume (GB)} \Rightarrow a_2 = 1,5$$

$$e_3 = \text{Épaisseur en grave non traité (GNT)} \Rightarrow a_3 = 1$$

$$E_{\text{éq}} = 6 * 2 + 10 * 1,5 + 1 * e_3 = 58.15 \text{ cm}$$

$$e_3 = 31.15 \text{ cm}$$

$$\text{Donc : } E_{\text{éq}} = 62 \text{ cm } e_3 = 35 \text{ cm}$$

Donc la structure proposée

Donc : $E=12+15+35$

$E_{eq} = 62cm$ et $e_{reel} = 6 + 10 + 35$

Résultat de dimensionnement par la méthode CBR :

CBR	6BB+10GB+35GNT
-----	----------------

8.2. La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Les données de bases pour le dimensionnement de chaussée sont :

- ✓ Le trafic.
- ✓ La durée de vie.
- ✓ Les données climatiques.
- ✓ Le sol support de chaussée.
- ✓ Le risque de calcul considéré.
- ✓ Les caractéristiques des matériaux.

8.2.1. Détermination du type de réseau :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

TABLEAU 12 CLASSIFICATION DES RESEAUX PRINCIPAUX

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

On a :

TJMA 2026 = 8653 v/j >1500 v /j

Donc le réseau principal est de niveau 1 (**RP1**).

8.2.2. Classe du trafic :

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

$$TJMA\ 2026 = 8653\ v/j$$

$$\checkmark\ \tau = 4\%$$

$$\checkmark\ Z = 20\%$$

$$\checkmark\ TPL = TJMA2026 \times Z\ \% \times 0.5\ \text{(répartition transversale 0.5)}$$

$$\checkmark\ TPL = 8653 \times 0.14 \times 0.5 = \mathbf{866\ PL/J}$$

CLASSE TPLI POUR RP1 :

TABLEAU 13 CLASSE TPLI POUR RP1

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

$TPL = 866\ PL/J \longrightarrow$ La classe de trafic est **TPL5**

8.2.3. Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

Présentation des classes de portance des sols : Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S3. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

TABLEAU 14 PRESENTATION DES CLASSES DE PORTANCE DES SOLS

Portance (Si)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement : Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir : S3, S2, S1, S0. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante : $E = 5 \cdot CBR$.

TABLEAU 15 CLASSES DE PORTANCE A LONG TERME DU SOL SUPPORT

Classes de sol support	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$E\ (MPa) = 5 \times 5 = 25\ (MPa) \longrightarrow$ Classes **S3**

8.2.4. Amélioration de la portance du sol support :

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF. Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU 16 SUR CLASSEMENT AVEC COUCHE DE FORME EN MATERIAU NON TRAITE

Portance de sol	Matériau de CF	Épaisseur de CF	Portance visée
<S4	Non traité	50cm (2couches)	S3
S4	Non traité	35cm	S3
S4	Non traité	60cm (2couches)	S2
S3	Non traité	40cm (2couches)	S2
S3	Non traité	70cm (2couches)	S1

D'après le rapport géotechnique, notre sol bon portance. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 70cm (en deux couches de 35et 35cm), pour améliorer la portance de sol support.

8.2.5. Choix des différentes couches constituant les de la chaussée :

✓ Proposition de la structure :

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux : **BB**.
- ✓ Couche de base en grave bitume : **GB**.
- ✓ Couche de fondation en grave non traité : **GNT**.

8.2.6. Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (**RP1**), la zone climatique **IV**, durée de vie de **20** ans, taux d'accroissement moyen (**4%**), la portance du sol (**S3**) et une classe de trafic (**TPL5**). Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (**fascicule N°3**) avec une couche de Tuf de 70 cm et propose la structure suivante :

Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves

4 RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1) GB/SG1				
FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/SABLE GYPSEUX 1				
Type : MTB Zone climatique : IV Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%				
TPLI PL/j/sens	S1 50 MPa	S2 125 MPa	S1 200 MPa	S0
6000 TPL7				
3000 3000 TPL6				
1500 1500 TPL5		6 BB 14 GB 30 SG	6 BB 12 GB 20 SG	
600 600 TPL4		6 BB 14 GB 20 SG	6 BB 10 GB 15 SG	
300 300 TPL3		6 BB 11 GB 20 SG	6 BB 10 GB 10 SG	
150				

Si : Classe de sol support, TPLI : Classe de trafic PL/jour/sens
BB : Béton bitumineux, GB : Grave bitume (0/20), SG : Sable gypseux de classe 1 (SG1)
Epaisseurs de mise en œuvre : GB (min = 10, max = 15), SG : (min = 10, max = 25)
Toutes les épaisseurs sont données en cm

FIGURE 12 LES CHOIX DE DIMENSIONNEMENT PAR LA METHODE DU CATALOGUE

- ✓ Couche de roulement : BB = 6.
- ✓ Couche de base : GB=14.
- ✓ Couche de fondation : SG=30
- ✓ Couche de fondation : Tuf = 70.

9. RECAPITULATIF DE DEUX METHODES :

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que : **la méthode C.B.R**, donné un corps de chaussée avec une épaisseur de structure : 6BB+14GB+30SG **la méthode du catalogue**, donné un corps de chaussée avec une épaisseur de structure :

6BB+14GB+30SG+70TUF

TABLEAU 17 COMPARAISON ENTRE LES DEUX METHODES

C.B. R	Catalogue. A
6BB+10GB+35GNT	6BB+14 GB+30SG+70Tuf

On choisit bien qu'un corps de chaussée avec une épaisseur de structure : 6BB+14GB+30SG

CHAPITRE V
ETUDE
GEOTECHNIQUE

1) INTRODUCTION :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé son axe.

Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support. L'étude géotechnique doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

• Points d'eau

Le problème d'eau ne se pose pas pour les besoins des travaux routiers du fait le projet se situe sur le territoire de commune LOUTAYA, d'une part, et il traverse des zones agricoles d'autre part.

2) LES ESSAIS DE LA RECONNAISSANCE :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

- ✓ Analyse granulométrique
- ✓ Equivalent de sable
- ✓ Limites d'Atterberg
- ✓ Essai PROCTOR
- ✓ Essai CBR
- ✓ Essai Los Angeles

Essai Micro Deval

L'indice CBR, issu de l'essai C.B.R permettra de calculer l'épaisseur de la chaussée par la méthode dite C.B.R.

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR. La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

3) LES ESSAIS D'IDENTIFICATIONS :

3.1) Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2mm, soit au passant de 80 μ m) qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (pauvres en fines). C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.

3.2) Equivalent de sable :

C'est un essai qui permet de mesurer la propreté d'un sable. C'est-à-dire, déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

3.4) Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (WP) et limite de liquidité (WL), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

WP sépare l'état solide de l'état plastique et WL sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ($IP = WL - WP$), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

3.5) Essai PROCTOR :

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « OPTIMUM PROCTOR ».

3.6) Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules au teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

Il ne concerne que les sols cohérents.

3.7) Essai Los Angeles :

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ». Plus le L.A est élevé, moins le granulat est dur.

3.8) Essai Micro Deval :

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau, on parlera du micro-Deval humide.

4) CONDITIONS D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels. Les matériaux de remblais seront exempts de :

- ✓ Pierre de dimension > 80mm.
- ✓ Matériaux plastique IP > 20% ou organique.
- ✓ Matériaux gélifs.
- ✓ On évite les sols à fort teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

5) LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- ✓ L'étude des archives et documents existants.
- ✓ Les visites de site.
- ✓ Les essais « in –situ ».
- ✓ Les essais au laboratoire.

6) INTERPRETATION DES RESULTATS D'ESSAIS :

Les échantillons prélevés ont été soumis aux essais de laboratoire, dans le but de déterminer et d'apprécier leurs caractéristiques géotechniques.

7) ETUDE DES MATERIAUX UTILISES D'EMPRUNT POUR LES REMBLAIS

Pour les terrassements et plus particulièrement les remblais, les matériaux qui seront éventuellement employés :

- Le sable des dunes, il doit être propre et avoir au moins un équivalent de sable supérieur ou égal à 60%.
- Ou des matériaux locaux sélectionnés (Sable gypseux) avec un indice de plasticité non mesurable, les remblais seront réalisés sous forme de couche par couche de 20 cm arrosée et malaxée et compactée au moins à 95% d'OPM.

8) ETUDE DES MATERIAUX UTILISES D'EMPRUNT POUR LE CORPS DE CHAUSSEE

Dans notre recherche des emprunts matériaux susceptibles d'être utilisés en corps de chaussée (couche de forme), les études géotechniques se sont limitées aux carrières et aux gîtes à matériaux qui se trouvaient dans le voisinage du projet à savoir : Selon le programme d'investigation géotechnique établi par la société S.E.T.S

Deux (02) gites d'emprunts ont été localisés et prélevés au laboratoire afin d'entamer les essais.

9) CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES :

Les prélèvements pris de la carrière, ont été subis à des essais et analyse au laboratoire afin de déterminer ses caractéristiques géotechniques.

a. Granulométrie

Les résultats de l'analyse granulométrique des gites d'emprunt présentent un « D max » inférieur à 50 pour le gite 01 et supérieur à 50 pour le gite 02.

Les passants au 80 μ sont compris entre 4% et 14%.

b. Identification

Les essais des limites d'Atterberg effectués sur le sable gypseux avaient montré que son indice de plasticité I_p est non mesurable.

c. Analyse chimique

Les essais chimiques dont soumis le matériau, ont pour but de déterminer des taux des sulfates (gypse) sous forme de $\text{CASO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ et des carbonates présentés sous forme de CaCO_3 .

Les pourcentages obtenus à la fin de ces essais, variaient entre 37% à 41% c'est-à-dire : $37\% < \text{CASO}_4, 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 < 41\%$.

d. Essais PROCTOR

Les essais PROCTOR faits sur le matériau, ont donné des densités maximales sèches à l'OPM variaient 2.13 T/M3 et 1.79 T/M3 pour des teneurs en eau optimales variaient entre 4% à 12%.

e. Résistance à la compression simple

Les essais de la compression simple sur des éprouvettes de sable gypseux (fraction inférieure à 5 mm) compactées à l'OPM à 98%, avait donné des résistances à la compression simple variaient entre 17 bars à 20 bars.

10) RECHERCHE DES SITES DE CONCASSAGE (CARRIERES) CARRIERES DE BISKRA :

Comme déjà cité auparavant, que la région d'El-Oued est dépourvue de la roche, notre recherche des sites de concassage pour les matériaux à employer en couche de base et roulement, avait concerné les agrégats de la région de la wilaya de BISKRA, vu la bonne qualité qu'ils présentaient.

La région de BISKRA se trouve à 20Kms de mi- projet (Distance de transport des agrégats).

Les résultats obtenus à l'issu des essais sur des échantillons pris des différentes carrières de BISKRA, étaient :

- Coefficient de Los Angeles variait de 20% à 24%.
- Coefficient de Micro Deval en présence d'eau variait de 14% à 20%.
- Coefficient d'aplatissement variait de 10% à 20%.
- En général, les courbes granulométriques s'inséraient dans leurs fuseaux des spécifications.

11) PROSPECTION DU SOL SUPPORT

Notre projet traversait dans une grande partie un terrain qui caractérisé par un sol varié, à savoir :

Une zone basse (Zone inondable chotteuse ou Sabkha) constituée du sable à Limons Argile gypseuse de couleur jaune-verdâtre Marnes gypseuses de couleur verdâtre avec ses graves gypseuses ou gypso-argileuses relativement saturé Les essais CBR effectués sur des différents échantillons prélevés du sol support, avaient abouti à un indice de portance de 5.

- **Mesure préventive**

Vu que la ligne rouge (cote projet) de la RN 46B actuelle, les sections situées dans la zone Sebkhah dont la différence de niveau (Cote de la ligne rouge – cote sebkha), une couche anti- contaminant en sable des dunes est à prévoir pour ces sections.

On propose le géo-synthétique

12) CONCLUSION

Notre projet traverse une zone connue de part ces bonnes caractéristiques physicomécaniques du point de vue géologique et hydrologique aucun incident notable n'est à signaler. Notre assiette du projet suit le niveau du terrain naturel qui est en majorité plat, les matériaux pour remblai et couche de forme seront issues des carrières, abondantes dans la région et limitrophes au projet, constituées par du sable gypseux.

La classification du sol support dans le calcul de dimensionnement du corps de chaussée est de classe de portance S1 pour un indice C.B.R imbibé moy =5 et de classe de portance S3 dans une région climatique de zone IV.

CHAPITRE VI
CALCUL DE
CUBATURE

1) INTRODUCTION :

La réalisation d'un ouvrage nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté ; pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai ; soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge : déblai. Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

Ce calcul s'appelle (les cubatures des terrassements).

Deux types de notions distinctes seront donc utiles pour satisfaire à ces impératifs :

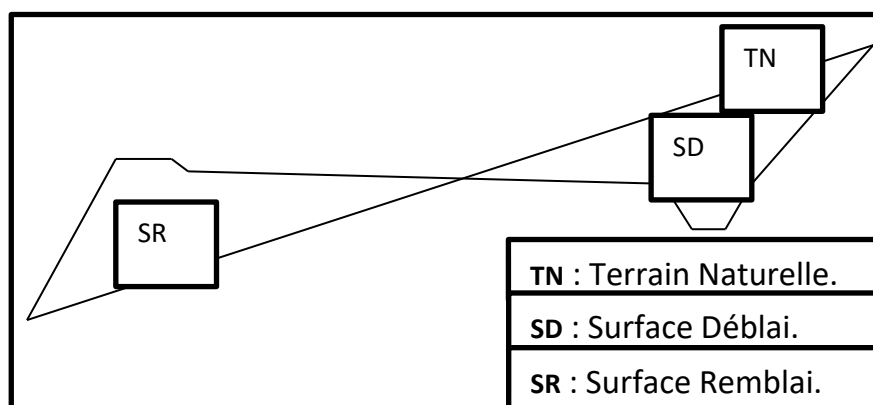
- **La notion du calcul de cubatures**
- **La notion des mouvements des terres**

2) CUBATURE DES TERRES :

Avant de calculer le volume des terres compris dans une butte en déblai, ou dans un remblai, il faut déterminer au préalable les surfaces des différents profils en travers.

