

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Kasdi Merbah-Ouargla

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie civil et Hydraulique

Référence :/2022



جامعة قاصدي مرباح - ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية و الري

المرجع :/2022

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master, Filière : TRAVAUX PUBLICS

Spécialité : VOIES ET OUVRAGES D'ART

THEME:

**Etude De La Route Reliant Goug à Temacine sur
13Km Avec Traitement de la section de sebkha
(EL-Bohira)**

Présenté par :

➤ BOULIF Chahrazad

KEBAILI Nabil

TALBI Mohammed Abdallah

CHAHED Ali Haider

MIHOUBI Boubakeur

M.C.A. U.K.M. Ouargla

Doctorant U.K.M. Ouargla

M.C.B. U.K.M. Ouargla

Ing. D.T.P. Ouargla

Président

Examineur

Encadreur

Co-Encadreur

Promotion: Juin 2022

Remerciements

Nous exprimons toute notre gratitude et sincère dévouement à Dieu tout Puissant qui grâce à son aide nous avons terminé ce modeste travail.

Nous remercions notre famille, la source de toute notre force.

Nous tenons à remercier chaleureusement nos encadreurs

Mr. CHAHED Ali Haider

Mr. MIHOUBI Boubakeur

qui grâce à leurs efforts que ce travail est achevé.

Nous remercions les ingénieurs de la DTP d'Ouargla.

Nous remercions les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions les enseignants du département de Génie civil et Hydraulique.

Également, nous remercions nos amies pour leur collaboration et leur soutien moral.

Surtout Bencheikh .I.

المخلص

الغرض من هذا العمل هو تقديم دراسة تفصيلية عن طريق بطول 13 كلم يربط بين قرية قوق ومدينة تماسين حيث يمر هذا القسم بمنطقة السبخة (البحيرة).

إن الغرض من دراسة المشروع هو إيجاد حل تقني واجتماعي اقتصادي لربط المباشر بين المنطقتين وإيجاد طريقة لمعالجة السبخة، وذلك من أجل الموازنة بين التصميم الجيد، الأمان والرفاهية لمستعملها من جهة والجانب الاقتصادي من جهة أخرى وهذا وانطلاقا من المسح الطبوغرافي والسرعة المرجعية وقد تم تصميم المقطع الطولي، مسار الطريق والمقطع العرضي. وفيما يخص تحديد سمك كل طبقة للطريق. واخيرا نختتم بتقدير مالي للمشروع بناء على جدول كميات.

Abstract

The purpose of this work is to present a detailed study of a 13km long road linking the village Goug with the city of Temacine were this section passes in the sabkha area.

In ordre to balance good design, safety and comfort for its users on hand the economic aspect on the other hand

On based the TopographicSurvey and the referencespeed, the longitudinal section, the road path and the cross section have been designed

With regard to déterming the thickness of each layer of the road,

We will conclude with a financial estimate for the Project based on a Schedule of quantities.

RÉSUMÉ

Le présent travail a pour but de présenter une étudedétaillée d'un tronçon de route de 13 Km reliant le village de Goug et la ville de Temacine, ce tronçon traverse une zone de sebkha.

Le but de cette étude du ce projet est de trouver une solution technique et socioéconomique pour une connexion directe et un rapprochement entre les deux villes avec une proposition d'un moyen de traitement sebkha.

La route doit être construite avec beaucoup de So in et de rigueur, de façon d'équilibrer entre la bonne conception, la sécurité et le confort des usages d'une part et les aspects économiques d'autre part.

Les études techniques sont faites à partir de fond topographique, en fonction des vitesses de référence, de dresser le différent profil : le profil en long, les profils en traverse et le trace en plan.

La détermination des différentes épaisseurs de chaussée fait suite à l'analyse des données géotechniques et à l'utilisation des différents méthodes de dimensionnement et finalement on conclure par une estimation financière de projet basant sur un devis quantitatif et estimatif récapitule tous les travaux.

sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	01
CHAPITRE 01 : PRESENTATION GENERALE	
1. Introduction	02
2. Présentation de la wilaya de Touggourt.....	02
3. Présentation du projet.....	02
4. Aperçu Géologique.....	03
5. Climatologie.....	03
6. Description de projet	03
7. Objective du projet	04
8. Conclusion	04
CHAPITRE 02 : ETUDE DU TRAFIC	
1. Introduction.....	05
2. Analyse du trafic.....	05
3. La Mesure Des Trafic.....	05
4. Modèles De Présentation De Trafic.....	07
5. Calcul De La Capacité.....	08
6. Application Au Projet	10
7. Conclusion.....	11
CHAPITRE 03 : TRACE EN PLAN	
1. Introduction.....	12
2. Règles A Respecter Dans Le Tracer En Plan	12
3. Les Eléments Du Trace En Plan	13
4. Combinaison Des Eléments De Trace En Plan	18
5. La Vitesse De Référence De Base.....	19
6. Paramètres Fondamentaux.....	20
7. Conclusion	22
CHAPITRE 04 : PROFIL EN LONG	
1. Introduction.....	23
2. Règles A Respecter Dans Le Trace Du Profil En Long	23
3. Coordination Du Trace En Plan Et Profil En Long	24
4. Déclivités.....	24
5. Raccordements En Profil En Long	25
6. Détermination pratique du profil en long.....	27
7. Application Au Projet	29
8. Conclusion	29
CHAPITRE 05 : PROFIL EN TRAVERS	
1. Introduction.....	30
2. Les Eléments Constitutifs De Profil En Travers.....	30
3. Classification De Profil En Travers	31
4. Application Au Projet.....	32
5. Conclusions	32
CHAPITRE 06 : CALCUL DE CUBATURES	
1. Introduction.....	33
2. Cubature Des Terres	33
3. Méthode De Calcul Des Cubatures	34
4. Mouvements Des Terres	35
5. Conclusions	36
CHAPITRE 07 : ETUDE GEOTECHNIQUE	
1. Introduction.....	37
2. Les Essais De La Reconnaissance.....	37

3. Les Essais D'identifications.....	37
4. Conditions D'utilisation Des Sols En Remblais.....	38
5. Les Moyens De Reconnaissance.....	39
6. Interprétation Des Résultats D'essais.....	39
7. Etude des matériaux utilisés d'emprunt pour les remblais.....	39
8. Conclusion.....	40
CHAPITRE 08 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSÉE	
1. Introduction.....	41
2. La Chaussée.....	41
3. Constitution Et Rôle D'une Chaussée	43
4. Principe De Fonctionnement Des Chaussées Souples	44
5. Paramètres Pris En Compte Pour Le Dimensionnement.....	44
6. Interprétation Des Résultats D'essais.....	45
7. Application au projet.....	48
8. Conclusion.....	52
CHAPITRE 09 : TRAITEMENT DE SECTION SABKHA	
1. Introduction.....	53
2. Les Sols Compressibles.....	53
3. Les Sols De Sebkha.....	53
4. Étude Géotechnique.....	54
5. Qu'est Ce Qu'un Ge synthétique.....	54
6. Les Fonctions Principales Des Ge synthétiques.....	56
7. Solutions proposées.....	58
8. La Procédure De Réalisation Est Comme Suit.....	58
9. Application.....	60
10. Conclusion.....	60
CHAPITRE 10 : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE	
1. Signalisation.....	61
2. Application Au Projet	64
3. Eclairage.....	66
CHAPITRE 11:DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	67
CONCLUSION GENERALE	69
REFERENCES BBILIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

Fig.1.1.Carte administrative d'Algérie.....	02
Fig.1.2.Zone du projet.....	03
Fig.1.3.Localisation de Temacine.....	03
Fig.3.1.Les éléments du tracé en plan.....	13
Fig.3.2.L'élément de la Clothilde.....	16
Fig.3.3.Courbe en S.....	18
Fig.3.4.Courbe à sommet.....	18
Fig.3.5.Courbe en C.....	18
Fig.3.6.Courbe en ovale.....	19
Fig.3.7.Tracé en plan (planche n°10/20).....	22
Fig.4.1.La courbe du profil en long.....	26
Fig. 4.2.Profil en long.....	28
Fig.5.1.Les éléments de profil en travers.....	30
Fig.5.2.Profil en travers.....	32
Fig.6.1.Profil en travers du terrain Naturelle.....	33
Fig.6.2.Volume des tronçons.....	34
Fig.6.3.Profil en travers.....	34
Fig.8.1.Les différent types de chaussée.....	41
Fig.8.2.Corps de chaussée.....	42
Fig.8.3.Structure type d'une chaussée souple.....	43
Fig.8.4.Schémas de fonctionnement d'une structure de chaussée.....	44
Fig.8.5.La démarche du catalogue	48
Fig.8.6.Classification du trafic poids lourd (en RP1).....	50
Fig.9.1.Schémas de type géotextile.....	55
Fig.9.2.Schémas des géo membranes et les géo synthétiques.....	56
Fig.9.3.Schémas de géo-synthétique.....	56
Fig.9.4.1Schémas du préparer le fond de forme.....	58
Fig.9.4.2Schémas du préparer le fond de forme.....	58
Fig.9.5. Schémas de la couverture de la géogrid.....	59
Fig.10.1.Représente un marquage longitudinal des lignes discontinues.....	63
Fig.10.2.Types de modulation.....	64
Fig.10.3.Représente Paramètres de l'implantation.....	66

LISTE DES TABLEAUX

Tab.2.1.Coefficient d'équivalence « P ».....	09
Tab.2.2.Coefficient « K_1 ».....	09
Tab.2.3.Coefficient « K_2 ».....	09
Tab.2.4.Capacité théorique « C_{th} ».....	09
Tab.3.1.Paramètres fondamentaux.....	19
Tab.3.2.Cordonné du sommet de la trace en plane.....	20
Tab.4.1.Valeur de I max Selon le B40.....	24
Tab.8.1.Coefficient d'équivalence.....	47
Tab.8.2.Classe de portance du sol support.....	52
Tab.9.1.Fonctions principales des géosynthétiques.....	56
Tab.9. 2.Types et fonctions des différents géosynthétiques.....	57

INTRODUCTION GENERALE

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

Pour atteindre cet objectif notre étude s'inscrit parfaitement dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

Ce présent projet de fin d'études s'intitule :

Etude De La Route Ruellant Goug à Temacine sur 13Km Avec Traitement de section Sebkhha (El-Bohira)

L'objectif visé dans ce projet est de faire cette étude tout en respectant les normes routières en général et celles correspondant aux milieux sahariens en particulier.

La démarche suivie pour mettre à terme cette étude, est la suivante :

Après la présentation du projet qui constitue le premier chapitre, le deuxième chapitre est consacré à l'étude de trafic. L'étude géométrique est traitée au chapitre troisième. Le quatrième et cinquième chapitre regroupent respectivement l'étude de trace en plan, profil on long et profil en travers type. Le sixième chapitre est réservé aux calculs de cubatures, alors que l'étude géotechnique à fait l'objet du septième chapitre.

Le chapitre huitième résumé l'étude du dimensionnement de la chaussée. Le chapitre neuvième est consacré pour le traitement de section de Sabkha. Le chapitre dixième traite la signalisation. Et en fin nous terminons la présente étude par une estimation financière associée à une conclusion générale.

Chapitre 01

PRESENTATION GENERALE

- ✚ INTRODUCTION
- ✚ PRÉSENTATION DE LA WILAYA DETOUGGOURT
- ✚ PRÉSENTATION DU PROJET
- ✚ APERÇU GÉOLOGIQUE
- ✚ CLIMATOLOGIE
- ✚ DESCRIPTION DU PROJET
- ✚ OBJECTIF DU PROJET
- ✚ CONCLUSION



1) INTRODUCTION

Le présent chapitre de ce mémoire expose la région de Touggourt et donne un aperçu géologique et climatologique de la wilaya. De plus, il comporte une description générale de notre projet.

2) PRÉSENTATION DE LA WILAYA DE TOUGGOURT

La nouvelle wilaya Touggourt, est une oasis du nord du Sahara algérien. Elle est la capitale et la plus importante ville de l'Oued Righ, un fleuve fossile. Elle est située à la limite nord du Grand Erg oriental, à 160 km au nord-est d'Ouargla, à 100 km d'El Oued, à 225 km au sud de Biskra et à 660 km environ au sud-est d'Alger.

Touggourt est une cité historique dynamique. Son agglomération urbaine compte 143 270 en 2008.

Touggourt est desservie par un aéroport situé à 9 km au sud-est de la ville, à côté du village et de la station agricole expérimentale de Sidi-Mahdi.