Deux types de profil en travers peuvent se rencontrer :

- **Profils homogènes** : ce sont des profils complètement en remblais ou complètement en déblai.
- **Profils mixtes** : ce sont des profils partiellement en remblais et complètement en déblai.



3) METHODE de calcul des cubatures :

Le calcul des cubatures est généralement difficile et compliqué mais il existe plusieurs méthodes qui le simplifie ;

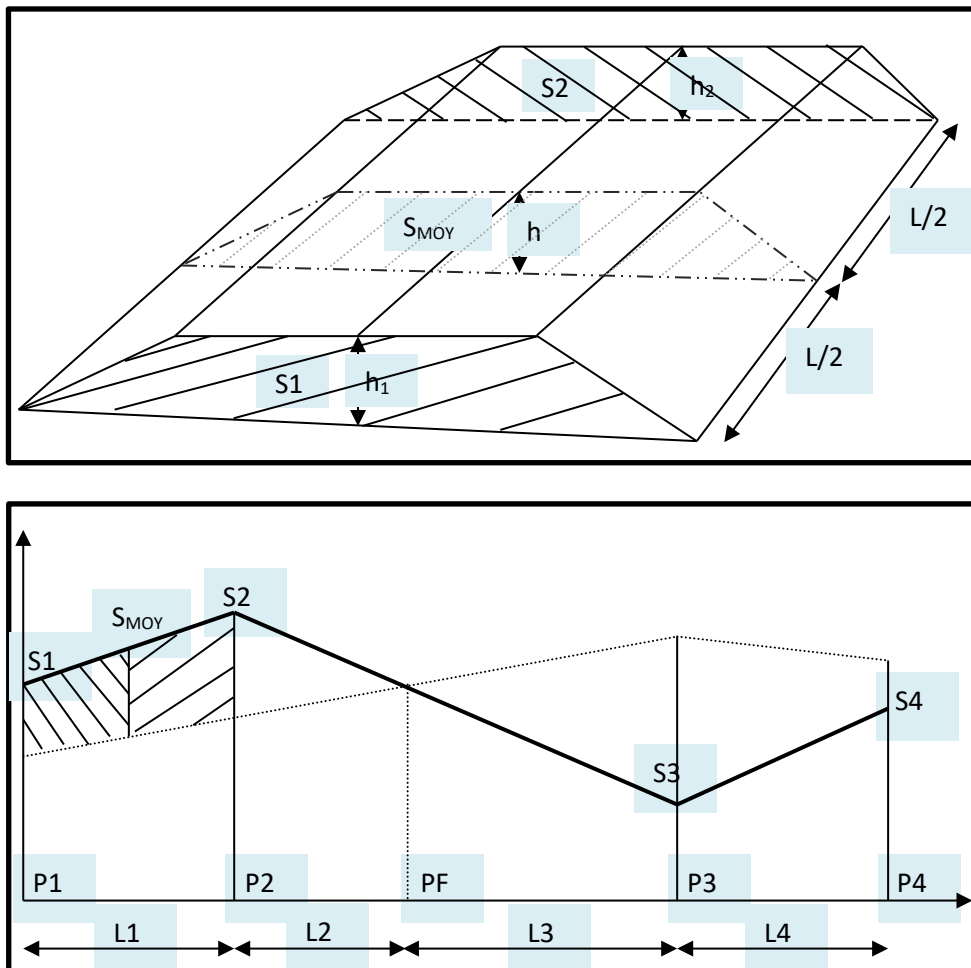
La méthode SARRAUS est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs

Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

• **Formule de Mr SARRAUS :**

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

$$V = \frac{L}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$$



- ✓ PF : profil fictive, surface nulle
- ✓ Si : surface de profil en travers Pi
- ✓ Li : distance entre ces deux profils
- ✓ S_{MOY} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MOY} et $\frac{(S_1+S_2)}{2}$.

Ceci donne :

$$V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre P1 et P2}$$

$$V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad \text{Entre P2 et PF}$$

$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad \text{Entre PF et P3}$$

$$V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad \text{Entre P3 et P4}$$

En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1 + L_2}{2} S_2 + \frac{L_2 + L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3 + L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

4) MOUVEMENTS DES TERRES :

4.1) Définition :

L'opération qui consiste à transporter les terres de déblai ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite - mouvement des terres -

Deux facteurs interviennent à cette opération :

- Les cubes de terre à transporter
- Distance de transport

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport, en ramenant les terres des emprunts les plus proches.

4.2) Moment de transport :

Ce le produit du volume transporté par la distance de transport :

$$M = V \times d$$

Avec : v : Volume transporté.

d : distance de transport.

Le but de l'étude de mouvement des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n V \times d}{\sum_{i=1}^n Vi}$$

Avec D : distance moyenne de transport.

4.3) Le foisonnement d'un sol :

L'une des propriétés des sols est le changement de volume qui est une fonction directement liée à la densité du matériau sol. Dès les premiers instants de la manipulation des sols ces derniers augmentent de volume c'est ce que l'on appelle foisonnement des sols.

Lors du foisonnement les sols passe par une décompression du matériau qui est pénétré par du vide entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux ou gravillons présent dans le sol, souvent la teneur en eau joue un rôle assez important.

Lorsque les sols après leurs remaniements sont remis en place ils occupent un volume beaucoup plus grand que celui qu'ils avaient précédemment. Cette augmentation de volume est appréciée par le coefficient de foisonnement Cf :

$$Cf = \frac{V_f}{Vi}$$

V_f volume après remaniement et Vi le volume avant remaniement. Cf dépend de la nature des sols.

5) Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Covadis 13 ».

Voir L'Annexe

CHAPITRE VII
TRAITEMENT DE
SECTION SABKHA

1) INTRODUCTION :

Les géo synthétiques ont connu un essor considérable et leur développement ne cesse de s'accroître par la mise au point de nouveaux polymères et de nouveaux produits pour répondre à des problématiques bien spécifiques et ce dans les domaines de la géotechnique, du génie civil et de la protection de l'environnement. Nous nous proposons de montrer, les procédés d'amélioration des sols (renforcement et/ou drainage) et de la protection de l'environnement à l'aide des géo synthétiques où, dans certains cas, les techniques conventionnelles ne peuvent pas être appliquées. Pour chaque chantier, il sera mis en évidence, l'apport du procédé dans la préservation de la ressource naturelle et la protection de l'environnement.

2) QU'EST CE QU'UN GEOSYNTHETIQUE :

Une géo synthétique est le terme générique désignant un produit dont au moins l'un des constituants est à base de polymère synthétique ou naturel, se présentant sous forme de nappe, de bande, ou de structure tridimensionnelle, utilisé en contact avec le sol ou avec d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique ou du génie civil.

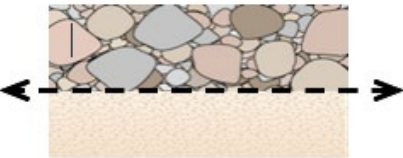
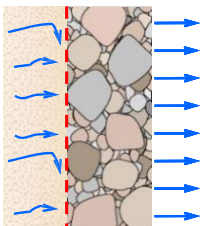
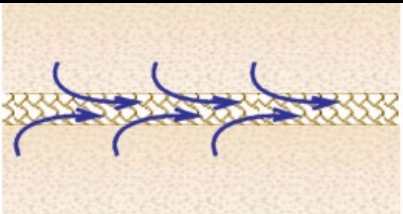
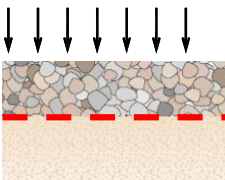
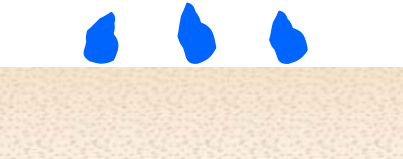
Les géo synthétiques sont classés en deux grandes familles :

- 1. Les produits perméables :** géotextiles et produits apparentés aux géotextiles,
- 2. Les produits essentiellement imperméables :**
 - Géomembranes et produits apparentés aux géomembranes.
 - Les géotextiles sont des produits issus de l'industrie textile, d'origines nature

3) LES FONCTIONS PRINCIPALES DES GEOSYNTHETIQUES :

Les principales fonctions des géo synthétiques sont résumées dans les tableaux 18 et 19.

TABLEAU 18 FONCTIONS PRINCIPALES DES GEO SYNTHETIQUES

Fonctions	Descriptions	Illustrations
Séparation	Prévention du mélange de deux sols ou de matériaux de remblai adjacents de nature différente par l'emploi d'un géotextile	
Filtration	Maintien du sol ou d'autres particules soumis(es) à des forces hydrodynamiques tout en permettant le passage de fluides à travers le géotextile.	
Drainage	Collecte et transport de fluides (liquides, gaz) présent dans le sol dans le plan de la géo synthétique.	
Renforcement	Utilisation du comportement en résistance-déformation d'un géo synthétique afin d'améliorer les caractéristiques mécaniques du sol ou	
« Etanchéité »	minimisation des transferts de fluides (liquides, gaz).	

4) TYPES DES GEOSYNTHETIQUES

4.1. Les géotextiles :

Sont des produits tissés, non tissés, ou tricotés, perméables, fabriqués à base de polymère et utilisés dans les domaines de la géotechnique et du génie civil. La fonction du géotextile dans le sol peut être la séparation, la filtration, et aussi le renforcement.

4.2. Les géogrilles :

Sont des géo synthétiques dont la fonction est le renforcement des sols.

Une géogrille est une structure plane à base de polymère, constituée par un réseau ouvert et régulier d'éléments résistants à la traction et pouvant être assemblés par extrusion, par collage ou par entrelacement, dont les ouvertures ont des dimensions supérieures à celles des constituants et permettant le confinement du sol. La grandeur des mailles doit être suffisante pour permettre la pénétration des gros éléments du sol, et la création d'un effet d'imbrication de ces constituants dans la géogrille.

4.3. Les géomembranes :

Sont des géo synthétiques de faible perméabilité, manufacturés sous la forme de feuilles, qui peuvent être synthétiques, bitumineuses ou composées de bentonite, utilisées en géotechnique ou dans des applications d'ingénierie de l'environnement, hydraulique ou du transport.

Les géo composites :

Résultant quand deux matériaux ou plus sont combinés dans le processus de fabrication des géo synthétiques. Ils peuvent être des composés des géotextiles-géo nets, des géotextiles-géogrilles, des géotextiles-géomembranes, des géomembranes-géo nets, des noyaux géotextiles-polymères, et des mêmes structures polymères à trois dimensions de cellules. Il n'y a presque aucune limite à la variété de géo composites qui sont possibles et utiles. Ils peuvent être utilisés, soit en géotechnique (fonctions de séparation et renforcement), soit pour les couches de roulement (fonction de renforcement, particulièrement en réfection).

- **Les types et les fonctions des différents géo synthétiques sont résumées dans le tableau 19.**

TABLEAU 19 TYPES ET FONCTIONS DES DIFFERENTS GEO SYNTHETIQUES

	Géotextile non tissé	Géotextile tissé	Géogrille	Géomembrane Et Géo synthétique benthonique	Géo composite
Etanchéité				⊕	⊕
Protection	⊕				⊕
Filtration	⊕				⊕
Drainage					⊕
Séparation	⊕	⊕			⊕
Renforcement		⊕	⊕		⊕

Notons que les géo composites peuvent remplir plusieurs fonctions en même temps. Ils sont conçus, le plus souvent à partir de plusieurs géo synthétiques dont chacun des éléments remplit une fonction bien précise. Leurs avantages résident dans la mise en œuvre (une seule mise en œuvre) et l'optimisation de chaque fonction.

A titre indicatif, dans les applications de drainage, nous utilisons des géo composites où les fonctions de drain et de filtre sont assurées par des éléments distincts associés industriellement en usine.

Avec ses quatre types de produits, les exigences les plus fréquentes au niveau de la couche de forme, en répondant aussi bien à des critères de fonctionnalité que de maîtrise des coûts.

Type de produit	Géo composite composé d'une géo grille et d'un géotextile non-tissé
Matériau	PP, PET, PVA
Résistances à la traction standard	Biaxiales jusqu'à 65kN/m
Fonction	Renforcement, séparation, filtration
Enduction	Polymère

QUELLES SOLUTIONS POUR CES PROBLEMES ?

FIGURE 13 PROBLEMES DE SABKHA (SELGA)



5) SOLUTIONS PROPOSEES

Vu que la ligne rouge (cote projet) celle de la RN 46B actuelle, dans la zone Sebkha, seront traitées par une couche anti-contaminant en sable des dunes. Les variantes proposées peuvent être résumées en deux. La première consiste à substituer le sol en surface sur une profondeur de 0,80 m par une couche anti-contaminant en sable des dunes sur 80 cm d'épaisseur sous le corps de chaussée. En sections remblais dont la hauteur est supérieure à 1.20 m,

Il est impérativement que le remblai soit en sables des dunes, dans ce cas le sable va jouer le rôle de la couche anti-contaminant.

Cette solution a été rejetée et jugée inadéquate à cause de l'état inondé de la surface du sol presque durant toute l'année et aussi l'Etat actuelle de l'ancienne chaussée

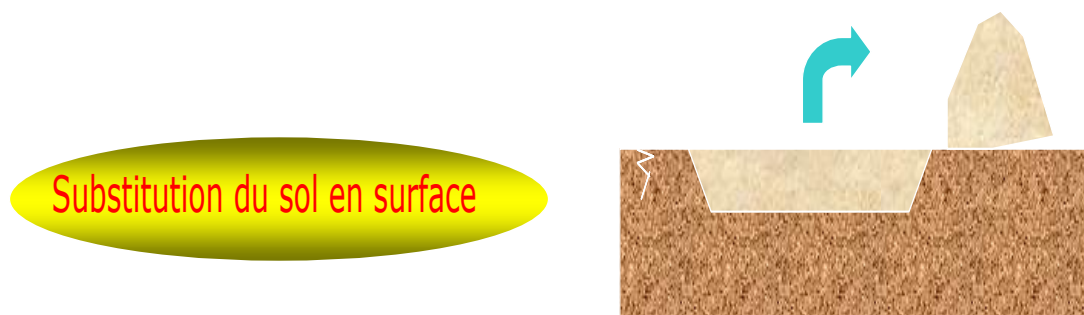


FIGURE 14 SUBSTITUTION

Une solution très économique basée sur le renforcement et la séparation l'amélioration de la couche de forme et du remblai par couches successives en matériaux sélectionnée.

La solution retenue par la DTP a consisté en la mise en place d'un géotextile de renforcement en fond de purge, la construction du remblai en matériaux sélectionnée et protection des talus par un géotextile de séparation filtration sous enrochement.

L'amélioration de portance était rassurante particulièrement pour le tassement et stabilité à long terme.

Différentes phases des travaux

- ❖ Décapage de la couche de surface ;
- ❖ Mise en place de la géo textile de renforcement ;
- ❖ Mise en œuvre de la couche de matériaux
- ❖ Montée du remblai par couches successives en matériaux
- ❖ Mise en œuvre d'une géo textile de séparation filtration sur les talus
- ❖ Mise en place des enrochements sur les talus.

6) LA PROCEDURE DE REALISATION EST COMME SUIT :

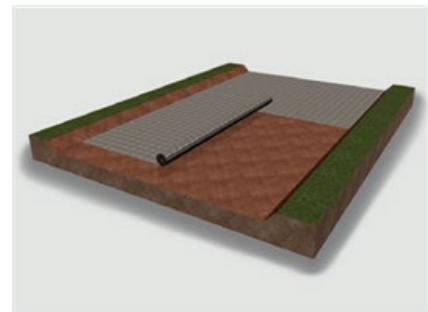
a) préparation du support

On commence par préparer le fond de forme en procédant aux travaux d'excavation requis. Décaisse une couche de 80 cm et la substituer,



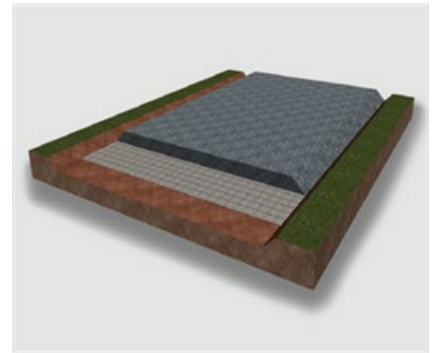
b) Pose de la géogrille de renforcement et séparation :

Les géogrilles peuvent être posées directement sur le support préparé. Pour les surfaces d'une certaine taille, il est parfois préférable de poser les couches de géogrilles transversalement par rapport à l'axe principal. Les géogrilles doivent reposer sur la couche support en faisant le moins de plis possible. Il n'est pas nécessaire d'appliquer une prétention. Il faut éviter que des engins de chantier ne roulent directement sur les géogrilles.



c) Pose et compactage de la couche de forme

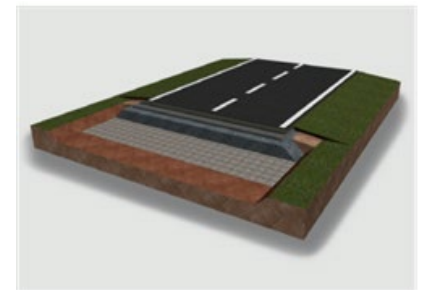
La couverture de la géogrille doit se faire par poussée vers l'avant afin que la géogrille ne soit pas abîmée par les engins de chantier. En cas de sols très mous (sols plastiques saturés en eau), on renoncera à un compactage dynamique, surtout pour la couche de forme. L'épaisseur autorisée pour



La couche forme de et 0.20m le procédé de compactage utilisé doivent être fixés en fonction du matériau à compacter et du degré de compactage requis. Toujours veiller à ce que la profondeur de pénétration de l'énergie de vibration soit inférieure à l'épaisseur actuelle de la couche de forme. On respectera de manière générale la dernière version des règlements s'appliquant à la réalisation de couches de forme renforcées.

d) Etapes suivantes de la construction

Après avoir laissé reposer la couche de forme complète (matériau de remblai / système de renforcement) durant un délai adéquat de 2 à 3 jours au moins, la couche devrait présenter la capacité portante requise. Une fois la couche de forme achevée, on peut passer aux étapes suivantes la réalisation du Remblai par couche successive d'épaisseur de 20cm ensuite on passe à la construction de la chaussée.



7) APPLICATION :

Désignation des travaux	Quantité
Fourniture et pose de la Géo composite composé d'une géogrille et d'un géotextile non-tissé de renforcement et séparation structures polymères à trois dimensions de cellules à haut module de rupture supérieur ou égal à 100KN/M ² dans les deux sens y compris toutes sujétions de bonnes exécutions	38901m ²

PIATE FORME

TALUS

Longueur = 800ml

Longueur = 800ml

Largeur = 26ml

Largeur = 11,3ml

Surface = 20800m²

Surface = 18101m²



FigureVII.3. Mise en œuvre du géotextile sur la couche forme



FigureVII.4. Montée du remblai et mise en œuvre du géotextile sous enrochement

CONCLUSIONS :

Dans le cas de ce projet, l'utilisation des géo synthétiques ont permis de répondre de manière efficace aux contraintes techniques du projet d'une part et d'autre part, d'entamer les travaux en plein démarrage de la saison des pluies.

Tout en respectant les normes routières en général Les sols de sebkha sont des dépôts intérieurs salins en zones climatiques arides Les géo synthétiques constituent une solution largement éprouvée quand il s'agit de stabiliser la couche de forme et les remblais à grande hauteur. Outre leur extrême résistance

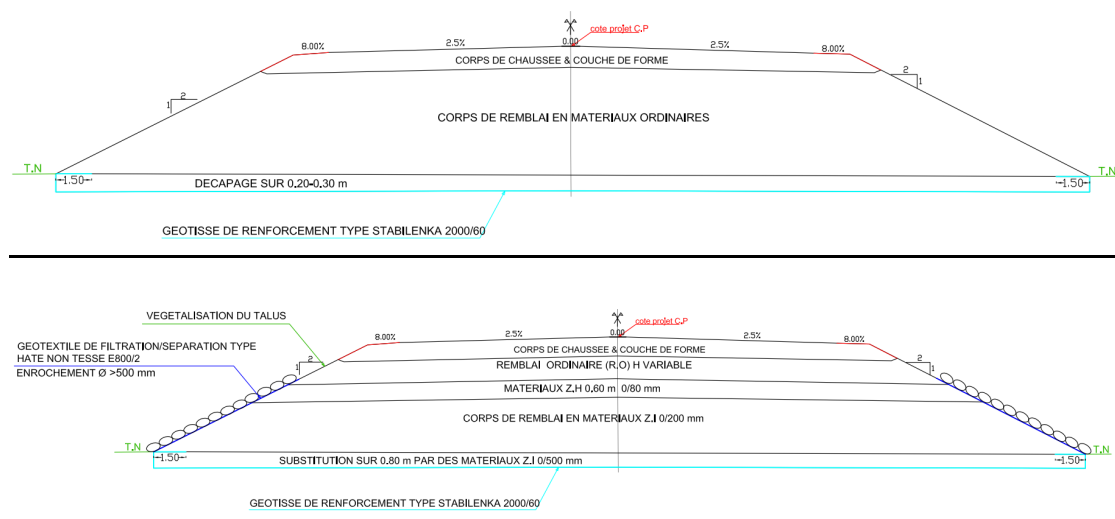
aux sollicitations mécaniques, ils présentent en effet des avantages décisifs sur le plan économique et écologique notamment, et assurent de multiples fonctions

- ❖ Amélioration de la traficabilité et de la portance du sol
- ❖ Séparation des matériaux d'apport des matériaux en place
- ❖ Diminution de l'épaisseur requise pour la couche de forme
- ❖ Augmentation de la durée d'utilisation
- ❖ Diminution de l'orniérage
- ❖ Réduction des frais d'entretien
- ❖ Pontage des hétérogénéités du sol support



FIGURE 15 PHOTO SEBKHA (SELGA)

Profil en travers type dans la sebkha



CHAPITRE VIII
LES RISQUES
HYDROGEOLOGIQUES
ET GEOTECHNIQUES
DE SECTION SABKHA

1) INTRODUCTION

Notre projet consiste en la construction d'une route traversant des sols de faible portance, localisé sur la RN46B du Pk20+000 au Pk20+800 sur un linéaire de 800ml. Le site est connu pour sa situation immergée, sa sensibilité et son sol de fondation de faible portance. Les risques hydrogéologiques et géotechniques identifiés sont l'inondation du corps de remblai, la dissolution. A cet effet, on se basant sur les investigations géotechniques effectuées dans le cadre de ce projet, ainsi que leur solution retenue à mise en œuvre par traitement des remblais un drainage vertical. La mise en place d'un géotextile de renforcement en fond de purge, la construction du remblai en matériaux sélectionnée et protection des talus par un géotextile de séparation filtration sous enrochement.

L'observation visuelle du site montre que le sol support est essentiellement très humide et se caractérise par les remontées de sel, constituant une zone inondable résultant de présence d'une SEBKHA (SELGA) et des drains (SEGUITES).

2) CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDRAULIQUE :

D'un point de vue géomorphologique, la section du projet étudiée évolue dans sa globalité dans un terrain à morphologie plane. On note toutefois, la présence d'une dépression de terrain pendant les saisons de pluies, celles-ci donnent naissance à de grandes étendues de stagnations d'eau, plus communément appelées Sebkha ou Chott (Figure 1). Notons également une légère pente de l'amont de l'ouvrage vers son aval.

La section concernée par la présente étude traverse une dépression du terrain naturel constituant le réceptacle des eaux pluviales des régions et monts environnants, donnant naissance à une sebkha lors des périodes de fortes pluviométries (saisons hivernales).

Dans le Contextes géotechnique et hydrogéologique locaux Une campagne géotechnique complémentaire a été effectuée. Les sondages carottés et les puits de reconnaissance

3) LES SOLS COMPRESSIBLES :

Les sols compressibles sont généralement de formation récente, inaptes à supporter un ouvrage d'art, mais pouvant, moyennant certaines précautions, servir de fondation à un remblai. Les remblais routiers, tout au moins ceux qui ont une hauteur importante, sont souvent édifiés sur des sols très compressibles. Ils sont en effet, le plus souvent, construits dans des zones de dépression comportant de grandes épaisseurs de tels sols, soit que le remblai serve lui-même à la traversée de la vallée, soit qu'il s'agisse du remblai d'accès à un ouvrage franchissant une rivière.

➤ **Remblai sur sols compressibles – expérimentation à long terme :**

La construction de remblai de préchargements, renforcé à la base par des armatures géo synthétiques de haute résistance s'est imposée dans plusieurs pays, comme technique de construction dans les projets d'infrastructures linéaires. En effet, Les objectifs des programmes et des études étaient multiples : analyser la Consolidation et la déformation du sol support de faible portance, le comportement des ouvrages longtemps après leur mise en service, le comportement à court et long terme des géo synthétiques et utiliser les Connaissances et l'expérience acquises pour la construction de routes Les mesures effectuées sur le remblai concernent les tassements, la pression interstitielle, les contraintes à la base, les déformations latérales et le niveau de la nappe souterraine pour évaluer la déformation et les tensions dans le géo synthétique.

➤ **Les sols compressibles sont caractérisés par :**

- Une nature le plus souvent argileuse avec une teneur en matières organiques plus ou moins importante mais rarement négligeable ;
- Une teneur en eau très forte, et un faible poids spécifique apparent (ces sols sont très généralement saturés)
- Une résistance au cisaillement très faible.
- Une forte compressibilité se traduisant, même sous faible charge, par des amplitudes de tassement notables, la vitesse de tassement décroissant avec le temps, mais ne s'annulant pas en quelques années.

❖ Ces sols, généralement de formation récents (quelques milliers d'années) contiennent presque toujours, en plus ou moins grande proportion, des matières organiques, on peut les diviser en trois catégories :

- Les vases et argiles molles
- Les tourbes
- Les sols de sebkha formés de vase argileuse ou de vase sableuse

4) LES SOLS DE SEBKHA

Les sols de sebkha sont des dépôts côtiers et intérieurs salins en zones climatiques arides qui consistent essentiellement en des particules de silt sableux et d'argile silteuse faiblement cimentées. Ces sols contiennent invariablement une quantité appréciable de matériau organique et ils sont caractérisés par une forte compressibilité. Les différents types de sebkha dépendent de leur milieu de formation. Mais toutes les sebkhas ont un point commun ; il s'agit de zones proches de la nappe phréatique. La déflation joue jusqu'à ce que soit atteint le niveau hydrostatique. Par capillarité, l'eau de la nappe subit une aspiration due à sa propre évaporation en surface. Se faisant, elle dépose successivement des sels dissous

CHAPITRE VIII LES RISQUES HYDROGEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES DE SECTION SABKHA

de carbonate de calcium (CaCO_3), de gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), d'anhydrite (CaSO_4) et de chlorure de sodium (Na Cl), qui précipitent pour donner une croûte imperméable et parfois très épaisse d'évaporites.