Elle se trouve sur l'axe oriental saharien, qui relie le Nord algérien, aux principales régions oasiennes : Biskra, le OuedSouf, ainsi que les régions pétrolières ; au-delà, cet axe peut soit rejoindre El Menia, soit s'enfoncer vers le sud-est à travers un couloir inter dunaire du Grand Erg oriental en direction du Tassili n'Ajjeret de Djanet

La ville dispose d'une gare ferroviaire, terminus pour la voie ferrée du sud-est algérien, construite en 1910, et allant vers Biskra.



Fig.1.1. Carte administrative d'Algérie

3) PRÉSENTATION DU PROJET

Le tronçon de routier se situe à la wilaya de Touggourt au territoire de la daïra de Tamacine il est un tronçon reliant entre la ville de Goug et la ville de Tamacine sur 13Km

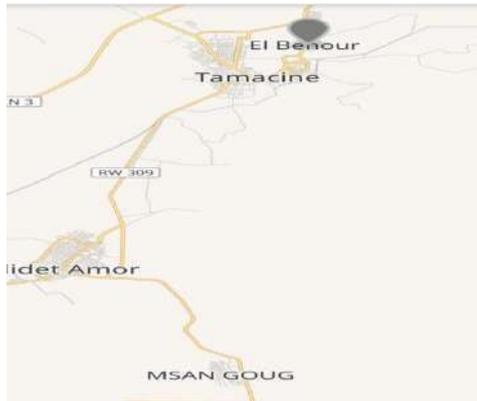


Fig.1.2.Zone du projet

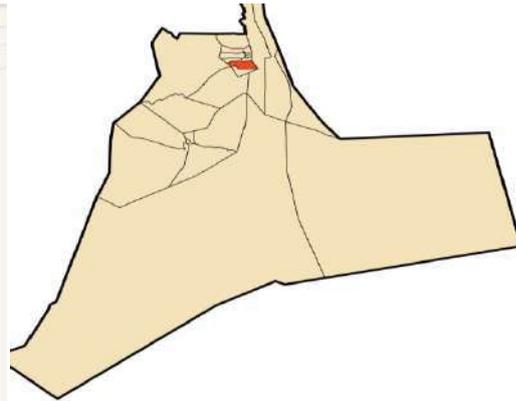


Fig.1.3.Localisation de Temacine

4) APERÇU GÉOLOGIQUE

La Wilaya de Touggourt est située dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio-quaternaires, des affleurements éocènes et crétacés se rencontrent néanmoins à l'Est. Elle se trouve dans une région très peu accidentée, tectoniquement stable du point de vue lithologique et pétrographique, on rencontre dans les affleurements, à travers le territoire de la Wilaya, des alluvions sédimentaires, des sebkhas et croûtes gypso salines, des sables éoliens mobiles, des regs.

5) CLIMATOLOGIE

Le projet est situé dans la zone saharienne caractérisé par son climat sec désertique et une aridité qui s'exprime par une sècheresse permanente. La pluviométrie annuelle ne dépasse pas 43 ml, et les pluies sont rares et se manifeste généralement sous forme d'orages. Les températures de la région sont nettement plus contrastées que dans les autres oasis sahariennes. Les écarts thermiques oscillent pendant l'été entre 30° et 52°C à l'ombre et pendant l'hiver entre 0/5 la nuit et 20/25° le jour. Les vents sont fréquents pendant toute l'année surtout durent la période de Mars à Juin avec des vitesses variables.

6) DESCRIPTION DU PROJET

L'étude a été initiée par la direction des travaux publics de la wilaya Ouargla, faisant l'objet du présent mémoire et qui s'intitule : **Etude De La Route reliant Goug à Temacine sur 13 Km Avec traitement de section Sebkh (EL-BOHIRA)** L'étude traite un nouveau tracé de route et qui est implanté dans un environnement topographique complexe présence zone sebkha, sable et gypse.

7) OBJECTIF DU PROJET

Ce projet est pour objectif la liaison entre le village **Goug** et la ville **Temacine** avec traitement de la section sebkha.

La construction d'une route traversant des sols de faible portance nécessite la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics

8) CONCLUSION

La conception de la route dépend généralement du climat et de la nature du sol qui présente des caractéristiques de celles des routes sahariennes en milieux humides ou semi- arides.

Chapitre 02

ETUDE DU TRAFIC

- ✚ INTRODUCTION
- ✚ ANALYSE DU TRAFIC
- ✚ CALCUL DU TRAFIC
- ✚ MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC
- ✚ CALCUL DE LA CAPACITE
- ✚ APPLICATION AU PROJET
- ✚ CONCLUSION



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 : permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : 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.

c) - Différents type trafics :

c).1 - Trafic normal : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.

c).2- 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).3- 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.

c).4-Traffic 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 :

$$T_n = T_0 (1+\tau)^{nn}$$

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.

5) CALCUL DE LA CAPACITE D'UNE ROUTE

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.

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

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

Tel que :

- ✓ **Z** : le pourcentage de poids lourds.
- ✓ **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route et de l'environnement.
- ✓ **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.

b) Trafic effectif :

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

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.

Tab2.1.Coefficient d'équivalence « 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

c) Evaluation de la demande :

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

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

d) Evaluation de l'offre :

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

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

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.

Tab2.2.Coefficient « K_1 »

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tab2.3.Coefficient « K_2 »

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

Tab3.4.Capacité théorique « 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 1800 uvp/h/sens

E) 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 :

$$Q \leq Q_{adm}$$

✓ Chaussée unidirectionnelle :

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 la DTP Ouargla ; on a ce qui suit :

- Le trafic à l'année 2017 $TJMA_{2017} = 1300$ v/j
- Catégorie des routes : C4.
- Environnement : E1.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4$ %
- La vitesse de base sur le tracé $VB = 80$ km/h
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 40$ %
- L'année de mise en service sera en 2022
- La durée de vie estimée de 20 ans

b) - Projection future de trafic :

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

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2022)

$TJMA_0$: trafic à l'année zéro (origine 2017)

$$TJMA_{2022} = 1300 \cdot (1 + 0,04)^5 = 1581,64 = 1582 \text{ v/j.}$$

Traffic à l'année (2042) pour une durée de vie de 20Ans

$$TJMA_{2042} = 1582 \cdot (1 + 0,04)^{20} = 3466 \text{ v/j.}$$

c) - Calcul du trafic effectif :

$$TJMA_{2042} = 3466 \text{ v/j}$$

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

avec:

P: coefficient d'équivalence pris pour convertir les poids lourds, Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E_1 on a $P=2$

Z: le pourcentage de poids lourds est égal à **40%**

$$T_{\text{eff}} = 3466 \times [(1 - 0.4) + 2 \times 0.4] = 4852$$

d) - Débit de pointe horaire normale:

$$T_{\text{eff}} = 4852 \text{ uvp/h}$$

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

Avec:

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

$$Q = 0.12 \times 4852 = 582.48 = 583 \text{ uvp/h}$$

$$Q = 583 \text{ uvp/h}$$

E) - Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée

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

K₁: coefficient correcteur pris égal à **0.75** pour (E_1)

K₂: coefficient correcteur pris égal à **1** pour environnement (E_1) et catégorie (C_4)

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

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

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

$C_{\text{th}} = 1500$ (d'après le B40 pour une chaussée à 2 voies)

$$Q_{\text{adm}} = 1 \times 0.75 \times C_{\text{th}}$$

$$Q_{\text{adm}} = 1 \times 0.75 \times 1500$$

F) - Le nombre des voies

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

$$Q_{\text{adm}} = 1125 \text{ uvp/h}$$

Avec $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (583/1125) = 0.345 \approx 1$$

Donc : $N = 1$ voie /sens.

7) CONCLUSION

D'après les calculs précédents on conclut que la conception imposée par le maître d'ouvrage répond aux exigences du B40 :

- ✚ Le profil de notre projet est **bidirectionnel**
- ✚ Largeur Chaussée 7m de 02 voies (2 × 3.5m)
- ✚ Largeur d'accotement égal 2 m

- ✚ INTRODUCTION
- ✚ REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE ENPLAN
- ✚ LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN
- ✚ COMBINAISONS DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN
- ✚ LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE)
- ✚ PARAMETRES FONDAMONTAUX
- ✚ CONCLUSION



1) INTRODUCTION

Le tracé en plan d'une route est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs. Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont donnés directement dans 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 ENPLAN

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 ont 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 ».

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, on adopte, si cela n'augmente pas le coût 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 au maximum les propriétés privées.
- ✚ Eviter le franchissement des oueds en minimisant au maximum le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des raisons 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 tracé.

3) ELEMENTS DU TRACE EN PLAN

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

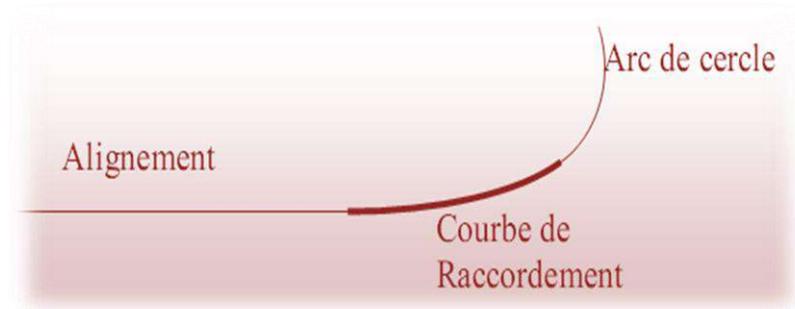


Fig3.1.Les éléments du tracé en plan

3)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**.

$$L_{\min} = 5 V$$

Avec(V en (m/s)) Et

$$L_{\min} = 5 \frac{Vb}{3.6}$$

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

$$L_{\max} = 60 V$$

Avec(V en (m/s)) Et

$$L_{\max} = 60 \frac{Vb}{3.6}$$

V_b = vitesse de base en km/h

3) 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.

3) 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.

3) b-2. rayon horizontal minimal absolu

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

f_t : coefficient de frottement transversal

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

3) b-3. Rayon minimal normal :

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

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

3) 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 $d_{min} = 3\%$.

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

3) b-5. Rayon minimal non déversé :

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

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

Pour la catégorie 1-2

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

Pour la catégorie 3-4-5 avec

$f^* = 0.07$ caté 3

$f^* = 0.075$ catégorie 4-5

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

- Il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm} , on utilise autant que possible des valeurs de rayon \geq à R_{HN} .
- Les rayons compris entre R_{Hm} et R_{Hd} sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.

Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$:

$$d = d_{\max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}} \right) \times \frac{d_{\max} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

Si $R_{HN} < R < R_{Hd}$

$$d = d_{\min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) \times \frac{d_{\min} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hd}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

Les rayons compris entre R_{Hd} et R_{Hnd} sont en dévers minimal d_{\min} .

- Les rayons supérieurs à R_{Hnd} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
 - Un rayon R_{Hm} doit être encadré par des R_{Hn} .
- ❖ **Remarque** : On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

3) 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.

3)-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.

3)-c-1.Expression de la Clothoïde : La courbe est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L(ou longueur

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

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.