5) ÉTUDE GEOTECHNIQUE

La section de Notre projet est caractérisée par un sol varié, à savoir :

Une zone basse (Zone inondable Sebkha) constituée de Limons argileux et gypseux Argile gypseuse de couleur jaune-verdâtre relativement saturé caractérisés par une fluctuation assez importante du niveau de la nappe phréatique notamment en saison hivernale

L'analyse de l'ensemble des essais de laboratoire a permis de caractériser les différentes formations mises en évidence par les sondages. Les limites de plasticité déterminées pour l'ensemble des formations sont reportées sur le diagramme de Casagrande Les caractéristiques de résistance mécanique et de compressibilité des différentes formations. Les essais CBR effectués sur des différents échantillons prélevés du sol support, avaient abouti à un indice de portance inférieur à 3.

• Sebkha intérieure

Ils se développent habituellement comme des surfaces, dont le vent a enlevé les particules sèches de sédiment, parallèles à la nappe phréatique, aux niveaux qui sont contrôlés par l'humidité des sédiments

FIGURE 16 PROPRIETES DE SOL DES SEBKHAS INTERIEURE

Propriétés	Sebkha intérieure
Pourcentage des grains fins	5 à 25
Teneur en sel (%)	2 à 15
Teneur en eau (%)	4 à 40
Densité in-situ	1.3 à 1.85
Frottement interne (°)	20 à 35
Pourcentage de Ca CO_3 (%)	> 30
Indice de plasticité	Non plastique
Cohésion (KN/m^2)	0
Indice de compression	0
Valeurs S.P.T (coups)	2 à 10
Résistance statique de cône (MPa)	1 à 6
Capacité portante (KN/m^2)	30 à 60

CHAPITRE IX

SIGNALISATION

1. INTRODUCTION :

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale

2.L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

3.CATÉGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

4.RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Éviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

5. TYPES DE SIGNALISATION :

➤ Signalisation Verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

- **Signaux de danger :**

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

- **Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

- **Signaux à simple indication :**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

- **Signaux de position des dangers :**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

➤ Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

- **Marquage longitudinal :**

Lignes continue : Ces lignes sont utilisés pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

Lignes discontinue : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalle.
- lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalle.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Modulation des lignes discontinues : elles sont basées sur une longueur parodique de

13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

TABLEAU 20 MODULATION DES LIGNES DISCONTINUES

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapport Plein/Vide
T1 T'1	3 1.5	10 5	~ 1/3
T2 T'2	3 0.5	3.5 0.5	~1
T3 T'3	3 20	1.33 6	~3

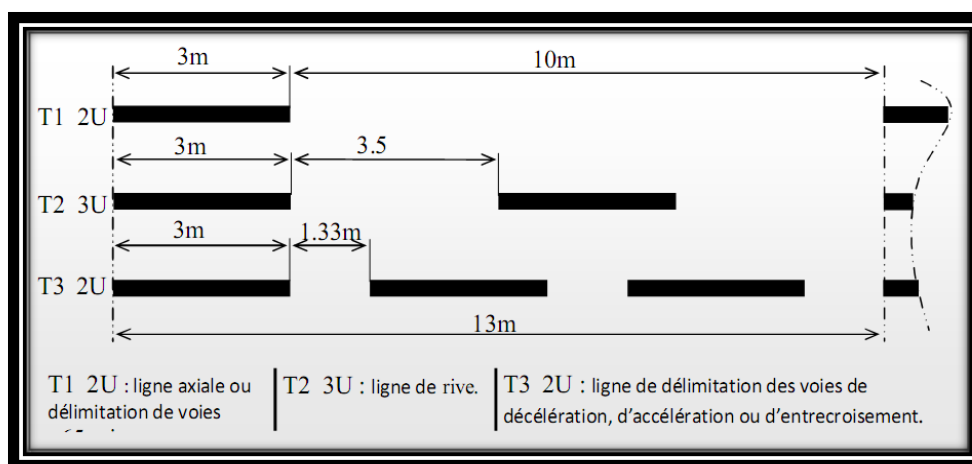


FIGURE 17 REPRESENTE UN MARQUAGE LONGITUDINAL DES LIGNES DISCONTINUES

➤ **Marquage transversal :**

- Lignes transversales continue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- Lignes transversales discontinue : éventuellement tracées à la

limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

➤ **Autre marquage :**

- Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- Flèches de sélection : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

➤ **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U=6cm sur les routes et voies urbaines.

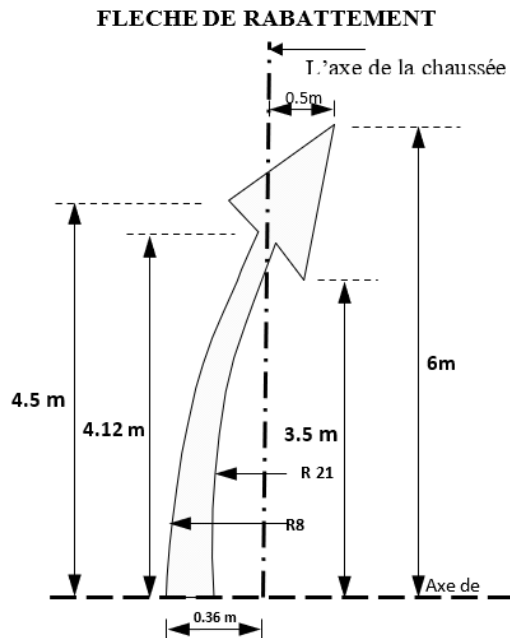
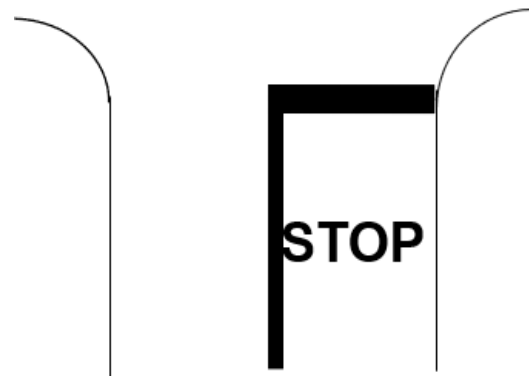
U=5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 5cm.

6. APPLICATION AU PROJET :

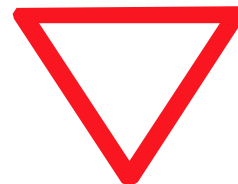
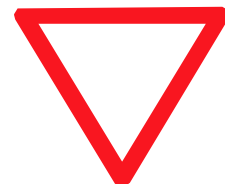
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

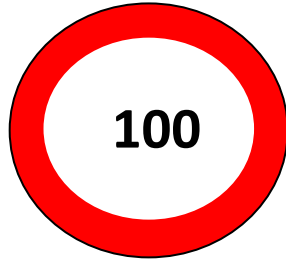
- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E14, E15).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

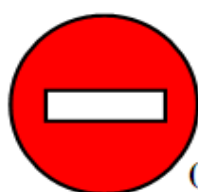
Exemple :**➤ Signalisation Horizontale :****SCHEMA DE SIGNALISATION**

Lignes discontinues

Lignes continues

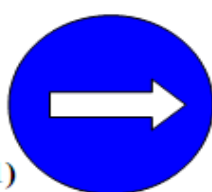
**➤ Signalisation Verticale :***(B2)**Marquer arrêt**A1a**(B1)**Céder passage*





(D1)

SENSE INTERDIT

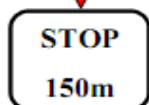
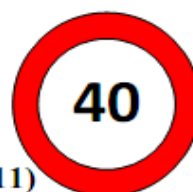


SENSE OBLIGATOIRE



(C11)

ROUTE PRIORITAIRE



(A 24)

ARRET à 150m



ROUTE PRIORITAIRE

CHAPITRE X
DEVIS QUANTITATIF ET
ESTIMATIF

REBUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**PROJET : Etude de section de la route RN46B Avec traitement de sebkha(selga) pk19+000 au
pk26+000 sur 7km**

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	U	Quantite	Prix Unitaire	Montant
insatallation de chantier					
1	insatallation de chantier	F	1	10000000.00	10000000.00
s/total					10000000.00
TERRASSEMENTS					
1	Décapage de terre végétale sur d'épaisseur 20cm Y/C compactage et arrosage	M³	19600	300.00	5880000.00
3	Déblais mis en dépôt	M³	44532	500.00	22266000.00
4	Remblais en matériaux selectionnés	M³	114721	550.00	63096550.00
s/total					91242550.00
CORPS DES CHAUSSEES					
1	Réglage et compactage de la forme	M²	98000	50.00	4900000.00
3	Couche de forme en sable gypseux de 20 cm à 35cm d'épaisseur	M³	62444	600.00	37466400.00
4	Couche de fondation en sable gypseux sur 35 cm d'épaisseur	M³	26856	2000.00	53712000.00
5	Matériaux selectionnés pour rechargement des Accotement sur ep 20cm	M³	10500	600	6300000.00
7	couche d'imprégnation en Cut-Bak 0/1 y/c sublage en Fraction 0/3	M²	52500	130.00	6825000.00
8	Mise en œuvre du grave bitumes 0/20 sur 14cm d'épaisseur y compris transport et toute sujétions de bonne exécution	T	14704	6500.00	95576000.00
9	Couche d'accrochage en émulsion dosage 300 g/m²	M²	100100	120.00	12012000.00
10	Mise en œuvre du Béton bitumineux 0/14 et sur 6 cm d'épaisseur y compris transport et toute sujétions de bonne exécution	T	7402	8500.00	62917000.00
s/total					279708400.00

ACCOTEMENTS ET TROTTOIRES					
2	revêtement monocouche 7/15 des accotement	M²	28000	250.00	7000000.00
5	fourniture et pose de la glissière de sécurité métallique y compris cataphotes métallique (tous les 4 mètre) et toutes sujétions de bonne exécution.	ML	1600	3000.00	4800000.00
s/total					11800000.00
Divers					
1	Furniture et pose de la Géocomposite composé d'une géogrille et d'un géotextile non-tissé de renforcement et séparation structures polymères à trois dimensions de cellules à haut module de rupture supérieur ou égal à 100KN/M2 dans les deux sens sp/st y compris toutes sujétions de bonne exécutions	M²	38901	1500.00	58351500.00
s/total					58351500.00
Signalisation					
	Signalisation horizontale				
1	Marquage par hachures	M²	100	400.00	40000.00
2	Marquage bande continue axe 0,15m Ycompris pré marquage le nettoyage de la chaussée et toutes sujestion de la bonne exécution	ML	3000	50.00	150000.00
3	Marquage bande discontinue axe 0,15m Ycompris prémarquage le nettoyage de la chaussée et toutes sujestion de la bonne exécution	ML	7385	40.00	295400.00
5	Flèche de direction	U	10	1000.00	10000.00
s/total					495400.00

	Signalisation vertical				
1	Type A - Panneaux de danger	U	10	5000.00	50000.00
2	Type B - Panneaux de prescription	U	15	5000.00	75000.00
3	Type C - Panneaux interdiction et de restriction	U	5	5000.00	25000.00
4	Type D - Panneaux obligation	U	5	5000.00	25000.00
5	Type E1 - Panneaux de présignalisation	U	15	10000.00	150000.00
6	Type E2 - Panneaux de direction-localization et confirmation	U	16	8000.00	128000.00
7	F/ Pose des balises réfléchissants en plastique, y / c toutes sujétions de bonne exécution	U	50	4000.00	200000.00
s/total					653000.00
Montant total en HT					452250850.00
T.V.A 19%					85927661.50
Montant total en TTC					538178511.50
Arondis à					540000000.00

Arrêté le present devis à la somme de : Cinq cent quarante million de DA

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude nous a permis de mettre en pratique nos connaissances concrétiser théoriques et techniques acquises pendant mon cycle de formation.

Il a également renforcé notre compréhension la bonne conception routière dans le respect des normes

La spécificité de notre projet est qu'il se situe dans un milieu désertique ou on doit tenir en plus les effets climatiques ainsi la nature du sol qui influe considérablement sur le dimensionnement du corps de chaussée.

Ce projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier (sebkha). En particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment AUTOCAD COVADIS13 ainsi la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics (Géo synthétique) à régler ce problématique.

En fin, l'élaboration de ce travail a été bénéfique et a permis d'approfondir et de compléter ma connaissance acquise.

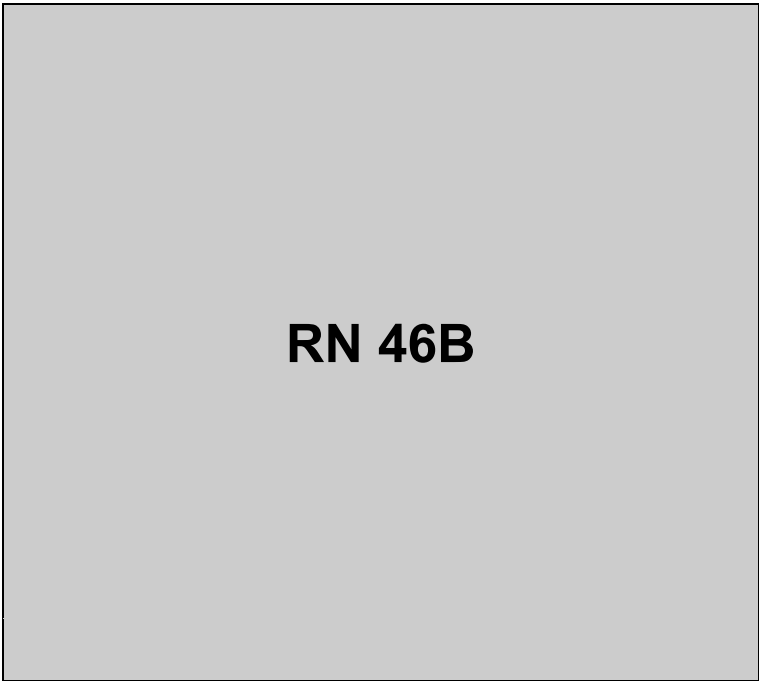
Bibliographie

Bibliographie :

➤ Documents

- Cours de routes de année 1^{maestre} (DR. Ghardaoui Moufida et DR.Lakmhemissi touam univ abbes laghrour
- Mémoire de 2^{ieme} ANNEE Etude De Dédoublement De La Route Nationale RN 03 Sud Djamaa Du Pk 498+000 Au 505+000 Avec Traitement De Section Sebkha Et D'ensablement. ZEHANA Abdeldjouad Encadré par Dr. REMADNA Mohamed Saddek
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- Documentation sur les remblais en zone inondable et/ou compressible (HUESKER)
- ◆ Quelques études de cas de solutions geo-synthetique traitant de glissements de terrain et de pente instable (ARAB Rabah, BRUHIER Johann, & ALEXIEW Dimitri, HANGEN Harmut)
- ◆

Annexes



RN 46B

Profil En Long Projet

Promotion

2026UNIV- ABBAS

LGROUR

Etude de la route RN46Bsur 7km

Etudiant Zehana Hamza

Axe : Axe

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 1.04 %	139.376	19000.000	160.504
Parabole 1	Rayon -63466.155 m	793.785	19139.376	161.950
	Sommet Absc. 19798.080 m			
	Sommet Alt. 165.369 m			
Pente 2	Pente -0.21 %	29.386	19933.160	165.225
Parabole 2	Rayon -29533.270 m	212.871	19962.546	165.162
	Sommet Absc. 19899.688 m			
	Sommet Alt. 165.229 m			
Pente 3	Pente -0.93 %	133.613	20175.417	163.942
Parabole 3	Rayon 45248.146 m	266.610	20309.029	162.695
	Sommet Absc. 20731.476 m			
	Sommet Alt. 160.723 m			
Pente 4	Pente -0.34 %	113.491	20575.639	160.991
Cercle 1	Rayon 222105.677 m	848.875	20689.130	160.600
	Sommet Absc. 21454.068 m			
	Sommet Alt. 159.283 m			
Pente 5	Pente 0.04 %	268.096	21538.005	159.299
Cercle 2	Rayon -1691669.363 m	1180.126	21806.101	159.400
	Sommet Absc. 22445.408 m			
	Sommet Alt. 159.521 m			
Pente 6	Pente -0.03 %	929.844	22986.227	159.434
Cercle 3	Rayon 299496.742 m	103.364	23916.071	159.137
	Sommet Absc. 24011.819 m			
	Sommet Alt. 159.122 m			
Pente 7	Pente 0.00 %	333.362	24019.435	159.122
Cercle 4	Rayon -1598049.980 m	1409.835	24352.797	159.130
	Sommet Absc. 24393.436 m			
	Sommet Alt. 159.131 m			
Pente 8	Pente -0.09 %	237.368	25762.632	158.544
			26000.000	158.341
Longueur totale de l'axe 7000.000 mètre(s)				
Longueur développée totale de l'axe 7000.038 mètre(s)				

Axe En Plan

Axe : Axe

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 248.30gr	302.012	19000.000	725070.476	3864950.256
Arc 1	Rayon -5536.000 m	910.255	19302.012	724862.708	3864731.067
	Centre X 720844.880 m				
	Centre Y 3868539.525 m				
Droite 2	Gisement 258.76gr	370.159	20212.267	724185.132	3864124.776
Arc 2	Rayon 160.000 m	129.560	20582.426	723889.944	3863901.433
	Centre X 723986.483 m				
	Centre Y 3863773.839 m				
Droite 3	Gisement 207.21gr	511.151	20711.986	723827.510	3863791.933
Arc 3	Rayon 660.000 m	449.687	21223.137	723769.706	3863284.061
	Centre X 724425.473 m				
	Centre Y 3863209.425 m				
Droite 4	Gisement 163.84gr	1993.110	21672.824	723869.113	3862854.370
Arc 4	Rayon -1113.000 m	672.518	23665.933	724941.329	3861174.240
	Centre X 724003.104 m				
	Centre Y 3860575.489 m				
Droite 5	Gisement 202.31gr	1661.548	24338.452	725115.374	3860535.182
			26000.000	725055.202	3858874.724
Longueur totale de l'axe 7000.000 mètre(s)					

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Axe : Axe

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	19000.00 0	12.500	5.04	0.81	63.0	10.1	63.0	10.1
P02	19025.00 0	25.000	1.02	2.41	25.6	60.2	88.6	70.3
P03	19050.00 0	25.000	0.51	4.21	12.8	105.2	101.4	175.5
P04	19075.00 0	25.000	0.48	10.63	12.1	265.8	113.5	441.3
P05	19100.00 0	25.000	0.49	14.11	12.3	352.9	125.7	794.1
P06	19125.00 0	25.000	0.49	18.01	12.2	450.4	137.9	1244.5
P07	19150.00 0	25.000	0.49	22.14	12.2	553.5	150.1	1798.0
P08	19175.00 0	25.000	0.49	28.61	12.2	715.3	162.2	2513.4
P09	19200.00 0	25.000	0.49	32.83	12.1	820.8	174.4	3334.1
P10	19225.00 0	25.000	0.49	38.90	12.1	972.5	186.5	4306.6
P11	19250.00 0	25.000	0.50	50.97	12.5	1274.3	199.0	5581.0
P12	19275.00 0	25.000	0.53	39.59	13.2	989.8	212.2	6570.8
P13	19300.00 0	13.506	0.52	45.62	7.1	616.1	219.3	7186.9
P14	19302.01 2	12.500	0.52	46.06	6.5	575.7	225.8	7762.7
P15	19325.00 0	23.994	0.52	50.87	12.4	1220.3	238.3	8983.0
P16	19350.00 0	25.000	0.49	67.41	12.2	1685.4	250.4	10668.4
P17	19375.00 0	25.000	0.59	67.83	14.7	1695.9	265.2	12364.3
P18	19400.00 0	25.000	0.53	77.20	13.1	1929.9	278.3	14294.1
P19	19425.00 0	25.000	0.46	84.39	11.6	2109.6	289.9	16403.7
P20	19450.00 0	25.000	0.47	85.69	11.7	2142.3	301.6	18546.0
P21	19475.00 0	25.000	0.49	88.63	12.1	2215.6	313.8	20761.6
P22	19500.00 0	25.000	0.49	92.79	12.1	2319.3	325.9	23081.0
P23	19525.00 0	25.000	0.49	95.57	12.2	2388.9	338.0	25469.9
P24	19550.00 0	25.000	0.48	97.25	12.1	2430.8	350.1	27900.7
P25	19575.00 0	25.000	1.82	103.09	45.6	2576.6	395.7	30477.3
P26	19600.00 0	25.000	0.49	108.65	12.4	2715.7	408.1	33192.9
P27	19625.00 0	25.000	0.50	114.73	12.5	2867.8	420.5	36060.8
P28	19650.00 0	25.000	0.51	113.66	12.8	2841.2	433.4	38901.9
P29	19675.00 0	25.000	0.31	123.12	7.8	3078.0	441.1	41979.9

P30	19700.00 0	25.000	0.25	138.60	6.3	3464.9	447.4	45444.9
P31	19725.00 0	25.000	0.24	135.88	5.9	3397.0	453.4	48841.8
P32	19750.00 0	16.070	0.47	127.27	7.6	2045.1	460.9	50887.0
P33	19757.13 9	12.500	0.47	124.01	5.9	1550.1	466.8	52437.1
P34	19775.00 0	21.430	0.46	119.93	9.8	2569.9	476.7	55006.9
P35	19800.00 0	25.000	0.48	132.79	12.0	3319.7	488.7	58326.7
P36	19825.00 0	25.000	0.48	131.71	11.9	3292.7	500.6	61619.4
P37	19850.00 0	25.000	0.49	131.28	12.3	3282.0	512.9	64901.4
P38	19875.00 0	25.000	0.50	132.78	12.4	3319.6	525.3	68221.0
P39	19900.00 0	25.000	0.48	129.92	11.9	3247.9	537.2	71468.9
P40	19925.00 0	25.000	0.47	131.28	11.8	3281.9	549.1	74750.9
P41	19950.00 0	25.000	0.49	129.96	12.2	3249.0	561.2	77999.9
P42	19975.00 0	25.000	0.48	128.11	12.0	3202.8	573.2	81202.7
P43	20000.00 0	25.000	0.47	129.00	11.8	3225.0	585.0	84427.7
P44	20025.00 0	25.000	0.48	129.67	11.9	3241.9	596.9	87669.6
P45	20050.00 0	25.000	0.47	129.75	11.7	3243.8	608.6	90913.3
P46	20075.00 0	25.000	0.47	128.26	11.7	3206.2	620.3	94119.6
P47	20100.00 0	25.000	0.47	126.35	11.8	3158.8	632.2	97278.4
P48	20125.00 0	25.000	0.42	119.01	10.5	2975.2	642.7	100253.6

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P49	20150.00 0	25.000	0.47	99.38	11.6	2484.3	654.3	102737.9
P50	20175.00 0	25.000	0.46	68.37	11.5	1709.2	665.8	104447.0
P51	20200.00 0	18.633	0.50	54.34	9.2	1012.5	675.0	105459.5
P52	20212.26 7	12.500	0.51	49.46	6.3	618.3	681.4	106077.8
P53	20225.00 0	18.867	0.66	48.16	12.5	908.5	693.9	106986.3
P54	20250.00 0	25.000	0.49	42.53	12.1	1063.3	706.0	108049.6
P55	20275.00 0	25.000	0.48	37.18	12.0	929.5	718.0	108979.1
P56	20300.00 0	25.000	0.46	35.28	11.4	881.9	729.5	109861.0
P57	20325.00 0	25.000	0.49	24.77	12.2	619.3	741.6	110480.3
P58	20350.00 0	25.000	0.48	17.88	12.1	447.1	753.7	110927.4
P59	20375.00 0	25.000	0.43	13.55	10.8	338.9	764.5	111266.3
P60	20400.00 0	25.000	0.37	7.70	9.3	192.6	773.8	111458.9
P61	20425.00 0	25.000	0.46	3.91	11.6	97.7	785.4	111556.6
P62	20450.00 0	25.000	0.73	0.46	18.4	11.5	803.8	111568.0
P63	20475.00 0	25.000	1.50	0.04	37.6	1.1	841.4	111569.1
P64	20500.00 0	25.000	2.02	0.04	50.4	1.0	891.8	111570.1
P65	20525.00 0	25.000	3.89	0.05	97.3	1.3	989.1	111571.4
P66	20550.00 0	25.000	3.31	0.04	82.7	1.0	1071.8	111572.4
P67	20575.00 0	16.213	4.23	0.30	68.7	4.8	1140.5	111577.2
P68	20582.42 6	12.500	3.96	0.69	48.9	8.9	1189.4	111586.1
P69	20600.00 0	21.287	3.36	0.89	70.3	19.7	1259.7	111605.8
P70	20625.00 0	23.603	2.23	0.44	51.7	10.7	1311.4	111616.5
P71	20647.20 6	12.500	2.75	0.26	33.9	3.4	1345.4	111619.9
P72	20650.00 0	13.897	2.46	0.88	33.5	12.6	1378.8	111632.5
P73	20675.00 0	25.000	1.38	3.79	33.6	97.6	1412.5	111730.1
P74	20700.00 0	18.493	1.22	3.54	22.1	66.6	1434.6	111796.7
P75	20711.98 6	12.500	1.61	0.93	20.0	11.9	1454.5	111808.6
P76	20725.00 0	19.007	1.11	2.07	21.1	39.3	1475.7	111847.8
P77	20750.00 0	25.000	0.97	2.44	24.2	61.1	1499.9	111908.9
P78	20775.00 0	25.000	1.46	0.71	36.5	17.8	1536.4	111926.7
P79	20800.00 0	25.000	0.63	1.44	15.7	36.0	1552.2	111962.7
P80	20825.00 0	25.000	0.52	2.86	12.9	71.6	1565.1	112034.2
P81	20850.00 0	25.000	1.01	1.90	25.2	47.5	1590.3	112081.7
P82	20875.00 0	25.000	0.53	5.46	13.3	136.5	1603.6	112218.2
P83	20900.00 0	25.000	1.07	2.06	26.8	51.5	1630.3	112269.7