3)-c-2.Les éléments de la Clothoïde :

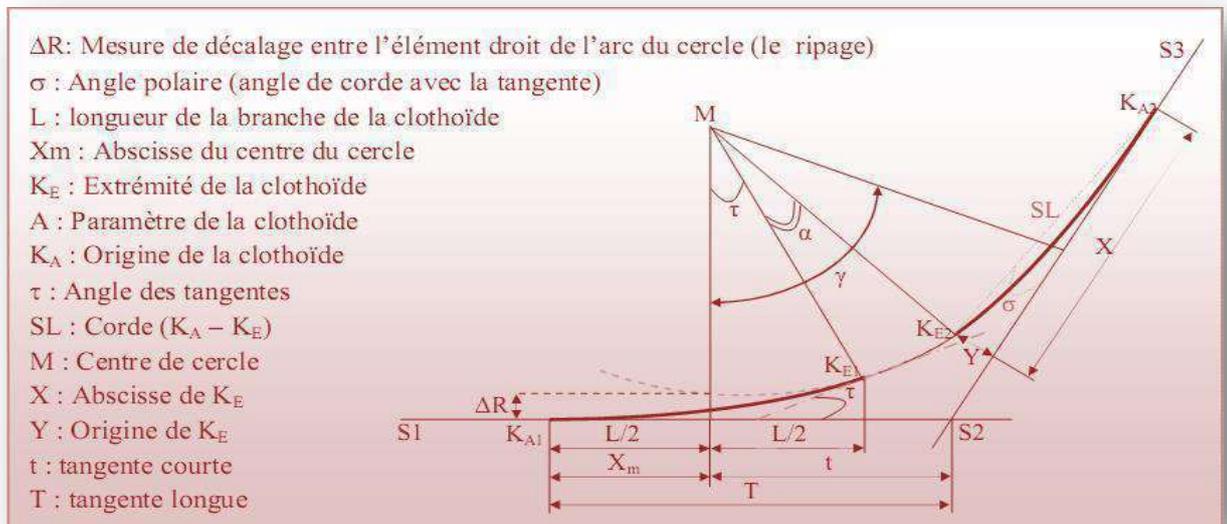


Fig3.2.éléments de la Clothilde

3)-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'usager 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. $\alpha \geq 3^\circ$

soit $\alpha \geq 1/18 \text{ rad}$

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

$R/3 \leq A \leq R$

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

Pour $1500 < R < 5000 \text{ m}$ $\alpha \geq 1/18 \text{ rad}$ c'est à dire $L \geq R/9$

Pour $R < 5000 \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m 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 : $(\frac{V^2}{R} g \cdot \Delta d)$ 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 :

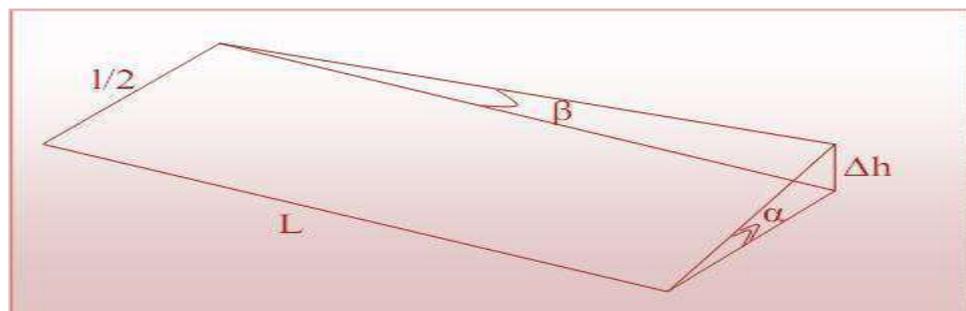
$$L \geq 1 + \frac{V_B^2}{18} \times \left(\frac{V_B^2}{127R} - \Delta d \right)$$

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 : $L \geq l \cdot \Delta d$

l : largeur de la chaussée

4) COMBINAISONS DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN

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

4)-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

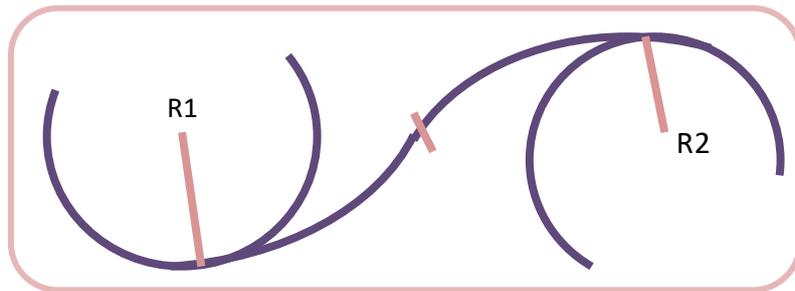


Fig3.3.Courbe en S

4)-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.

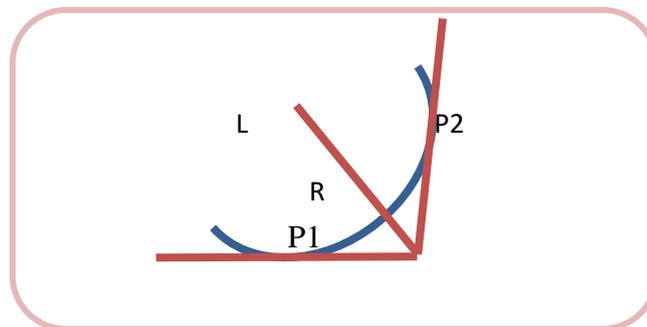


Fig3.4.Courbe à sommet

4)-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.

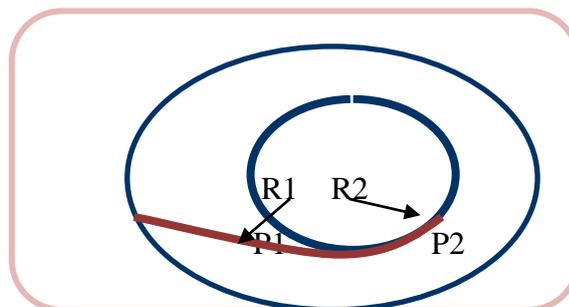


Fig3.5.Courbe en ovale

4)-d. Courbe en C :

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

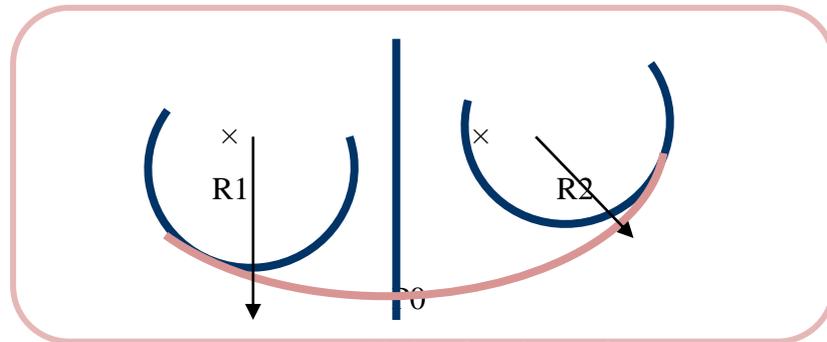


Fig3.6.Courbe en C

5) VITESSE DE REFERENCE (DE BASE)

La vitesse de référence (V_r) c'est le paramètre qui permet de déterminer les 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....).

5)-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.

5)-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 bonnes conditions normales.

6) PARAMETRES FONDAMENTAUX

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C4, dans un environnement E1, avec une vitesse V.

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

Tab3.1.Paramètres

Paramètres	symboles	valeurs	unités
Vitesse	V	80	km/h
Longueur minimale	L_{\min}	111.11	m
Longueur maximale	L_{\max}	1333.33	m
Devers minimal	d_{\min}	3	%
Devers maximal	d_{\max}	8	%
Temps de perception réaction	t_1	1.8	S
Frottement longitudinal	f_L	0.43	
Frottement transversal	f_t	0.15	
Distance de freinage	d_0	59	m
Distance d'arrêt	d_1	99	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	325	m
Distance de visibilité de dépassement normale	d_N	500	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	d_{Md}	200	m
RHm (8%)	RHm	220	m
RHN (6%)	RHN	375	m
RHd (3%)	RHd	800	m
RHnd (-3%)	RHnd	1100	m

Tab3.2.Cordonnées du sommet du tracé en plan

N	POINT	X	Y
1	S1	220100.995	3645300.696
2	S2	220554.425	3645747.605
3	S3	220629.027	3646059.696
4	S4	220737.412	3646346.195
5	S5	220718.408	3646636.529
6	S6	220861.675	3646879.837
7	S7	220917.536	3647184.993
8	S8	221088.087	3647361.420
9	S9	221237.498	3647612.677
10	S10	221617.207	3647958.072
11	S11	221861.535	3648366.510
12	S12	222181.589	3648706.476
13	S13	222241.905	3649015.172
14	S14	222379.386	3649275.734
15	S15	222329.403	3649527.224
16	S16	222402.591	3649923.933
17	S17	222354.752	3650190.442
18	S18	222415.239	3650764.098
19	S19	222373.929	3651016.735
20	S20	222457.241	3651934.107
21	S21	222429.906	3652622.903
22	S22	222500.073	3653028.770
23	S23	222377.885	3653244.260
24	S24	222443.991	3653565.518
25	S25	222407.521	3653707.593
26	S26	222418.984	3653886.429
27	S27	222366.472	3654011.027
28	S28	222377.060	3654164.168
29	S29	222323.739	3654337.992
30	S30	222336.527	3654433.178
31	S31	222300.382	3654531.252
32	S32	222293.327	3654666.411
33	S33	222265.480	3654758.222
34	S34	222243.585	3654967.451
35	S35	222193.866	3655191.704
36	S36	222176.173	3655370.329
37	S37	222128.859	3655528.805
38	S38	222306.735	3655758.818
39	S39	222261.987	3656018.926
40	S40	222222.299	3656394.594
41	S41	221999.240	3656559.339
42	S42	221856.831	3656624.426

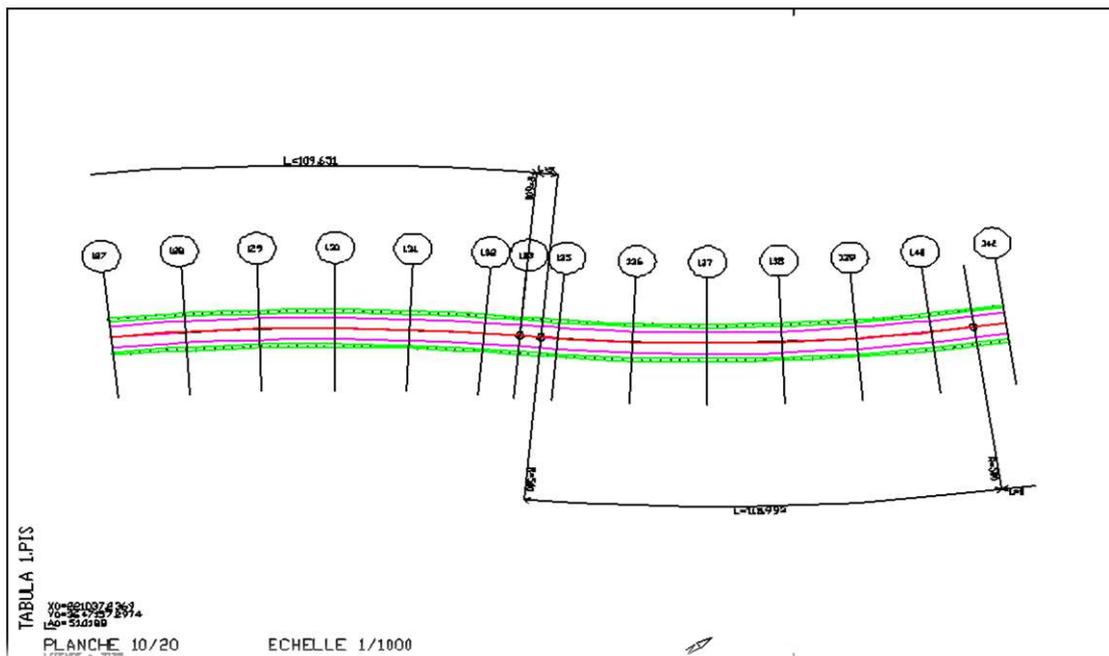


Fig3.7.Tracé en plan (planche n° 10/20)

7) CONCLUSION

Le choix du chemin est la chose la plus importante, et il doit être précis, compatible avec le besoin, exempt de tout défaut et facile à mettre en œuvre

Les résultats de calcul sont joints en annexe par piste 5.05

- ✚ INTRODUCTION
- ✚ REGLES A RESPECTER DANS LE TRACER ENPLAN
- ✚ COORDINATION DU TRACE DU PROFIL EN LONG
- ✚ DECLIVITES
- ✚ RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG
- ✚ DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG
- ✚ APLICATION AU PROJET
- ✚ CONCLUSION



1) INTRODUCTION

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).

Dans le cas des autoroutes, dont les deux chaussées unidirectionnelles sont séparées par un terre-plein central, le profil en long déterminant est une coupe par le milieu du terrain-plein (axe de référence). Le niveau de l'autoroute en cet endroit est la moyenne entre les niveaux des bords intérieurs des chaussées. Si les deux chaussées ne sont pas symétriques, on considérera chacune d'elles indépendamment avec son propre profil en long, placé au milieu de chaque chaussée.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des singularités.

2) REGLES A RESPECTER DANS LE TRACÉ 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.
- Éviter 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.
- Éviter 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.
- Éviter 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 :
- $R_{vertical} > 6 R_{horizontal}$ 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 ($I_{max} = 6\%$) dans le franchissement de la cote

Nota :

Selon le B-40 on a :

Tab4.1. Valeur de I_{max} Selon le B40

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

Pour notre cas la vitesse $V_r=80$ Km/h donc la pente maximale $I_{max}=6\%$.

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 :

5-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 :

$$R_V = \frac{(d_0)^2}{2} (h_0 + h_1 + 2(\sqrt{h_0 h_1}))$$

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 bidirectionnelle et pour une vitesse de base $V_r=80\text{Km/h}$ et pour la catégorie 4 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	3500
Min- normal	R_{vN}	8000
dépassement	R_{vd}	9000

5-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 :

$$R'_V = \frac{d_0^2}{(1.5 + 0.035d_0)}$$

Avec :

d_0 : distance d'arrêt (m).

Pour une vitesse $V_B = 80$ Km/h et catégorie 4 on a le tableau suivant :

Rayon	symbole	Valeur
Mini-absolu	R'_{vm}	1600
Mini-normal	R'_{vn}	2100

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.

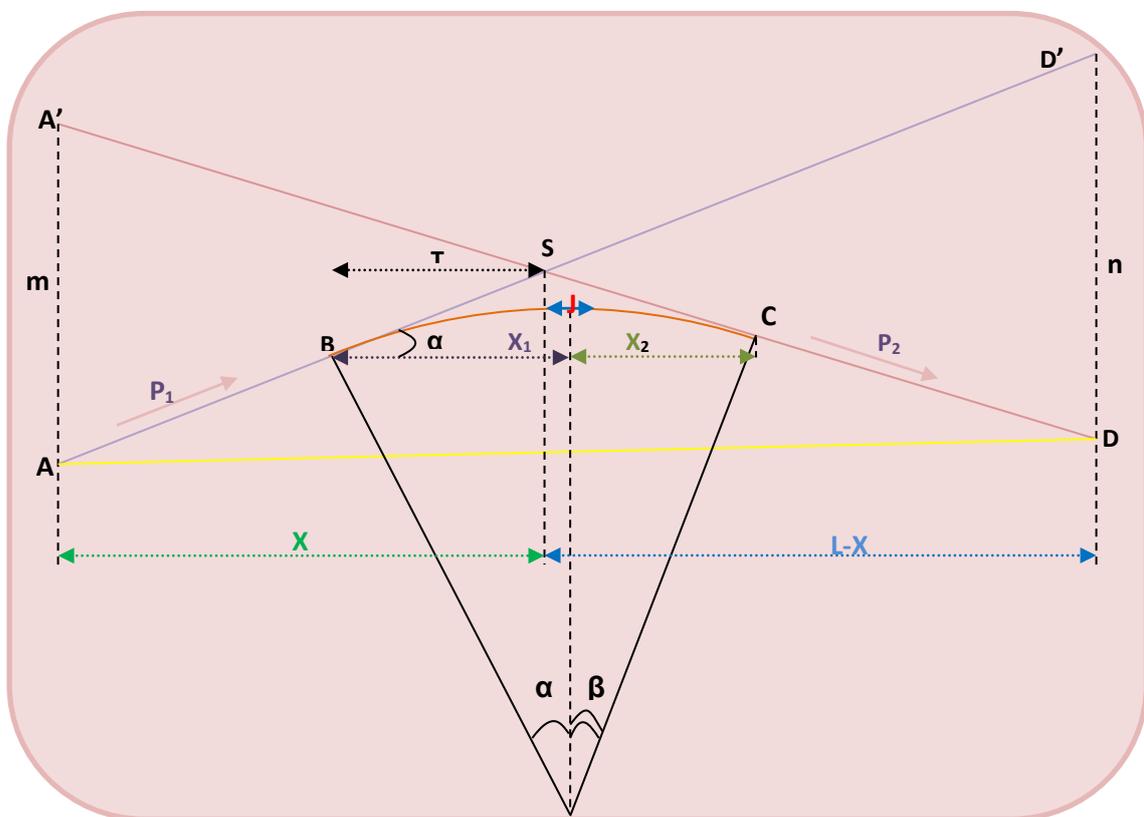


Fig4.1.La courbe du profil en long

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

On a:

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

$$Z_{A'} = Z_D + L.P_1 \quad , \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

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

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

S

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

6-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.

$$BC \left\{ \begin{array}{l} X_B = x_S - T \\ Z_B = z_S + T \cdot P_2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} X_C = x_C + T \\ Z_C = z_C + T \cdot P_2 \end{array} \right.$$

1) Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

2) Calcul de la flèche :

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

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

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

6-d) Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :

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

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

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = R \cdot P_1 \\ X_2 = R \cdot P_2 \end{array} \right.$$

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 ver A et D.

7) APPLICATION AU PROJET

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

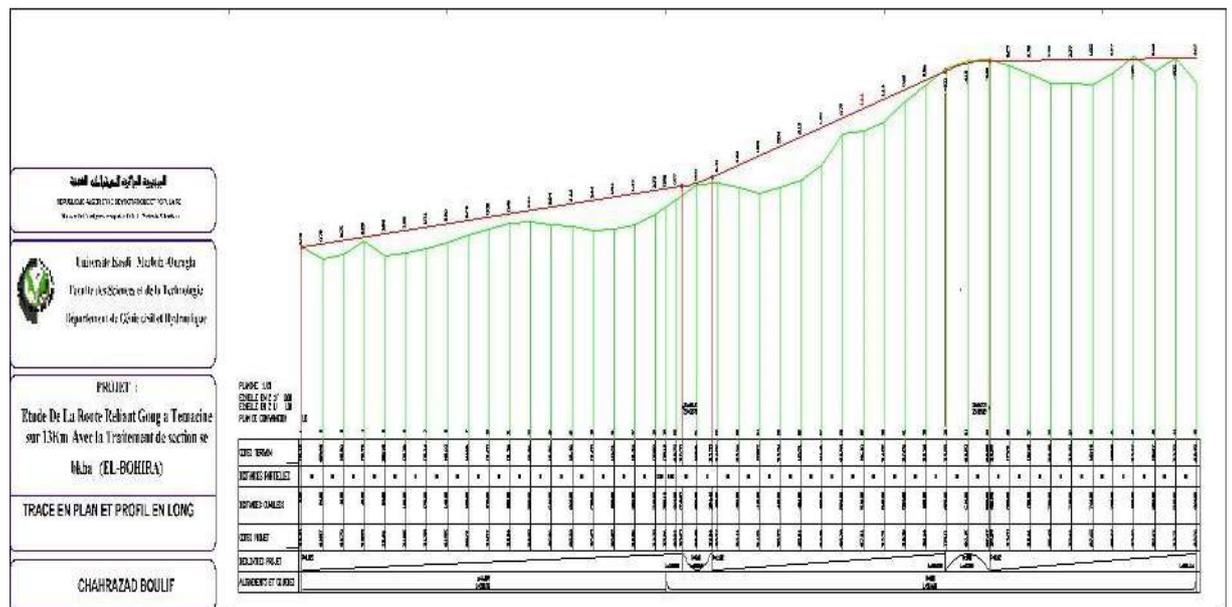


Fig4.2.Profil en long

8) CONCLUSION

La réalisation du profil en long nécessite de choisir un tracé au tracé naturel pour éviter les creusements et remblais excessifs, notamment sur les routes sahariennes.

Les résultats de calcul sont joints en annexe

Chapitre 05

PROFIL EN TRAVERS

-
-  INTRODUCTION
 -  CLASSIFICATION DE PROFIL EN TRAVERS
 -  APPLICATION AU PROJET
 -  CONCLUSION



UNV. KASDI MERBAH OUARGLA

Promotion 2022

1) INTRODUCTION

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) ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS

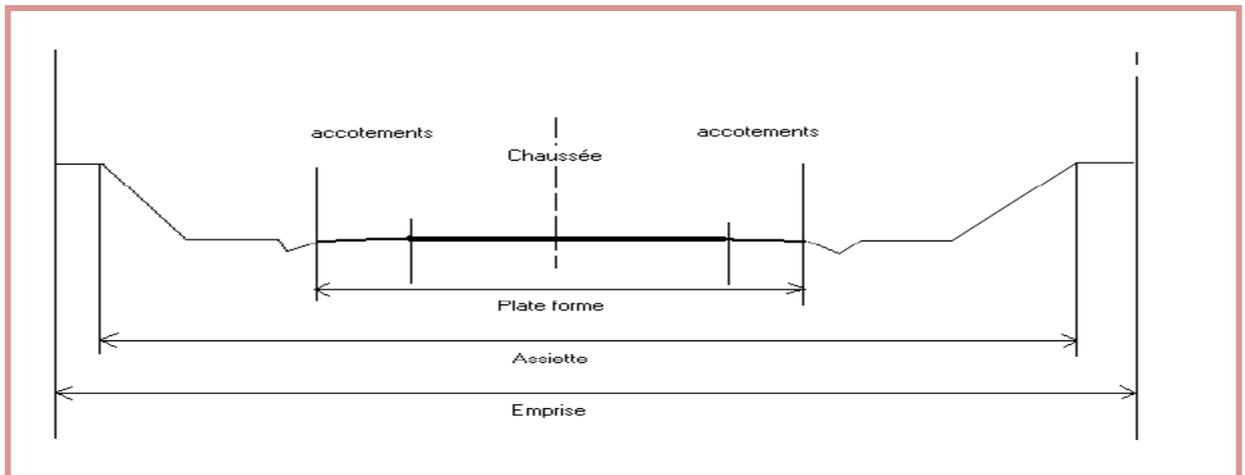
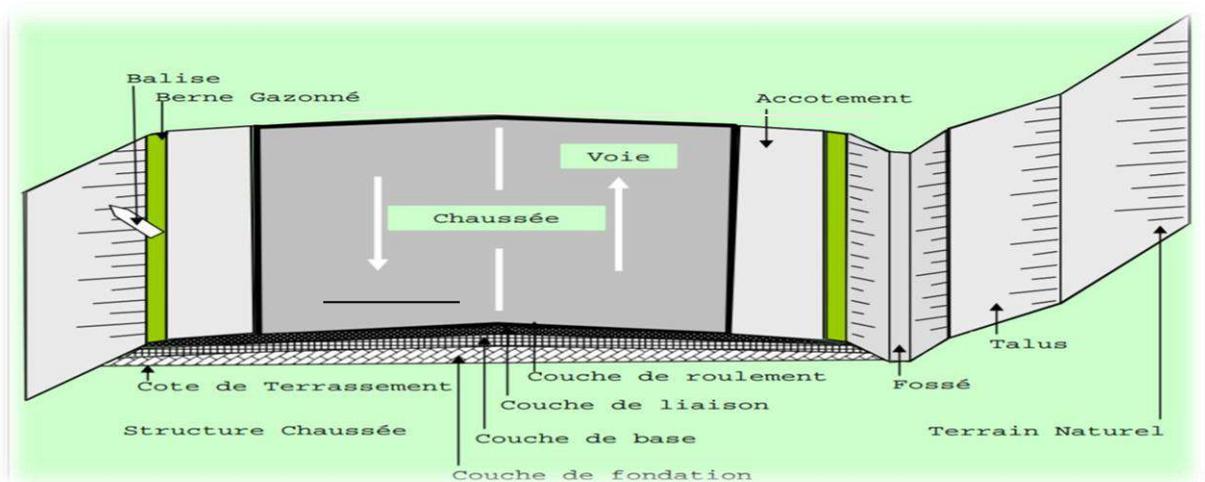


Fig5.1. Eléments de profil en travers



- **Emprise** : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public.
- **Assiette** : c'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

- **Plateforme**: elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre-plein central et bande d'arrêt.
- **Chaussée** : c'est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules.
- **Terre- plein central (T.P.C)** : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- **bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à la chaussée.
- **bande médiane** : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont à implanter.
- **Accotement** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieur d'une berme.
- **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.
- **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.
- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

3) CLASSIFICATION DE PROFIL EN TRAVERS

On distingue deux types de profils :

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

a) Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15, 20, 25m...) qui servent à calculer les cubatures.

b) Le profil en travers type :

C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais) ou mixte.