P84	20925.00 0	25.000	1.69	1.97	42.2	49.3	1672.5	112319.1
P85	20950.00 0	25.000	1.65	1.95	41.3	48.7	1713.8	112367.8
P86	20975.00 0	25.000	1.51	2.01	37.8	50.3	1751.7	112418.1
P87	21000.00 0	25.000	3.61	0.62	90.3	15.5	1842.0	112433.6
P88	21025.00 0	25.000	4.16	0.04	104.1	0.9	1946.0	112434.5
P89	21050.00 0	25.000	4.90	0.51	122.6	12.8	2068.6	112447.3
P90	21075.00 0	25.000	4.37	0.78	109.3	19.6	2177.9	112466.9
P91	21100.00 0	25.000	4.89	0.66	122.2	16.6	2300.1	112483.5
P92	21125.00 0	25.000	5.46	0.53	136.5	13.2	2436.5	112496.7
P93	21150.00 0	25.000	6.77	0.24	169.4	6.0	2605.9	112502.8
P94	21175.00 0	25.000	7.39	0.17	184.8	4.3	2790.7	112507.1
P95	21200.00 0	24.068	9.51	0.04	228.9	0.9	3019.6	112508.0
P96	21223.13 7	12.500	11.39	0.04	142.4	0.5	3162.0	112508.5
P97	21225.00 0	13.432	11.55	0.04	155.3	0.5	3317.3	112509.0
P98	21250.00 0	25.000	13.58	0.04	339.3	0.9	3656.6	112509.9
P99	21275.00 0	25.000	16.17	0.04	404.5	1.0	4061.0	112510.9
P100	21300.00 0	25.000	13.19	0.05	329.9	1.3	4391.0	112512.3
P101	21325.00 0	25.000	13.81	0.05	344.8	1.2	4735.8	112513.5
P102	21350.00 0	25.000	13.63	0.04	341.0	0.9	5076.8	112514.4
P103	21375.00 0	25.000	11.79	0.03	295.0	0.8	5371.8	112515.2
P104	21400.00 0	25.000	8.94	0.04	223.4	0.9	5595.2	112516.1
P105	21425.00 0	23.990	7.80	0.21	186.9	5.1	5782.1	112521.2
P106	21447.98 0	12.500	8.21	0.05	102.7	0.6	5884.8	112521.8
P107	21450.00 0	13.510	8.16	0.05	110.2	0.7	5995.0	112522.6
P108	21475.00 0	25.000	7.91	0.24	198.2	5.9	6193.2	112528.4
P109	21500.00 0	25.000	8.29	0.06	207.3	1.4	6400.5	112529.9

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P110	21525.00 0	25.000	8.36	0.10	209.2	2.5	6609.7	112532.3
P111	21550.00 0	25.000	7.97	0.78	198.9	19.7	6808.6	112552.0
P112	21575.00 0	25.000	4.10	1.86	102.4	46.9	6911.0	112598.9
P113	21600.00 0	25.000	6.76	2.06	168.5	52.1	7079.5	112651.1
P114	21625.00 0	25.000	7.27	2.34	181.1	59.0	7260.6	112710.1
P115	21650.00 0	23.912	5.13	2.81	122.0	67.8	7382.7	112777.8
P116	21672.82 4	12.500	10.15	0.05	126.7	0.6	7509.4	112778.4
P117	21675.00 0	13.588	10.30	0.05	139.9	0.7	7649.3	112779.1
P118	21700.00 0	25.000	10.06	0.03	251.5	0.8	7900.7	112779.9
P119	21725.00 0	25.000	11.87	0.03	296.8	0.7	8197.5	112780.6
P120	21750.00 0	25.000	10.75	0.06	268.8	1.4	8466.3	112782.0
P121	21775.00 0	25.000	9.33	0.10	233.3	2.4	8699.5	112784.5
P122	21800.00 0	25.000	8.89	0.03	222.2	0.8	8921.7	112785.3
P123	21825.00 0	25.000	7.81	0.03	195.2	0.7	9116.9	112786.0
P124	21850.00 0	25.000	6.95	0.13	173.7	3.2	9290.6	112789.2
P125	21875.00 0	25.000	5.45	0.39	136.2	9.8	9426.8	112799.0
P126	21900.00 0	25.000	5.43	0.20	135.7	5.0	9562.4	112804.0
P127	21925.00 0	25.000	4.25	0.20	106.3	5.1	9668.7	112809.1
P128	21950.00 0	25.000	3.84	0.29	96.1	7.3	9764.8	112816.3
P129	21975.00 0	25.000	4.32	0.03	108.1	0.9	9872.9	112817.2
P130	22000.00 0	25.000	5.72	0.07	143.0	1.9	10015.9	112819.1
P131	22025.00 0	25.000	5.42	0.27	135.6	6.7	10151.5	112825.7
P132	22050.00 0	25.000	4.98	0.58	124.6	14.6	10276.1	112840.3
P133	22075.00 0	25.000	5.34	0.49	133.4	12.3	10409.5	112852.6
P134	22100.00 0	25.000	5.90	0.06	147.4	1.6	10556.9	112854.2
P135	22125.00 0	25.000	5.22	0.47	130.5	11.8	10687.3	112866.0
P136	22150.00 0	25.000	5.34	1.20	133.4	30.0	10820.8	112896.0
P137	22175.00 0	25.000	6.53	0.27	163.2	6.8	10984.0	112902.8
P138	22200.00 0	25.000	6.65	0.21	166.4	5.2	11150.4	112907.9
P139	22225.00 0	25.000	5.43	0.51	135.7	12.8	11286.1	112920.7
P140	22250.00 0	25.000	3.91	0.60	97.8	15.0	11383.9	112935.7
P141	22275.00 0	25.000	3.88	0.72	97.1	17.9	11481.0	112953.6
P142	22300.00 0	25.000	2.89	2.37	72.4	59.3	11553.4	113012.9
P143	22325.00 0	25.000	4.10	1.42	102.5	35.5	11655.9	113048.3
P144	22350.00 0	25.000	3.74	1.40	93.6	35.1	11749.5	113083.4

P145	22375.00 0	25.000	3.39	1.35	84.7	33.7	11834.1	113117.1
P146	22400.00 0	25.000	3.07	1.51	76.7	37.6	11910.9	113154.8
P147	22425.00 0	25.000	2.60	2.67	65.1	66.8	11976.0	113221.6
P148	22450.00 0	25.000	3.11	1.29	77.8	32.1	12053.8	113253.7
P149	22475.00 0	25.000	2.36	1.04	59.0	26.0	12112.7	113279.8
P150	22500.00 0	25.000	1.66	4.23	41.4	105.7	12154.1	113385.5
P151	22525.00 0	25.000	1.83	1.98	45.9	49.6	12200.0	113435.1
P152	22550.00 0	25.000	2.10	3.08	52.5	76.9	12252.5	113512.0
P153	22575.00 0	25.000	0.88	3.37	22.0	84.2	12274.5	113596.3
P154	22600.00 0	25.000	2.11	2.27	52.6	56.7	12327.1	113653.0
P155	22625.00 0	25.000	1.79	3.40	44.8	84.9	12371.9	113737.9
P156	22650.00 0	25.000	1.95	2.36	48.7	59.0	12420.6	113796.9
P157	22675.00 0	25.000	1.99	4.47	49.7	111.8	12470.4	113908.7
P158	22700.00 0	25.000	3.02	2.14	75.6	53.5	12546.0	113962.2
P159	22725.00 0	25.000	4.43	1.11	110.8	27.9	12656.8	113990.1
P160	22750.00 0	25.000	4.49	1.14	112.3	28.5	12769.1	114018.6
P161	22775.00 0	25.000	3.92	0.93	98.0	23.2	12867.1	114041.8
P162	22800.00 0	25.000	1.83	2.41	45.7	60.3	12912.8	114102.1
P163	22825.00 0	25.000	3.92	0.06	98.0	1.4	13010.8	114103.6
P164	22850.00 0	25.000	6.07	0.15	151.6	3.7	13162.5	114107.3
P165	22875.00 0	25.000	6.28	0.26	157.1	6.5	13319.6	114113.7
P166	22900.00 0	25.000	6.41	0.25	160.3	6.3	13479.8	114120.0
P167	22925.00 0	25.000	5.70	0.65	142.4	16.2	13622.2	114136.3
P168	22950.00 0	25.000	3.56	0.55	88.9	13.8	13711.1	114150.1
P169	22975.00 0	25.000	4.22	0.69	105.4	17.3	13816.5	114167.4
P170	23000.00 0	25.000	5.66	0.03	141.6	0.8	13958.1	114168.2

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P171	23025.00 0	25.000	6.20	0.11	155.1	2.8	14113.2	114171.0
P172	23050.00 0	25.000	6.23	0.18	155.6	4.5	14268.8	114175.5
P173	23075.00 0	25.000	6.73	0.11	168.3	2.7	14437.1	114178.2
P174	23100.00 0	25.000	4.18	0.80	104.5	20.1	14541.6	114198.3
P175	23125.00 0	25.000	6.14	0.82	153.5	20.5	14695.1	114218.8
P176	23150.00 0	25.000	7.11	0.51	177.7	12.7	14872.8	114231.5
P177	23175.00 0	25.000	6.78	0.32	169.6	8.0	15042.4	114239.5
P178	23200.00 0	25.000	6.62	0.33	165.5	8.3	15207.9	114247.8
P179	23225.00 0	25.000	6.99	0.47	174.6	11.8	15382.6	114259.6
P180	23250.00 0	25.000	6.68	0.50	167.1	12.6	15549.7	114272.2
P181	23275.00 0	25.000	5.63	0.62	140.8	15.4	15690.4	114287.6
P182	23300.00 0	25.000	5.67	0.49	141.7	12.3	15832.1	114299.9
P183	23325.00 0	25.000	5.71	0.50	142.7	12.4	15974.8	114312.3
P184	23350.00 0	25.000	7.23	0.03	180.9	0.7	16155.7	114313.0
P185	23375.00 0	25.000	9.38	0.05	234.5	1.2	16390.1	114314.2
P186	23400.00 0	25.000	10.31	0.03	257.8	0.9	16647.9	114315.1
P187	23425.00 0	25.000	6.84	0.07	171.0	1.8	16818.9	114316.9
P188	23450.00 0	25.000	8.28	0.03	207.1	0.7	17026.0	114317.6
P189	23475.00 0	25.000	10.40	0.03	260.0	0.8	17286.0	114318.4
P190	23500.00 0	25.000	9.89	0.03	247.1	0.7	17533.2	114319.2
P191	23525.00 0	25.000	11.06	0.03	276.4	0.7	17809.6	114319.9
P192	23550.00 0	25.000	10.91	0.03	272.8	0.7	18082.4	114320.6
P193	23575.00 0	25.000	11.13	0.03	278.3	0.7	18360.8	114321.3
P194	23600.00 0	25.000	10.56	0.03	264.0	0.7	18624.8	114322.1
P195	23625.00 0	25.000	6.01	0.04	150.3	1.0	18775.1	114323.1
P196	23650.00 0	20.467	11.16	0.08	228.4	1.5	19003.5	114324.6
P197	23665.93 3	12.500	4.87	1.24	60.9	15.5	19064.3	114340.1
P198	23675.00 0	17.033	8.14	0.17	138.7	2.9	19203.0	114343.0
P199	23700.00 0	25.000	14.73	0.03	368.3	0.8	19571.3	114343.8
P200	23725.00 0	25.000	13.44	0.04	336.2	1.0	19907.5	114344.8
P201	23750.00 0	25.000	13.38	0.04	334.6	0.9	20242.1	114345.7
P202	23775.00 0	25.000	13.78	0.04	344.4	0.9	20586.5	114346.6
P203	23800.00 0	25.000	14.04	0.05	351.3	1.3	20937.8	114347.8
P204	23825.00 0	25.000	12.95	0.03	323.5	0.8	21261.3	114348.6
P205	23850.00 0	25.000	13.83	0.03	345.6	0.7	21606.9	114349.3

P206	23875.00 0	25.000	13.84	0.03	346.0	0.7	21952.9	114350.0
P207	23900.00 0	25.000	13.98	0.03	349.4	0.7	22302.3	114350.7
P208	23925.00 0	25.000	14.88	0.03	372.0	0.8	22674.3	114351.5
P209	23950.00 0	25.000	14.10	0.02	352.2	0.5	23026.6	114352.1
P210	23975.00 0	25.000	12.73	0.03	318.2	0.7	23344.7	114352.8
P211	24000.00 0	13.596	11.94	0.04	162.2	0.5	23507.0	114353.3
P212	24002.19 3	12.500	11.92	0.04	148.9	0.5	23655.9	114353.8
P213	24025.00 0	23.904	11.60	0.03	277.2	0.8	23933.1	114354.6
P214	24050.00 0	25.000	12.62	0.03	315.3	0.7	24248.5	114355.3
P215	24075.00 0	25.000	13.41	0.03	335.3	0.7	24583.7	114356.1
P216	24100.00 0	25.000	10.11	0.03	252.6	0.9	24836.4	114356.9
P217	24125.00 0	25.000	6.79	0.04	169.7	1.0	25006.1	114357.9
P218	24150.00 0	25.000	6.16	2.49	153.8	62.6	25159.9	114420.5
P219	24175.00 0	25.000	8.68	0.04	216.9	1.1	25376.8	114421.6
P220	24200.00 0	25.000	9.72	0.03	242.7	0.8	25619.5	114422.4
P221	24225.00 0	25.000	8.77	0.03	219.1	0.8	25838.6	114423.2
P222	24250.00 0	25.000	8.91	0.04	222.9	1.0	26061.5	114424.2
P223	24275.00 0	25.000	8.03	0.04	200.8	0.9	26262.2	114425.1
P224	24300.00 0	25.000	10.49	0.04	262.3	0.9	26524.5	114426.0
P225	24325.00 0	19.226	4.34	0.16	83.3	3.2	26607.9	114429.2
P226	24338.45 2	12.500	8.51	0.03	106.4	0.4	26714.3	114429.6
P227	24350.00 0	18.274	9.57	0.04	175.0	0.7	26889.2	114430.3
P228	24375.00 0	25.000	11.48	0.03	287.0	0.9	27176.2	114431.1
P229	24400.00 0	25.000	12.32	0.04	308.1	0.9	27484.3	114432.0
P230	24425.00 0	25.000	11.79	0.04	294.7	0.9	27779.0	114432.9
P231	24450.00 0	25.000	11.93	0.04	298.2	0.9	28077.2	114433.8

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P232	24475.00 0	25.000	0.48	1.86	12.0	46.4	28089.2	114480.2
P233	24500.00 0	25.000	5.48	0.05	136.9	1.3	28226.1	114481.5
P234	24525.00 0	25.000	12.66	0.03	316.5	0.8	28542.6	114482.3
P235	24550.00 0	25.000	13.15	0.03	328.7	0.8	28871.3	114483.1
P236	24575.00 0	25.000	13.24	0.03	331.0	0.8	29202.3	114483.9
P237	24600.00 0	25.000	12.73	0.03	318.2	0.8	29520.5	114484.7
P238	24625.00 0	25.000	13.06	0.03	326.5	0.8	29847.0	114485.5
P239	24650.00 0	25.000	13.15	0.03	328.9	0.8	30175.8	114486.3
P240	24675.00 0	25.000	13.58	0.03	339.4	0.7	30515.2	114487.0
P241	24700.00 0	25.000	13.18	0.03	329.6	0.7	30844.9	114487.8
P242	24725.00 0	25.000	13.14	0.03	328.6	0.7	31173.4	114488.5
P243	24750.00 0	25.000	13.33	0.03	333.3	0.7	31506.7	114489.2
P244	24775.00 0	25.000	13.03	0.03	325.8	0.7	31832.6	114490.0
P245	24800.00 0	25.000	12.66	0.03	316.4	0.8	32149.0	114490.8
P246	24825.00 0	25.000	10.92	0.04	273.0	1.0	32422.0	114491.8
P247	24850.00 0	25.000	11.93	0.04	298.2	0.9	32720.2	114492.7
P248	24875.00 0	25.000	12.46	0.04	311.5	0.9	33031.6	114493.6
P249	24900.00 0	25.000	12.23	0.05	305.7	1.3	33337.3	114495.0
P250	24925.00 0	25.000	11.73	0.04	293.2	0.9	33630.5	114495.8
P251	24950.00 0	25.000	12.62	0.04	315.4	0.9	33945.9	114496.7
P252	24975.00 0	25.000	11.32	0.04	283.1	0.9	34229.0	114497.6
P253	25000.00 0	25.000	5.02	2.41	125.4	60.2	34354.4	114557.8
P254	25025.00 0	25.000	10.88	0.04	272.0	1.0	34626.4	114558.8
P255	25050.00 0	25.000	11.56	0.03	289.0	0.9	34915.4	114559.7
P256	25075.00 0	25.000	10.09	0.06	252.2	1.4	35167.6	114561.2
P257	25100.00 0	25.000	10.37	0.11	259.3	2.7	35426.9	114563.9
P258	25125.00 0	25.000	10.02	0.13	250.5	3.4	35677.4	114567.3
P259	25150.00 0	25.000	7.91	0.03	197.7	0.8	35875.1	114568.1
P260	25175.00 0	25.000	4.49	1.85	112.3	46.2	35987.5	114614.3
P261	25200.00 0	25.000	10.01	0.04	250.2	1.0	36237.7	114615.3
P262	25225.00 0	25.000	7.91	0.14	197.7	3.4	36435.3	114618.7
P263	25250.00 0	25.000	8.67	0.08	216.8	2.1	36652.1	114620.8
P264	25275.00 0	25.000	9.15	0.14	228.7	3.6	36880.8	114624.4
P265	25300.00 0	25.000	9.79	0.09	244.8	2.1	37125.6	114626.6
P266	25325.00 0	25.000	9.80	0.28	245.1	7.1	37370.6	114633.7

P267	25350.00 0	25.000	9.62	0.05	240.4	1.2	37611.1	114634.9
P268	25375.00 0	25.000	6.81	0.04	170.3	0.9	37781.3	114635.8
P269	25400.00 0	25.000	8.18	0.04	204.6	0.9	37985.9	114636.7
P270	25425.00 0	25.000	9.21	0.37	230.3	9.1	38216.2	114645.8
P271	25450.00 0	25.000	8.90	0.38	222.5	9.6	38438.8	114655.4
P272	25475.00 0	25.000	10.03	0.07	250.7	1.8	38689.5	114657.2
P273	25500.00 0	25.000	10.40	0.10	260.1	2.4	38949.6	114659.6
P274	25525.00 0	25.000	9.76	0.06	243.9	1.5	39193.5	114661.1
P275	25550.00 0	25.000	9.69	0.04	242.4	1.0	39435.9	114662.1
P276	25575.00 0	25.000	9.84	0.04	246.1	0.9	39682.0	114663.1
P277	25600.00 0	25.000	10.09	0.04	252.4	0.9	39934.3	114664.0
P278	25625.00 0	25.000	10.99	0.03	274.8	0.9	40209.2	114664.8
P279	25650.00 0	25.000	11.58	0.03	289.6	0.9	40498.8	114665.7
P280	25675.00 0	25.000	9.80	0.04	244.9	1.0	40743.7	114666.7
P281	25700.00 0	25.000	12.01	0.03	300.3	0.7	41044.0	114667.4
P282	25725.00 0	25.000	11.54	0.04	288.4	0.9	41332.4	114668.3
P283	25750.00 0	25.000	10.78	0.04	269.6	1.0	41602.0	114669.3
P284	25775.00 0	25.000	11.41	0.03	285.1	0.9	41887.1	114670.2
P285	25800.00 0	25.000	12.60	0.03	315.0	0.9	42202.1	114671.1
P286	25825.00 0	25.000	5.70	1.81	142.4	45.2	42344.5	114716.2
P287	25850.00 0	25.000	13.31	0.03	332.8	0.8	42677.3	114717.0
P288	25875.00 0	25.000	13.34	0.03	333.5	0.8	43010.8	114717.7
P289	25900.00 0	25.000	13.67	0.03	341.8	0.7	43352.6	114718.5
P290	25925.00 0	25.000	14.37	0.04	359.2	0.9	43711.7	114719.4
P291	25950.00 0	25.000	13.18	0.03	329.6	0.7	44041.3	114720.0
P292	25975.00 0	25.000	12.84	0.03	321.0	0.9	44362.2	114720.9
P293	26000.00 0	12.500	13.57	0.03	169.6	0.4	44531.8	114721.3

Cubatures Matériaux : Utilisation (Gulden)

Axe : Axe

BB

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	19000.00 0	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	5.6
P02	19025.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	16.9
P03	19050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	28.1
P04	19075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	39.4
P05	19100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	50.6
P06	19125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	61.9
P07	19150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	73.1
P08	19175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	84.4
P09	19200.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	95.6
P10	19225.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	106.9
P11	19250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	118.1
P12	19275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	129.4
P13	19300.00 0	13.506	0.22	3.0	0.22	3.0	135.5
P14	19302.01 2	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	141.1
P15	19325.00 0	23.994	0.22	5.4	0.22	5.4	151.9
P16	19350.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	163.1
P17	19375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	174.4
P18	19400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	185.6
P19	19425.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	196.9
P20	19450.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	208.1
P21	19475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	219.4
P22	19500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	230.6
P23	19525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	241.9
P24	19550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	253.1
P25	19575.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	264.4
P26	19600.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	275.6
P27	19625.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	286.9
P28	19650.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	298.1

P29	19675.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	309.4
P30	19700.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	320.6
P31	19725.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	331.9
P32	19750.00 0	16.070	0.22	3.6	0.22	3.6	339.1
P33	19757.13 9	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	344.7
P34	19775.00 0	21.430	0.22	4.8	0.22	4.8	354.4
P35	19800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	365.6
P36	19825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	376.9
P37	19850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	388.1
P38	19875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	399.4
P39	19900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	410.6
P40	19925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	421.9
P41	19950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	433.1
P42	19975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	444.4
P43	20000.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	455.6
P44	20025.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	466.9
P45	20050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	478.1

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P46	20075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	489.4
P47	20100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	500.6
P48	20125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	511.9
P49	20150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	523.1
P50	20175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	534.4
P51	20200.00 0	18.633	0.22	4.2	0.22	4.2	542.8
P52	20212.26 7	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	548.4
P53	20225.00 0	18.867	0.22	4.2	0.22	4.2	556.9
P54	20250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	568.1
P55	20275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	579.4
P56	20300.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	590.6
P57	20325.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	601.9
P58	20350.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	613.1
P59	20375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	624.4
P60	20400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	635.6
P61	20425.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	646.9
P62	20450.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	658.1
P63	20475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	669.4
P64	20500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	680.6
P65	20525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	691.9
P66	20550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.23	5.6	703.1
P67	20575.00 0	16.213	0.22	3.6	0.23	3.6	710.4
P68	20582.42 6	12.500	0.23	2.8	0.23	2.8	716.0
P69	20600.00 0	21.287	0.23	4.7	0.22	4.8	725.6
P70	20625.00 0	23.603	0.23	5.2	0.22	5.4	736.2
P71	20647.20 6	12.500	0.23	2.8	0.22	2.8	741.9
P72	20650.00 0	13.897	0.23	3.1	0.22	3.2	748.1
P73	20675.00 0	25.000	0.23	5.6	0.22	5.7	759.4
P74	20700.00 0	18.493	0.23	4.1	0.22	4.2	767.7
P75	20711.98 6	12.500	0.23	2.8	0.22	2.8	773.3
P76	20725.00 0	19.007	0.23	4.3	0.22	4.3	781.9
P77	20750.00 0	25.000	0.22	5.6	0.23	5.6	793.1
P78	20775.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	804.4
P79	20800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	815.6
P80	20825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	826.9

P81	20850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	838.1
P82	20875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	849.4
P83	20900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	860.6
P84	20925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	871.9
P85	20950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	883.1
P86	20975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	894.4
P87	21000.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	905.6
P88	21025.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	916.9
P89	21050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	928.1
P90	21075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	939.4
P91	21100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	950.6
P92	21125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	961.9
P93	21150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	973.1
P94	21175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	984.4
P95	21200.00 0	24.068	0.22	5.4	0.22	5.4	995.2
P96	21223.13 7	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	1000.8
P97	21225.00 0	13.432	0.22	3.0	0.22	3.0	1006.9
P98	21250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1018.1
P99	21275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1029.4
P100	21300.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1040.6
P101	21325.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1051.9
P102	21350.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1063.1
P103	21375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1074.4
P104	21400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1085.6
P105	21425.00 0	23.990	0.22	5.4	0.22	5.4	1096.4
P106	21447.98 0	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	1102.0

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P107	21450.00 0	13.510	0.22	3.0	0.22	3.0	1108.1
P108	21475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1119.4
P109	21500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1130.6
P110	21525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1141.9
P111	21550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1153.1
P112	21575.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1164.4
P113	21600.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1175.6
P114	21625.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1186.9
P115	21650.00 0	23.912	0.22	5.4	0.22	5.4	1197.6
P116	21672.82 4	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	1203.3
P117	21675.00 0	13.588	0.22	3.1	0.22	3.1	1209.4
P118	21700.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1220.6
P119	21725.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1231.9
P120	21750.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1243.1
P121	21775.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1254.4
P122	21800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1265.6
P123	21825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1276.9
P124	21850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1288.1
P125	21875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1299.4
P126	21900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1310.6
P127	21925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1321.9
P128	21950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1333.1
P129	21975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1344.4
P130	22000.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1355.6
P131	22025.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1366.9
P132	22050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1378.1
P133	22075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1389.4
P134	22100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1400.6
P135	22125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1411.9
P136	22150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1423.1
P137	22175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1434.4
P138	22200.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1445.6
P139	22225.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1456.9
P140	22250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1468.1
P141	22275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1479.4

P142	22300.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1490.6
P143	22325.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1501.9
P144	22350.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1513.1
P145	22375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1524.4
P146	22400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1535.6
P147	22425.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1546.9
P148	22450.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1558.1
P149	22475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1569.4
P150	22500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1580.6
P151	22525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1591.9
P152	22550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1603.1
P153	22575.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1614.4
P154	22600.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1625.6
P155	22625.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1636.9
P156	22650.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1648.1
P157	22675.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1659.4
P158	22700.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1670.6
P159	22725.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1681.9
P160	22750.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1693.1
P161	22775.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1704.4
P162	22800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1715.6
P163	22825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1726.9
P164	22850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1738.1
P165	22875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1749.4
P166	22900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1760.6
P167	22925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1771.9

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P168	22950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1783.1
P169	22975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1794.4
P170	23000.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1805.6
P171	23025.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1816.9
P172	23050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1828.1
P173	23075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1839.4
P174	23100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1850.6
P175	23125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1861.9
P176	23150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1873.1
P177	23175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1884.4
P178	23200.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1895.6
P179	23225.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1906.9
P180	23250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1918.1
P181	23275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1929.4
P182	23300.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1940.6
P183	23325.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1951.9
P184	23350.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1963.1
P185	23375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1974.4
P186	23400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1985.6
P187	23425.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	1996.9
P188	23450.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2008.1
P189	23475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2019.4
P190	23500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2030.6
P191	23525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2041.9
P192	23550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2053.1
P193	23575.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2064.4
P194	23600.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2075.6
P195	23625.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2086.9
P196	23650.00 0	20.467	0.22	4.6	0.22	4.6	2096.1
P197	23665.93 3	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	2101.7
P198	23675.00 0	17.033	0.22	3.8	0.22	3.8	2109.4
P199	23700.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2120.6
P200	23725.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2131.9
P201	23750.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2143.1
P202	23775.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2154.4