4) APPLICATION AU PROJET

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- chaussée à double voies : $1 \times (3.5 \times 2) = 7.00\text{m}$
- accotements : $2 \times 2\text{m}$
- plateforme : 11m

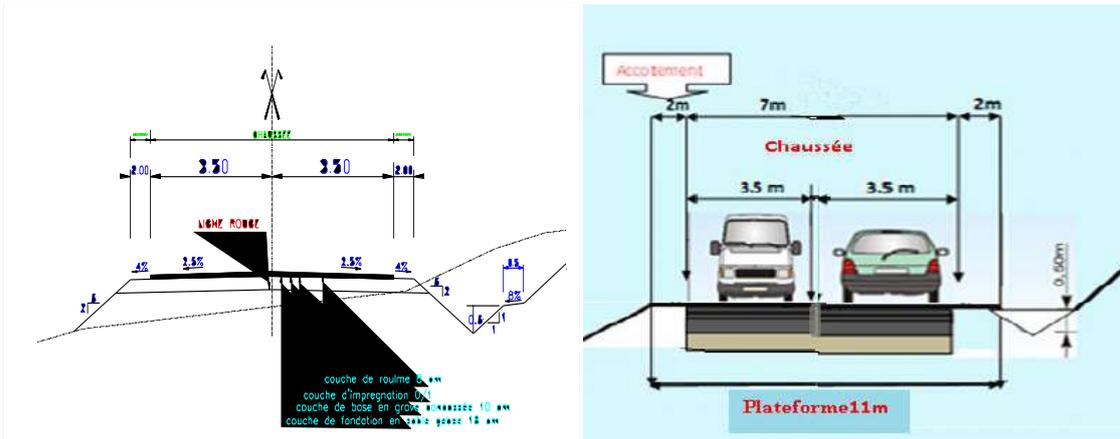


Fig5.2.profil en travers

5) CONCLUSION

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel piste 5.05 les résultats de calcul de profil en travers sont joints en annexe.

Chapitre 06

CALCULS DE CUBATURES

-  INTRODUCTION
-  CUBATURES DES TERRES
-  METHODE DE CALCUL DES CUBATURES
-  MOUVEMENTS DES TERRES
-  CONCLUSION



UNV. KASDI MERBAH OUARGLA
Promotion 2022

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) CUBATURES 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.

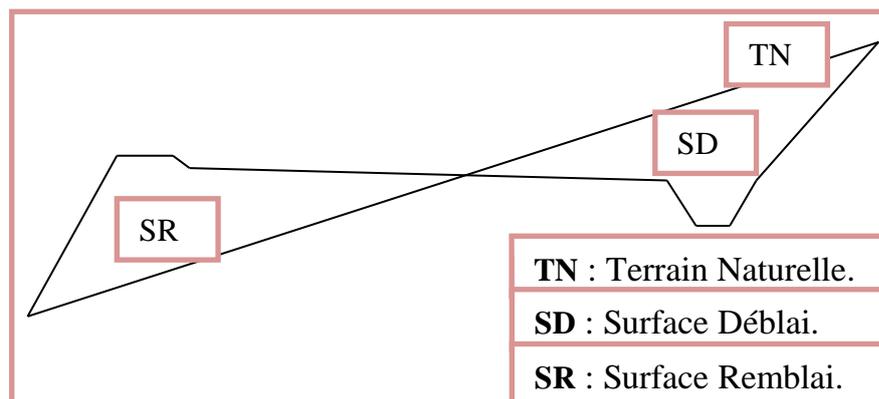


Fig6.1.Profil en travers du terrain naturel

3) METHODES DE CALCUL DES CUBATURES

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

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, ensuite 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.

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

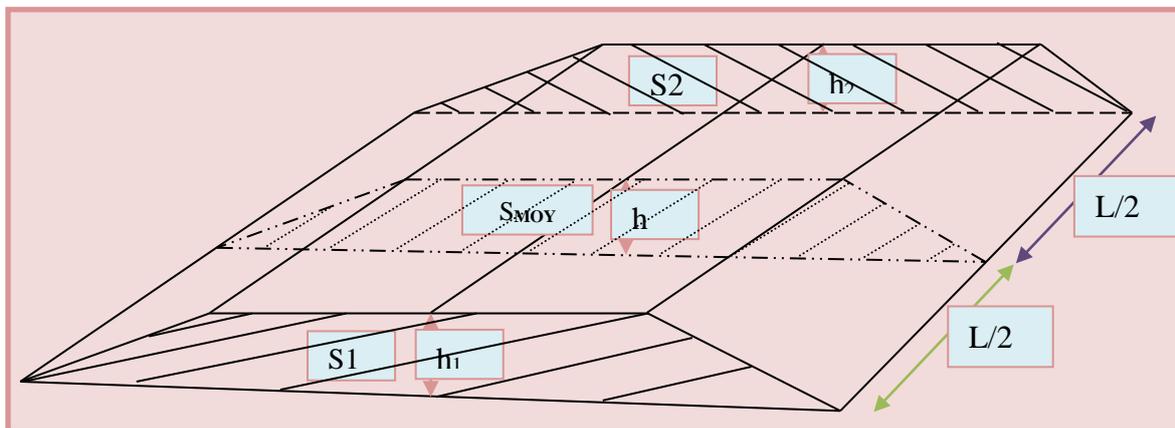


Fig6.2.volume des tronçons

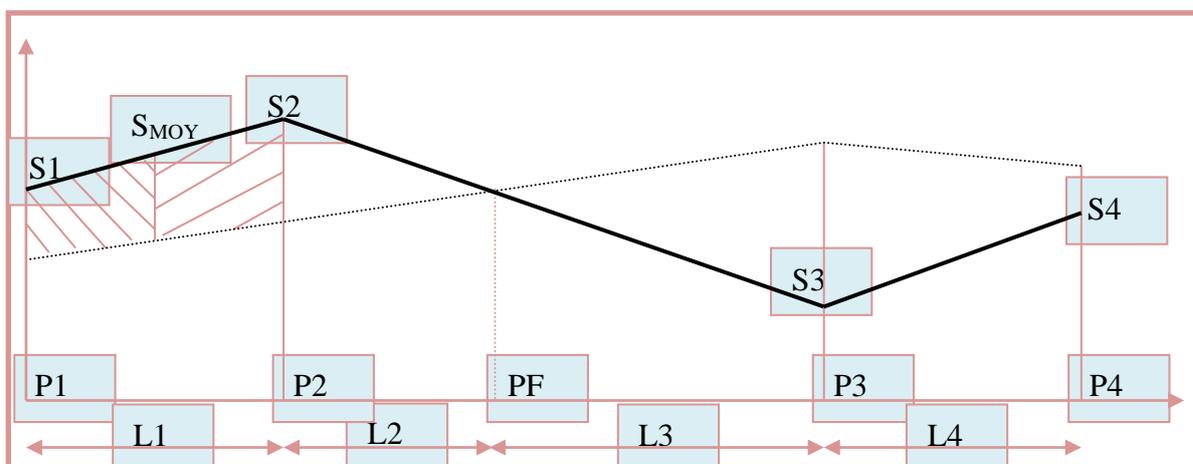


Fig6.3.profil en travers

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

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 membre 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 DE 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) MOUVEMENT DE TRANSPORT

C'est 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 :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

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 passent par une décompression du matériau qui est pénétré par du vide entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux ou gravillons présents 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 :

$$C_f = \frac{V_f}{V_i}$$

V_f volume après remaniement et V_i le volume avant remaniement. C_f dépend de la nature des sols.

5) CONCLUSION

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel piste 5.05

✚ Le volume de déblais est $V_D = 143148\text{m}^3$

✚ Le volume de remblai est $V_R = 61225\text{m}^3$

Voir l'annexe

Chapitre 07

ETUDE GEOTECHNIQUE

- ✚ INTRODUCTION
- ✚ ESSAIS DE RECONNAISSANCE
- ✚ ESSAIS D'IDENTIFICATION
- ✚ CONDITIONS D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS
- ✚ LES MOYENS DE RECONNAISSANCE
- ✚ ETUDE DES MATÉRIAUX UTILISÉS D'EMPRUNT POUR LES REMBLAIS
- ✚ CONCLUSION



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.

2) ESSAIS DE 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) ESSAIS D'IDENTIFICATION

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 Déval :

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-Déval 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 $> 80\text{mm}$.
- Matériaux plastique IP $> 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte 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) Etude des matériaux utilisés 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.

07) PROSPECTION DU SOL SUPPORT

Notre projet traversait une zone basse Sebka constituée du sable à sable graveleux avec ses graves gypseuses ou gypso-argileuses

Vu que la ligne rouge (cote projet) sera confondue en général avec, les sections qui situées dans la zone Sebka dont la différence de niveau inférieure, une couche anti-contaminant en sable des dunes est à prévoir pour ces sections.

On propose le géo-synthétique pour éviter la différence de niveau

8) CONCLUSION

Notre projet traverse une zone connue de partses bonnes caractéristiques physicomécaniques du point de vu 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.

Chapitre 08 DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

- ✚ INTRODUCTION
- ✚ LA CHAUSSEE
- ✚ CONSTITUTION ET ROLE D'UNE CHAUSSEE
- ✚ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES
- ✚ PARAMETRES PRIS ENCOMPTE POUR LE DIMMENSIONNEMENT
- ✚ LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT
- ✚ APPLICATION AU PROJET
- ✚ CONCLUSION



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 ; actions 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) DEFINITION : 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 DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE : Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

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

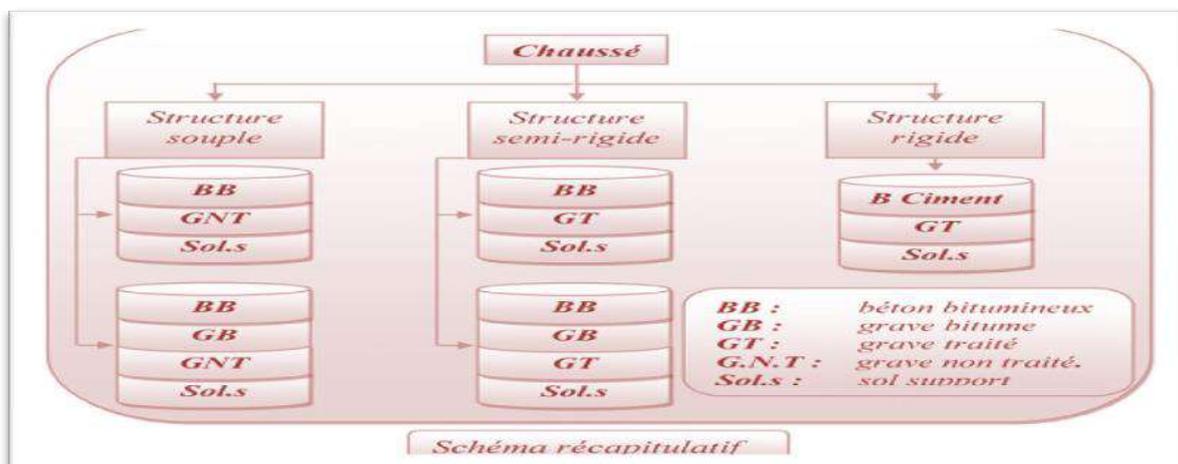


Fig.8.1.Les différents types de chaussée

❖ Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction. Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures. Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini. En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

a)- **Couche de roulement (surface)** : La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés. La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation. La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

b)- **Couche de base** : La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

c)- **Couche de fondation** : Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

d)- **Couche de forme** : La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.



Fig.8.2.Corps de chaussée

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 façon à permettre la reprise des charges extérieures. Une coupe de chaussée est représentée par la figure ci-dessous ;

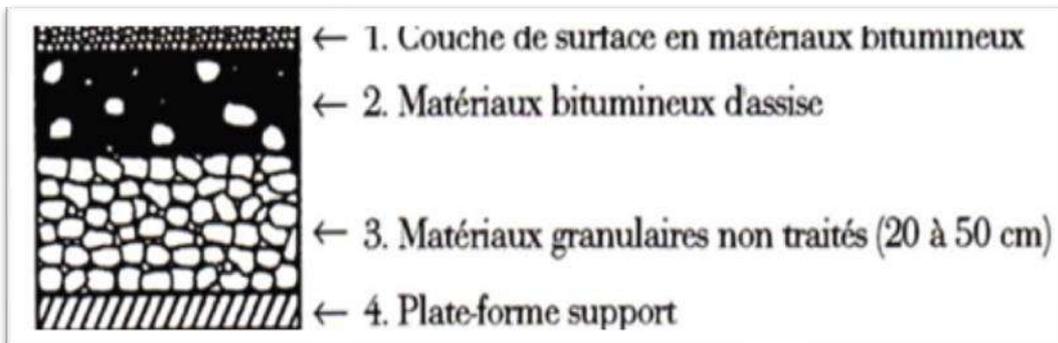


Fig8.3. Structure type d'une chaussée souple

➤ 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**, entre 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 ranger 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 :

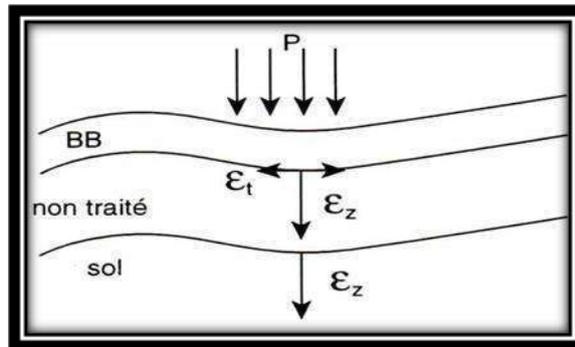


Fig.8.4.Schémas de fonctionnement d'une structure de chaussée

Les efforts verticaux du au trafic sont transmis au support avec une faible diffusion, les contrainte verticales élevés engendre par leur répartition des déformations plastiques qui se répercutent en déformation permanentes à la surface de la chaussée.