P203	23800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2165.6
P204	23825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2176.9
P205	23850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2188.1
P206	23875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2199.4
P207	23900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2210.6
P208	23925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2221.9
P209	23950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2233.1
P210	23975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2244.4
P211	24000.00 0	13.596	0.22	3.1	0.22	3.1	2250.5
P212	24002.19 3	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	2256.1
P213	24025.00 0	23.904	0.22	5.4	0.22	5.4	2266.9
P214	24050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2278.1
P215	24075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2289.4
P216	24100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2300.6
P217	24125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2311.9
P218	24150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2323.1
P219	24175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2334.4
P220	24200.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2345.6
P221	24225.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2356.9
P222	24250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2368.1
P223	24275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2379.4
P224	24300.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2390.6
P225	24325.00 0	19.226	0.22	4.3	0.22	4.3	2399.3
P226	24338.45 2	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	2404.9
P227	24350.00 0	18.274	0.22	4.1	0.22	4.1	2413.1
P228	24375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2424.4

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P229	24400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2435.6
P230	24425.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2446.9
P231	24450.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2458.1
P232	24475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2469.4
P233	24500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2480.6
P234	24525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2491.9
P235	24550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2503.1
P236	24575.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2514.4
P237	24600.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2525.6
P238	24625.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2536.9
P239	24650.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2548.1
P240	24675.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2559.4
P241	24700.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2570.6
P242	24725.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2581.9
P243	24750.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2593.1
P244	24775.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2604.4
P245	24800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2615.6
P246	24825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2626.9
P247	24850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2638.1
P248	24875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2649.4
P249	24900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2660.6
P250	24925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2671.9
P251	24950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2683.1
P252	24975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2694.4
P253	25000.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2705.6
P254	25025.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2716.9
P255	25050.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2728.1
P256	25075.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2739.4
P257	25100.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2750.6
P258	25125.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2761.9
P259	25150.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2773.1
P260	25175.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2784.4
P261	25200.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2795.6
P262	25225.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2806.9
P263	25250.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2818.1

P264	25275.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2829.4
P265	25300.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2840.6
P266	25325.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2851.9
P267	25350.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2863.1
P268	25375.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2874.4
P269	25400.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2885.6
P270	25425.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2896.9
P271	25450.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2908.1
P272	25475.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2919.4
P273	25500.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2930.6
P274	25525.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2941.9
P275	25550.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2953.1
P276	25575.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2964.4
P277	25600.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2975.6
P278	25625.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2986.9
P279	25650.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	2998.1
P280	25675.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3009.4
P281	25700.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3020.6
P282	25725.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3031.9
P283	25750.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3043.1
P284	25775.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3054.4
P285	25800.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3065.6
P286	25825.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3076.9
P287	25850.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3088.1
P288	25875.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3099.4
P289	25900.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3110.6

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P290	25925.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3121.9
P291	25950.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3133.1
P292	25975.00 0	25.000	0.22	5.6	0.22	5.6	3144.4
P293	26000.00 0	12.500	0.22	2.8	0.22	2.8	3150.0

GB2

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	19000.00 0	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	11.9
P02	19025.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	35.8
P03	19050.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	59.7
P04	19075.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	83.5
P05	19100.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	107.4
P06	19125.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	131.3
P07	19150.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	155.2
P08	19175.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	179.0
P09	19200.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	202.9
P10	19225.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	226.8
P11	19250.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	250.6
P12	19275.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	274.5
P13	19300.00 0	13.506	0.48	6.4	0.48	6.4	287.4
P14	19302.01 2	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	299.3
P15	19325.00 0	23.994	0.48	11.5	0.48	11.5	322.3
P16	19350.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	346.1
P17	19375.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	370.0
P18	19400.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	393.9
P19	19425.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	417.7
P20	19450.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	441.6
P21	19475.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	465.5
P22	19500.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	489.4
P23	19525.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	513.2
P24	19550.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	537.1
P25	19575.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	561.0
P26	19600.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	584.8
P27	19625.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	608.7
P28	19650.00	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	632.6

	0						
P29	19675.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	656.4
P30	19700.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	680.3
P31	19725.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	704.2
P32	19750.00 0	16.070	0.48	7.7	0.48	7.7	719.5
P33	19757.13 9	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	731.5
P34	19775.00 0	21.430	0.48	10.2	0.48	10.2	751.9
P35	19800.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	775.8
P36	19825.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	799.7
P37	19850.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	823.5
P38	19875.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	847.4
P39	19900.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	871.3
P40	19925.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	895.2
P41	19950.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	919.0
P42	19975.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	942.9
P43	20000.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	966.8
P44	20025.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	990.6
P45	20050.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1014.5
P46	20075.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1038.4
P47	20100.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1062.3
P48	20125.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1086.1
P49	20150.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1110.0
P50	20175.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1133.9
P51	20200.00 0	18.633	0.48	8.9	0.48	8.9	1151.7

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P52	20212.267	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	1163.6
P53	20225.000	18.867	0.48	9.0	0.48	9.0	1181.6
P54	20250.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1205.5
P55	20275.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1229.4
P56	20300.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1253.2
P57	20325.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1277.1
P58	20350.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1301.0
P59	20375.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1324.8
P60	20400.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1348.7
P61	20425.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1372.6
P62	20450.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1396.4
P63	20475.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1420.3
P64	20500.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1444.2
P65	20525.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1468.1
P66	20550.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1491.9
P67	20575.000	16.213	0.48	7.7	0.48	7.7	1507.4
P68	20582.426	12.500	0.48	5.9	0.48	6.0	1519.4
P69	20600.000	21.287	0.48	10.0	0.48	10.3	1539.7
P70	20625.000	23.603	0.48	11.1	0.48	11.4	1562.2
P71	20647.206	12.500	0.48	5.9	0.48	6.0	1574.2
P72	20650.000	13.897	0.48	6.5	0.48	6.7	1587.5
P73	20675.000	25.000	0.48	11.8	0.48	12.1	1611.3
P74	20700.000	18.493	0.48	8.7	0.48	8.9	1629.0
P75	20711.986	12.500	0.48	5.9	0.48	6.0	1640.9
P76	20725.000	19.007	0.48	9.1	0.48	9.1	1659.1
P77	20750.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1683.0
P78	20775.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1706.8
P79	20800.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1730.7
P80	20825.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1754.6
P81	20850.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1778.5
P82	20875.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1802.3
P83	20900.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1826.2
P84	20925.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1850.1
P85	20950.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1873.9
P86	20975.000	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1897.8

P87	21000.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1921.7
P88	21025.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1945.5
P89	21050.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1969.4
P90	21075.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	1993.3
P91	21100.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2017.2
P92	21125.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2041.0
P93	21150.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2064.9
P94	21175.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2088.8
P95	21200.00 0	24.068	0.48	11.5	0.48	11.5	2111.8
P96	21223.13 7	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	2123.7
P97	21225.00 0	13.432	0.48	6.4	0.48	6.4	2136.5
P98	21250.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2160.4
P99	21275.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2184.3
P100	21300.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2208.1
P101	21325.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2232.0
P102	21350.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2255.9
P103	21375.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2279.7
P104	21400.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2303.6
P105	21425.00 0	23.990	0.48	11.4	0.48	11.5	2326.5
P106	21447.98 0	12.500	0.48	5.9	0.48	6.0	2338.5
P107	21450.00 0	13.510	0.48	6.4	0.48	6.5	2351.4
P108	21475.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2375.2
P109	21500.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2399.1
P110	21525.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2423.0
P111	21550.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2446.8
P112	21575.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2470.7

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P113	21600.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2494.6
P114	21625.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	12.0	2518.4
P115	21650.00 0	23.912	0.48	11.4	0.48	11.5	2541.3
P116	21672.82 4	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	2553.2
P117	21675.00 0	13.588	0.48	6.5	0.48	6.5	2566.2
P118	21700.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2590.1
P119	21725.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2613.9
P120	21750.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2637.8
P121	21775.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2661.7
P122	21800.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2685.5
P123	21825.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2709.4
P124	21850.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2733.3
P125	21875.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2757.2
P126	21900.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2781.0
P127	21925.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2804.9
P128	21950.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2828.8
P129	21975.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2852.6
P130	22000.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2876.5
P131	22025.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2900.4
P132	22050.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2924.3
P133	22075.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2948.1
P134	22100.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2972.0
P135	22125.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	2995.9
P136	22150.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3019.7
P137	22175.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3043.6
P138	22200.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3067.5
P139	22225.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3091.4
P140	22250.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3115.2
P141	22275.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3139.1
P142	22300.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3163.0
P143	22325.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3186.8
P144	22350.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3210.7
P145	22375.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3234.6
P146	22400.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3258.4
P147	22425.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3282.3

P148	22450.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3306.2
P149	22475.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3330.1
P150	22500.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3353.9
P151	22525.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3377.8
P152	22550.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3401.7
P153	22575.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3425.5
P154	22600.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3449.4
P155	22625.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3473.3
P156	22650.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3497.2
P157	22675.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3521.0
P158	22700.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3544.9
P159	22725.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3568.8
P160	22750.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3592.6
P161	22775.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3616.5
P162	22800.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3640.4
P163	22825.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3664.3
P164	22850.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3688.1
P165	22875.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3712.0
P166	22900.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3735.9
P167	22925.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3759.7
P168	22950.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3783.6
P169	22975.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3807.5
P170	23000.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3831.3
P171	23025.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3855.2
P172	23050.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3879.1
P173	23075.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3903.0

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P174	23100.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3926.8
P175	23125.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3950.7
P176	23150.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3974.6
P177	23175.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	3998.4
P178	23200.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4022.3
P179	23225.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4046.2
P180	23250.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4070.1
P181	23275.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4093.9
P182	23300.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4117.8
P183	23325.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4141.7
P184	23350.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4165.5
P185	23375.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4189.4
P186	23400.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4213.3
P187	23425.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4237.2
P188	23450.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4261.0
P189	23475.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4284.9
P190	23500.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4308.8
P191	23525.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4332.6
P192	23550.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4356.5
P193	23575.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4380.4
P194	23600.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4404.2
P195	23625.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	4428.1
P196	23650.00 0	20.467	0.48	9.8	0.48	9.8	4447.7
P197	23665.93 3	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	4459.6
P198	23675.00 0	17.033	0.48	8.1	0.48	8.1	4475.9
P199	23700.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4499.7
P200	23725.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4523.6
P201	23750.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4547.5
P202	23775.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4571.3
P203	23800.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4595.2
P204	23825.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4619.1
P205	23850.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4643.0
P206	23875.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4666.8
P207	23900.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4690.7
P208	23925.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4714.6

P209	23950.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4738.4
P210	23975.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4762.3
P211	24000.00 0	13.596	0.48	6.5	0.48	6.5	4775.3
P212	24002.19 3	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	4787.2
P213	24025.00 0	23.904	0.48	11.4	0.48	11.4	4810.1
P214	24050.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4833.9
P215	24075.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4857.8
P216	24100.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4881.7
P217	24125.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4905.5
P218	24150.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4929.4
P219	24175.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4953.3
P220	24200.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	4977.2
P221	24225.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	5001.0
P222	24250.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	5024.9
P223	24275.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	5048.8
P224	24300.00 0	25.000	0.48	12.0	0.48	11.9	5072.6
P225	24325.00 0	19.226	0.48	9.2	0.48	9.2	5091.0
P226	24338.45 2	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	5102.9
P227	24350.00 0	18.274	0.48	8.7	0.48	8.7	5120.4
P228	24375.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5144.2
P229	24400.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5168.1
P230	24425.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5192.0
P231	24450.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5215.9
P232	24475.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5239.7
P233	24500.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5263.6
P234	24525.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5287.5

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P235	24550.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5311.3
P236	24575.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5335.2
P237	24600.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5359.1
P238	24625.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5383.0
P239	24650.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5406.8
P240	24675.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5430.7
P241	24700.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5454.6
P242	24725.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5478.4
P243	24750.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5502.3
P244	24775.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5526.2
P245	24800.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5550.1
P246	24825.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5573.9
P247	24850.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5597.8
P248	24875.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5621.7
P249	24900.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5645.5
P250	24925.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5669.4
P251	24950.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5693.3
P252	24975.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5717.1
P253	25000.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5741.0
P254	25025.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5764.9
P255	25050.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5788.8
P256	25075.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5812.6
P257	25100.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5836.5
P258	25125.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5860.4
P259	25150.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5884.2
P260	25175.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5908.1
P261	25200.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5932.0
P262	25225.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5955.9
P263	25250.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	5979.7
P264	25275.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6003.6
P265	25300.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6027.5
P266	25325.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6051.3
P267	25350.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6075.2
P268	25375.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6099.1
P269	25400.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6123.0

P270	25425.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6146.8
P271	25450.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6170.7
P272	25475.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6194.6
P273	25500.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6218.4
P274	25525.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6242.3
P275	25550.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6266.2
P276	25575.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6290.0
P277	25600.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6313.9
P278	25625.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6337.8
P279	25650.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6361.7
P280	25675.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6385.5
P281	25700.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6409.4
P282	25725.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6433.3
P283	25750.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6457.1
P284	25775.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6481.0
P285	25800.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6504.9
P286	25825.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6528.8
P287	25850.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6552.6
P288	25875.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6576.5
P289	25900.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6600.4
P290	25925.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6624.2
P291	25950.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6648.1
P292	25975.00 0	25.000	0.48	11.9	0.48	11.9	6672.0
P293	26000.00 0	12.500	0.48	6.0	0.48	6.0	6683.9