5) PARAMETRES PRIS ENCOMPTE POUR LE DIMMENSIONNEMENT

Les critères pris en compte pour dimensionner une chaussée sont :

- Le trafic
- La durée de vie.
- La qualité de la plate forme 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 à 3.5tonnes) .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 du données utilisées 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 » constitue 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 basées sur la détermination de l'indice portant de sol.

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

On distingue deux méthodes approches :

A. Les méthodes empiriques 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**

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 annuel.
- 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 équivalente *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 :

Tab8.1.Coefficient d'équivalence.

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 pré calculées.

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.

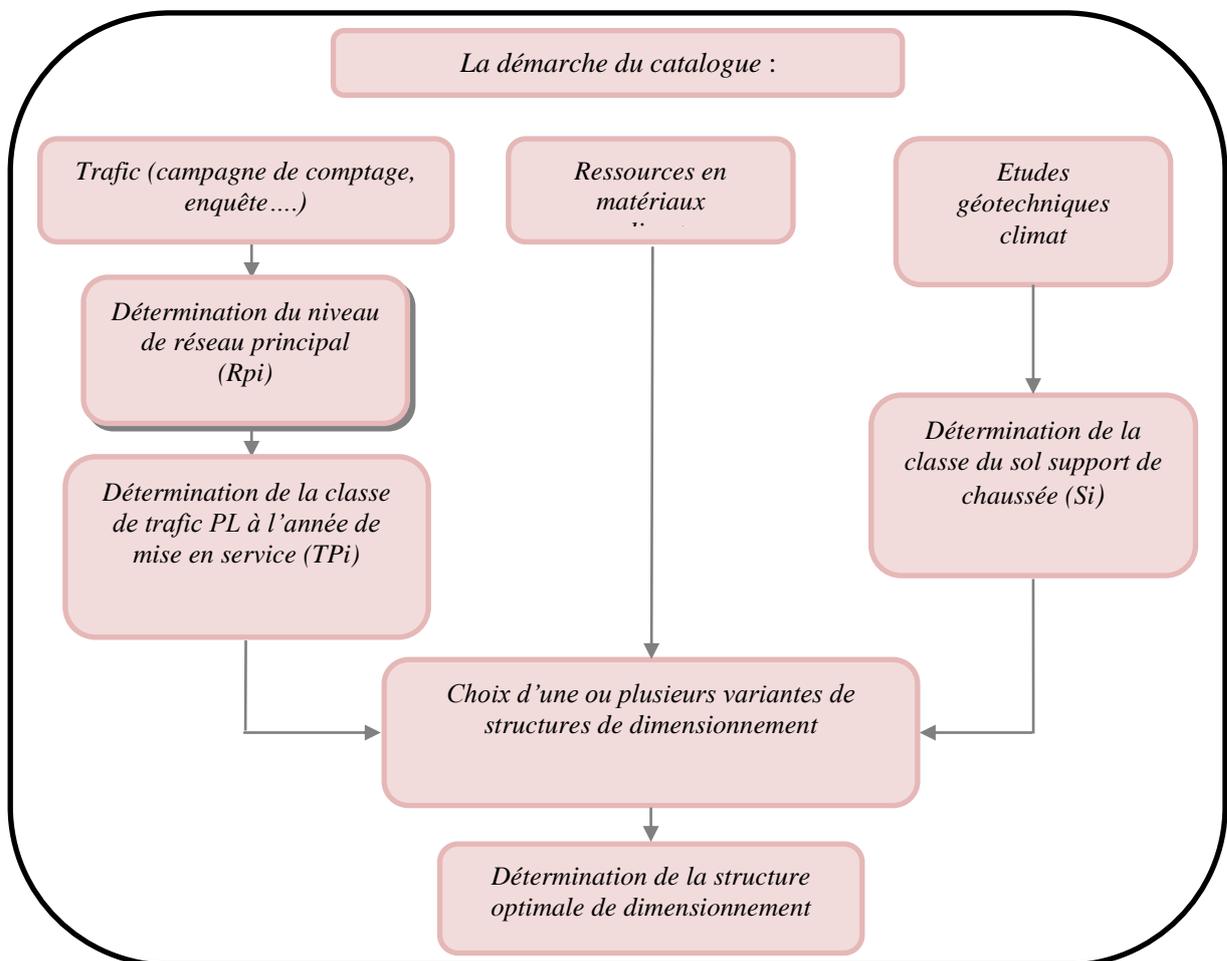


Fig8.5.La démarche du catalogue

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.

a) **METHODE C.B.R :**

❖ **Données de l'étude :**

- Mise en service : 2022
- TJMA₂₀₂₂=1582v/j
- TJMA₂₀₄₂=3466v/j
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 40 \%$
- Le trafic en poids lourd à l'année de mise en service :
 $TMJA_{2022} = 1582 \times 0.5 = 791 \text{ v/sens}$
 $TPL_{2022} = 791 \times 0.4 = 317 \text{ PL/j/sens}$
- Le trafic en poids lourd à fin de durée de vie :
 $TPL_{2042} = TPL_{2022} (1 + \tau)^{20}$
 $317(1+0.04)^{20} = 571 \text{ PL/ j/sens}$

$$MJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \text{ t/ans} \Rightarrow 1300 \times 365 \times 1.5 = 711750 \text{ (t/ans)} > 100000 \text{ (t/ans)}$$

❖ **Détermination de N_{PL2042} :**

$$N_{PL2042} = TJMA_{2042} \times 0.5 \times \%PL \times 0.4$$

$$= 571 \text{ PL/j/sens la voie le plus chargé}$$

Donc : $N(PL) = 571 \text{ PL/j/sens}$.

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \log \frac{571}{10} \right)}{10 + 5} \approx 35$$

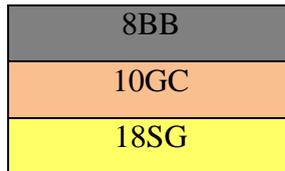
$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

On suppose :

Couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	8
Base	GC	1	10
SABL	SG	0.5	?

$$e = 2 \times 8 + 10 \times 1 + c_3 \times e_3 \quad \Rightarrow \quad 1 \times e_3 = 35 - (2 \times 8 + 1 \times 10)$$

$$e_3 \approx 18\text{cm} \quad \Rightarrow$$



b) LA METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :

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

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

$$TJMA_{2022} = 1582 \text{ (V/j)}$$

$$1582 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)} \quad \longrightarrow \quad \text{le réseau principal est RP1}$$

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

Détermination de la classe de trafic : Chaussée bidirectionnel à deux voies : 50% du Trafic PL sur la voie lente de droit.

Les classes de trafic (TPLi) 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.

Classe TPLi pour RP1 :

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

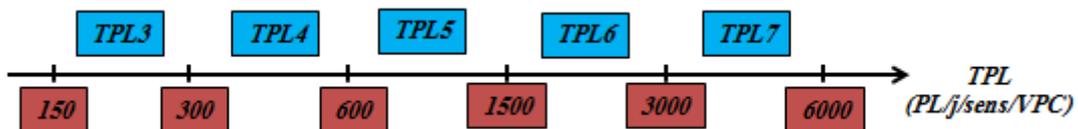


Fig8.6. Classification du trafic poids lourd (en RP1)

Présentation des classes de portance des sols

Le Tab regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de Chaussée

Tab8.2. Classe de portance du sol support

PORTANCE	ICBR
S4	< 5
S3	5 - 10
S2	10 - 25
S1	25 - 40
S0	> 40

NB : Le calcul de vérification est fait en prenant 50 MPa comme module de plate-forme au minimum.

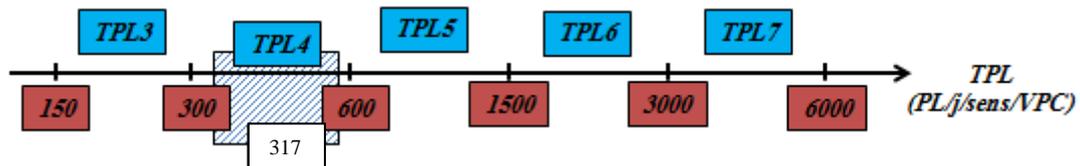
$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{CBR}$$

Classe de trafic poids lourd :

La classe de TPLi est la donnée d'entrée la plus importante pour le dimensionnement des chaussées routières et qui représente la sollicitation due au trafic, .

Alors le TPL est de :

$$\text{TPL} = 317 \text{PL} / j/\text{sens.} \quad \Rightarrow \quad \text{La classe de trafic est TPL}_4$$



VARIANTE PROPOSEE PAR LE CATALOGUE CTPP :

Le troisième fascicule des fiches des structures, propose les structures de type MTB (matériaux traités au bitume) :

sont proposées pour la classe TPL4 de trafic par le troisième fascicule de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves [1], ces structures sont celle qui correspond aux éléments suivants :

- Zone climatique IV
- Durée de vie 20ans
- Taux d'accroissement de 4%.

❖ 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 : 6BB.
- Couche de base : 14GB.
- Couche de fondation : 20SG.

8) CONCLUSION

Compte tenu de ce qui précède, nous avons tenté de trouver une méthode médiane qui vérifie aussi bien la méthode CBR tel que utilisé à ce jour dans la région et la méthode du catalogue de dimensionnement du corps de chaussée .

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

- + INTRODUCTION
- + LES SOLS COMPRESSIBLES
- + LES SOLS DE SEBKHA
- + ÉTUDE GEOTECHNIQUE
- + QU'EST CE QU'UN GEOSYNTHETIQUE
- + LES FONCTIONS PRINCIPALES DES GEOSYNTHETIQUES
- + SOLUTION PROPOSÉES
- + COMMENT FONCTIONNE LA SECONDE SOLUTION
- + APPLICATION AU PROJET
- + CONCLUSION



1) INTRODUCTION

Notre projet consiste en la construction d'une route traversant des sols de faible portance, Le site est connu pour sa situation immergée, sa sensibilité et son sol de fondation de faible portance. A cet effet, on se basant sur les investigations géotechniques effectués dans le cadre de ce projet, ainsi que leur solution retenue à mise en œuvre par traitement des remblais avec la technique géo-synthétique.

2) 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.

➤ **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 généralement très 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

3) 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 saleuse 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 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.

4) ÉTUDE GEOTECHNIQUE

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

1-Une zone basse (Zone Sebkha) constituée du sable à sable graveleux avec ses graves gypseuses ou gypso-argileuses relativement saturé avec présence du sable des dunes qui sont caractérisés par une fluctuation assez importante du niveau de la nappe phréatique notamment en saison hivernale d'une part, et le drainage permanent le long de l'année des fermes des palmiers qui produisent une quantité d'eau importante dégagée dans des canaux et parfois déversée sous forme des ruisseaux.

2-Les essais CBR effectués sur des différents échantillons prélevés du sol support, avaient abouti à un indice de portance inférieur à la valeur.

• 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

5) PRESENTATION DE GEOSYNTHETIQUE

Dans les secteurs de la construction et de l'aménagement paysager, l'utilisation des géotextiles est devenue essentielle géotechnique et de protection de l'environnement.

Plus précisément, le principal avantage que procure l'utilisation des géotextiles est d'améliorer les performances et la durée de vie nominale de l'aménagement dans l'environnement bâti, parmi les applications typiques des géotextiles figurent la consolidation, la stabilisation, la filtration, le drainage et la protection des sols ainsi que la lutte contre l'érosion.

Toutefois , l' effet de changementdina tiqués que nous subissons et la nécessité d'assurer un développement durable soulignent de plus en plus est dans tous les secteurs la nécessité de mettre en œuvre des applications géotextiles toujours plus diversifiées et innovantes

Constituante de base géotextiles :

Un géotextile est défini comme une matière textile se compose en :

- ✓ Polypropylène
- ✓ Du polyester
- ✓ Polyéthylène
- ✓ Aramides

Type de géotextiles :

✚ Les géotextiles et produits apparentés aux géotextiles qui perméables

- Une **géo bande** est utilisée en contact avec le sol et/ou d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil
- Une **géogrille** est définie comme une structure plane à base de polymère constituée par un réseau ouvert et régulier d'éléments résistants à la traction
- **Géo-espaceur** :est défini comme une structure tridimensionnelle a base de polymère, conçue pour créer un espace dans le sol et /ou dans d'autres matériaux (favoriser la circulationdes fluides (liquides et gaz)
- Un **géo conteneur** est défini comme un conteneur en géo synthétique rempli de sol ou d'un autre matériau.
- **Géo composition** :est un produit issu de la combinaison industrielle de deux ou plusieurs géo-synthétiques

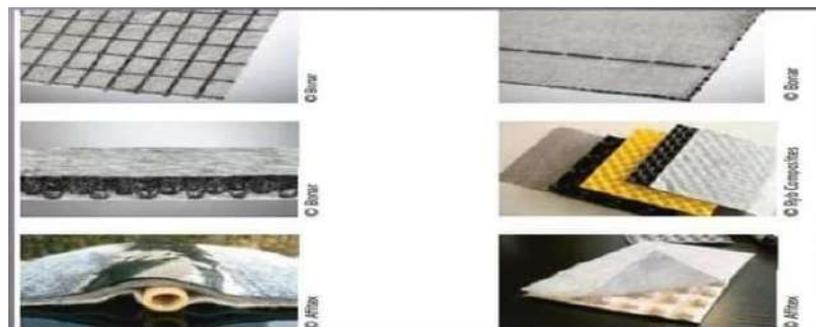


Fig9.1.Schémas de type géotextile

✚ Les géo membranes et les géo synthétiques benthoniques qui sont essentiellement imperméables

- **Géo membrane** : se présentant sous la forme de lés ,dune largeur minimale de 1.50m,

Mince, souple, continue et étanche aux fluides a la sortie de la chaine de fabrication, elle présente une épaisseur effective de 1mm minimum sur toute la surface du lé

- Un géo synthétique bentonique est un produit manufacturé en forme de nappe, produit d'un assemblage de matériaux comportant au moins de la bentonite, en poudre en granulés

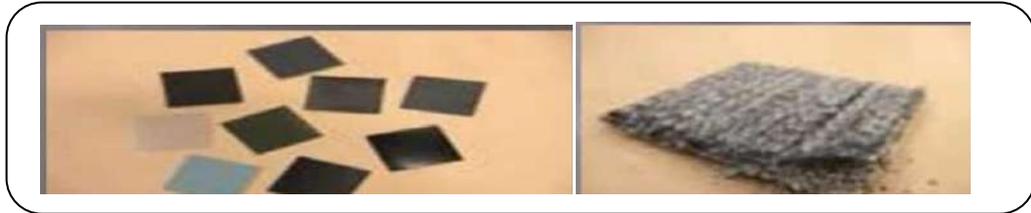


Fig9.2.Schémas des géo membranes et les géo synthétiques

L'unique fonction des géo membranes et des géo synthétiques bentoniques est d'assurer une étanchéité

La géo membrane comme le géo-synthétique bentonite que sont utilisés au sein d'un dispositif par géo synthétiques



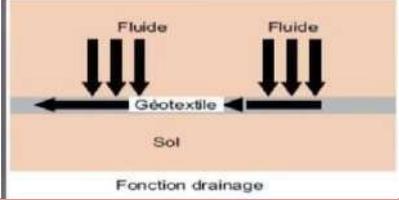
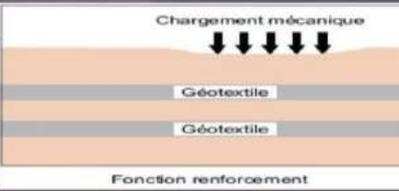
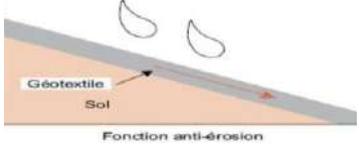
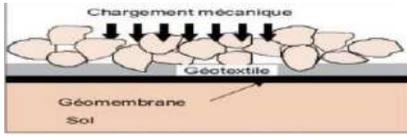
Fig9.3.Schémas géo-synthétique

6) LES FONCTIONS PRINCIPALES DES GEOSYNTHETIQUES

Les fonctions principales des géosynthétiques sont résumées dans les tableaux suivant :

Tab9.1.Fonctions principales des géosynthétiques

Fonction	Description	Illustration
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.	

<p>Drainage</p>	<p>Collecte et transport de fluides (liquides, gaz) présent dans le sol dans le plan du géosynthétique.</p>	 <p>Fonction drainage</p>
<p>Renforcement</p>	<p>Utilisation du comportement en résistance- déformation d'un géosynthétique afin d'améliorer les caractéristiques mécaniques du sol ou d'autres matériaux de construction</p>	 <p>Fonction renforcement</p>
<p>« Etanchéité »</p>	<p>minimisation des transferts de fluides (liquides, gaz).</p>	 <p>Fonction anti-érosion</p>  <p>Fonction protection</p>

- Les types et les fonctions des différents géosynthétiques sont résumés dans le tableau Tab9.2.Types et fonctions des différents géosynthétiques

	Géotextilenon tissé	Géotextiletissé	Géogrille	Géomembrane etGéosynthétique	Géocomposite
Etanchéité				⊕	⊕
Protection	⊕				⊕
Filtration	⊕				⊕
Drainage					⊕
Séparation	⊕	⊕			⊕
Renforcement		⊕	⊕		⊕

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

7) Solutions suggérées pour traiter la sebkha

Il existe deux propositions alternative pour traiter le tronçon qui situé dans la zone Sebkha

➤ La première, consiste à racler le sable de la surface et le remplacer par une couche de sable des dunes sur une profondeur de 1 m, à partir de plus d'un mètre d'épaisseur corps de chaussée

Ainsi nous avons formé une couche anti-contaminant .c'est une solution économique et simple et elle est suivie par les DTP dans la mise en œuvre de ce projet, mais avec le développement des études, ils'est avéré que ce n'est pas la solution la plus efficace, surtout avec la montée des eaux de surface.

➤ la deuxième solution est d'améliorer la couche de forme par géocomposite composé d'une géogrille et d'un géotextile non-tissé

8) COMMENT FONCTIONNE LA SECONDE SOLUTION

a)-On commence par préparer le fond de forme en procédant aux travaux d'excavation requis. décaper une couche de 20 cm et la substituer, Il faut combler les creux et retirer les éventuels obstacles



Fig9.4.1 Schémas du préparer le fond de forme



Fig9.4.2 Schémas du préparer le fond de forme

b)-On pose de la géogridde directement sur le support préparé, il est parfois préférable de poser les couches de géogridde transversalement par rapport à l'axe principal. Les géogridde doivent reposer sur la couche support en faisant le moins de plis possible. Il faut éviter que des engins de chantier ne roulent directement sur les géogridde.

c)- Pose et compactage de la couche de forme, La couverture de la géogridde doit se faire par poussée vers l'avant afin que la géogridde ne soit pas abîmée par les engins de chantier.



Fig9.5. Schémas du la couverture de la géogridde

d)-Etapessuivantesdelaconstruction

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 de construction de la chaussée.



Les photos d'un projet en cour d'exécution au niveau de l'éta de Ouargla

9) APPLICATION

Désignation des travaux	Unité	Prix unitaire en chiffres
Fourniture 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/M ² y compris toutes sujétions de bonne exécutions	M ²	1200,00

Longueur = 1500m

Largeur = 11m

Surface = 16500m²

10) CONCLUSIONS

L'utilisation des géosynthétiques a permis de palier à de nombreuses difficultés. En effet, en optant pour l'utilisation des géosynthétiques de qualité correctement dimensionnés, en général Les sols de sebkha sont des dépôts intérieurs salins en zones climatiques arides

- 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

Chapitre 10

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

- ✚ SIGNALISATION
- ✚ APPLICATION AU PROJET
- ✚ ECLAIRAGE



UNV. KASDI MERBAH OUARGLA

Promotion 2022

❖ 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'utilisateur.

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 utilisées 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 leurs intervalles.
 - 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 leurs intervalles.
 - ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la longueur 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 :

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

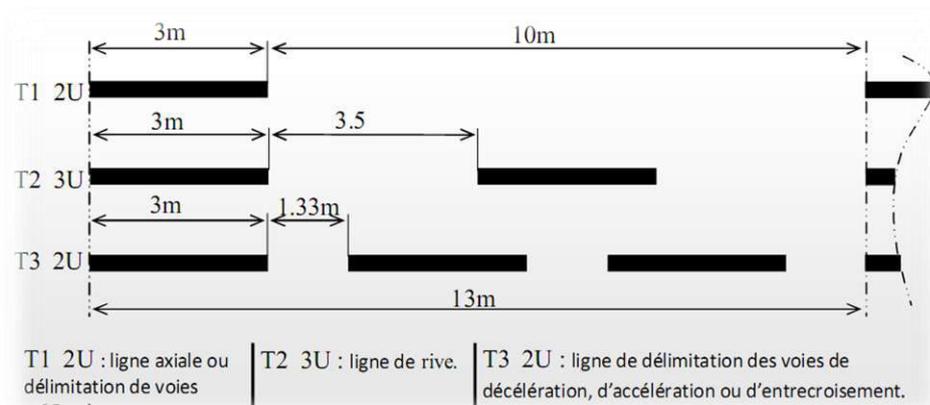


Fig10.1.Représente un marquage longitudinal des lignes discontinues

➤ **Marquage transversal :**

- Lignes transversales continue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- Lignes transversales discontinues : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient 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 : flèche située 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 unitaire « 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= 7.5cm.

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 :

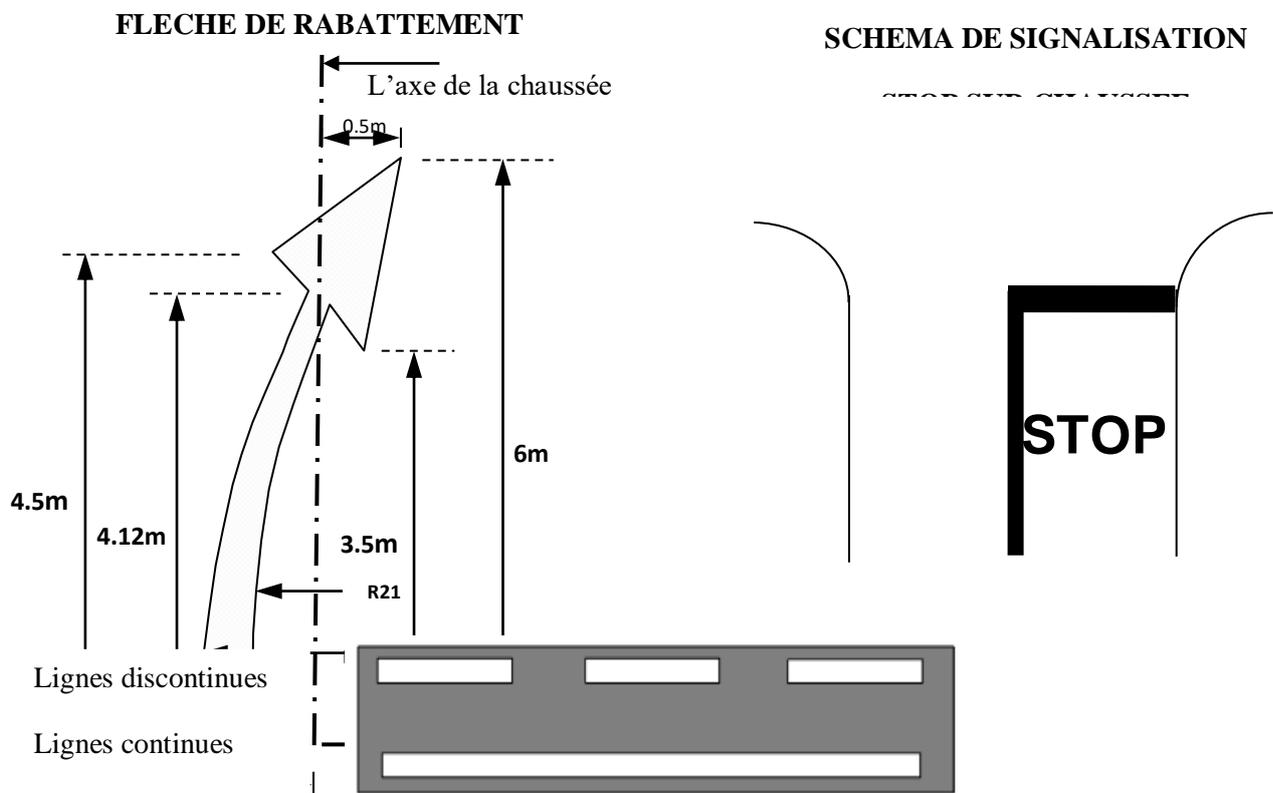


Fig10.2.Types de modulation

➤ Signalisation Verticale :

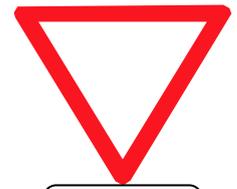


A1a

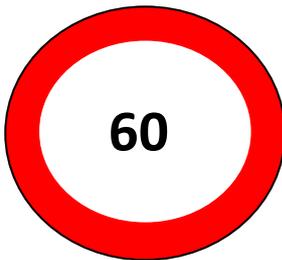
Pk 5+500



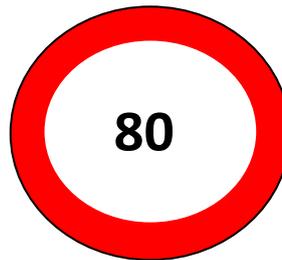
Pk 12+133



Pk 12+350



Pk 10+800



Pk 00+000



o1A

Pk 10+232



Pk 12+330Pk 00+000



Pk 11+780



Pk 00+000

❖ ECLAIRAGE

1) INTRODUCTION

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

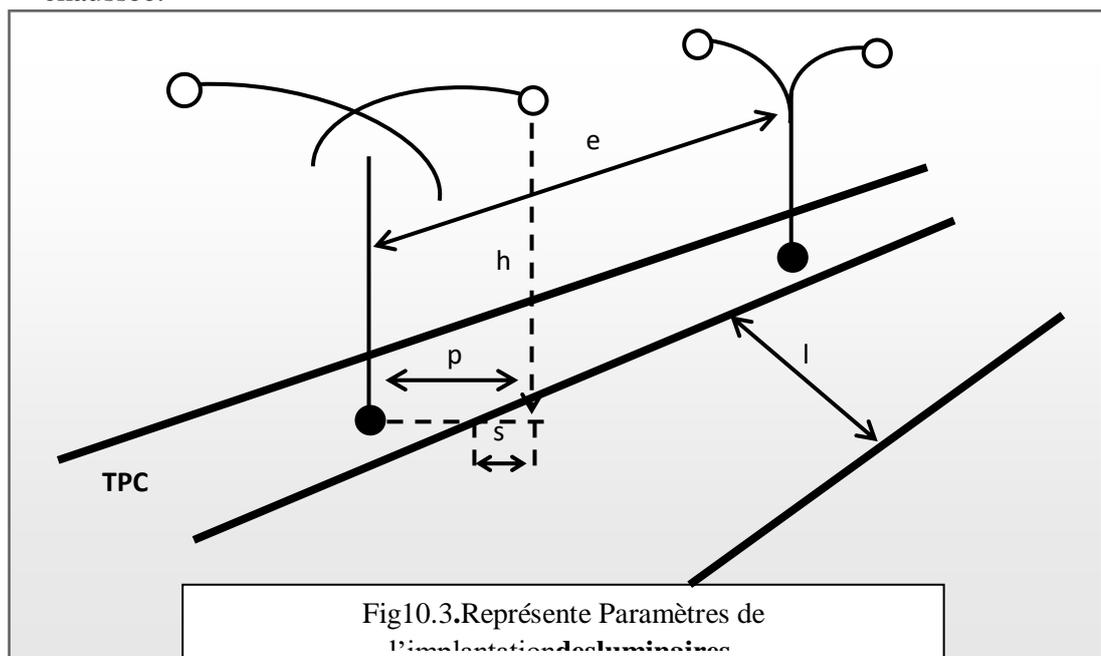
2) CATEGORIES D'ECLAIRAGE

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

3) PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.





REBUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Etude De La Route reliant Gougà Temacine sur 13 Km Avec traitement de section Sebkhha
(EL-BOHIRA)

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	U	Quantités	Prix Unitaires	Montant
1. INSTALLATION DE CHANTIER					
1	installation de chantier	F	1	3500000,00	3500000.00
2. TERRASSEMENT					
2.1	Décapage de terre végétale sur d'épaisseur 20cm Y/C compactage et arrosage	M ³	28600	300.00	8580000.00
2.2	Déblais mis en remblai arrosage et compactage de l'assiette et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	143148	300.00	42944400.00
2.3	Remblais en tout venant provenant d'une zone d'emprunt y compris arrosage compactage, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ²	61225	350.00	21428750.0
3. CORPS DE CHAUSSEE					
3.1	Fourniture, Transport et mise en œuvre de sable gypseux(TUF) pour couche de forme sur une épaisseur de 15 cm sur 11m	M ³	21450	800.00	11797500.00
3.2	Fourniture, Transport et mise en œuvre de grave concassée pour couche de fondation sur une épaisseur de 10 cm	M ³	10400.00	2500	26000000.00
3.3	Fourniture, Transport et mise en œuvre d'une couche d'imprégnation en cut-back 0/1 dosé à 1kg/m ² à 1.2 kg/m ²	M ²	94442	150.00	14166300.00
3.4	Fourniture, Transport et mise en œuvre de Béton Bitumineux pour couche de roulement sur une épaisseur de 8 cm	T	7280	8500.00	61557500.00
4.Rechargement des accotements					
4.1	Rechargement des accotements en sable gypseux(tuf) y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	12844	800.00	10275200.00
5. ASSAINISSEMENT					
5.1	Fourniture et pose d'ouvrages d'assainissement de diamètre 1000mm en béton y compris toutes sujétions de bonne exécution	ML	13	100000	130000.00
5.2	Fourniture et pose d'ouvrages d'assainissement de diamètre 600mm en béton y compris toutes sujétions de bonne exécution y compris toutes sujétions de bonne exécution	ML	25	45000	1125000
S. TOTAL					201504650.00
T.V.A. 19%					38285883.5

	TOTAL EN T.T.C	239790533.5
--	-----------------------	--------------------

Arrête le présent devis quantitatif et estimatif à la somme en TTC deux cent trente neuf millions sept cent quatre-vingt-dix mille cinq cent trente-trois dinars Algériens et cinq centimes

CONCLUSION GENERALE

A travers notre étude et nos prérequis les points les plus importants peuvent se résumer comme suit :

*Collecter toutes les données topographiques, géotechniques , climatiques et de ce site ainsi que les caractéristiques des véhicules qui empruntent ces voies actuellement et à long terme .

*Le point sur lequel il faut mettre l'accent c'est le tracé en plan parce que tous les plans et les travaux à effectuer en dépendent .

*Le tracé en plan doit obéir à toutes les conditions techniques et économiques et considération le réseau existant et les expansions .

La bonne conception de la route s'appuie sur la conformation des caractéristiques aux normes routières.

La spécificité de notre projet est qu'il se situe dans un milieu désertique où on doit tenir compte en plus des effets climatiques, à la nature du sol qui influent considérablement sur le dimensionnement du corps de chaussée.

Ce projet m'a permis aussi d'être en face des problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier (sebkha), tout particulièrement.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE et l'AUTO CAD Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données. Que la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics (Géo-synthétique) pourra régler ces problématiques.

Recommandations :

Il est recommandé de :

- Donne une grande importance à l'étude géométrique
- Réaliser les essais sur le sol spore
- Calcules dimensions de plusieurs façons.

Bibliographie

- Réseau Router National Catalogue Des structures types des chaussées neuves
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P /B60).
- Etudes La liaison M'Sila – Boussaâda en traversant le Chott El Hodna – DTP de M'Sila Anne 2009

LES ANNEX

- ✚ AXE EN PLAN
- ✚ GUBATUR E
- ✚ POFIL EN LONG



UNV KASDI MERBAHE OUARGLA
PROMOTION2022

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	220100.995	3645300.696
D1	GIS = 45.415°	350.178			
			350.178	220350.395	3645546.509
C1	XC= 219648.428 YC= 3646258.719 R = 1000.000	558.005			
			908.183	220621.027	3646026.230
D2	GIS = 13.444°	4.659			
			912.841	220622.110	3646030.761
L2	A = 80.000 Rf= -300.000 L = 21.333				
			934.174	220627.315	3646051.448
	XC= 220916.431 YC= 3645971.373 R = -300.000 L = 16.776				
			950.951	220632.243	3646067.482
	Rd= -300.000 A = 80.000 L = 21.333	59.443			
			972.284	220639.554	3646087.522
D3	GIS = 20.722°	209.537			
			1181.821	220713.695	3646283.504
L3	A = 80.000 Rf= 250.000 L = 25.600				
			1207.421	220722.343	3646307.596
	XC= 220484.295 YC= 3646383.972 R = 250.000 L = 81.158				
			1288.579	220734.270	3646387.512
	Rd= 250.000 A = 80.000 L = 25.600	132.358			
			1314.179	220733.034	3646413.079
D4	GIS = 356.255°	39.138			
			1353.317	220730.478	3646452.134
C4	XC= 221329.196 YC= 3646491.324 R = -600.000	358.517			
			1711.834	220812.170	3646795.764
D5	GIS = 30.491°	40.401			
			1752.235	220832.670	3646830.578
L5	A = 80.000 Rf= 250.000 L = 25.600				
			1777.835	220845.280	3646852.854
	XC= 220623.642				

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	YC= 3646968.513 R = 250.000 L = 62.178				
			1840.013	220866.930	3646910.970
	Rd= 250.000 A = 80.000 L = 25.600	113.378			
			1865.613	220871.968	3646936.067
D6	GIS = 10.374°	71.591			
			1937.204	220884.859	3647006.487
C6	XC= 221475.052 YC= 3646898.448 R = -600.000	352.447			
			2289.651	221043.665	3647315.468
D7	GIS = 44.030°	5.656			
			2295.307	221047.596	3647319.534
L7	XC= 220688.107 YC= 3647667.050 R = 500.000	115.993			
			2411.300	221117.863	3647411.493
D8	GIS = 30.738°	40.112			
			2451.412	221138.365	3647445.971
C8	XC= 222255.733 YC= 3646781.524 R = -1300.000	385.068			
			2836.481	221380.974	3647743.187
D9	GIS = 47.709°	23.628			
			2860.109	221398.453	3647759.086
C9	XC= 220052.670 YC= 3649238.569 R = 2000.000	587.180			
			3447.289	221769.016	3648211.849
D10	GIS = 30.888°	6.631			
			3453.920	221772.420	3648217.539
C10	XC= 223145.498 YC= 3647396.163 R = -1600.000	345.829			
			3799.748	221980.525	3648492.903
D11	GIS = 43.272°	111.714			
			3911.462	222057.101	3648574.243
L11	A = 100.000 Rf= 600.000 L = 16.667				
			3928.129	222068.469	3648586.430
	XC= 221625.934 YC= 3648991.601 R = 600.000 L = 320.701				
			4248.830	222213.144	3648868.375
	Rd= 600.000				

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	A = 100.000 L = 16.667	354.035			
			4265.497	222216.416	3648884.718
D12	GIS = 11.056°	0.327			
			4265.824	222216.478	3648885.038
C12	XC= 223099.775 YC= 3648712.451 R = -900.000	263.295			
			4529.119	222303.781	3649132.444
D13	GIS = 27.818°	28.714			
			4557.832	222317.181	3649157.839
L13	A = 80.000 Rf= 350.000 L = 18.286				
			4576.118	222325.573	3649174.085
	XC= 222011.859 YC= 3649329.274 R = 350.000 L = 220.309				
			4796.427	222356.809	3649388.511
	Rd= 350.000 A = 80.000 L = 18.286	256.881			
			4814.713	222353.401	3649406.476
D14	GIS = 348.759°	8.145			
			4822.857	222351.814	3649414.464
C14	XC= 222940.303 YC= 3649531.425 R = -600.000	227.176			
			5050.034	222350.261	3649640.281
D15	GIS = 10.453°	70.046			
			5120.080	222362.969	3649709.164
C15	XC= 221182.883 YC= 3649926.876 R = 1200.000	432.057			
			5552.137	222364.006	3650138.890
D16	GIS = 349.824°	2.578			
			5554.714	222363.550	3650141.427
C16	XC= 222708.044 YC= 3650203.265 R = -350.000	98.932			
			5653.647	222359.974	3650239.966
D17	GIS = 6.019°	325.487			
			5979.134	222394.104	3650563.659
C17	XC= 220902.374 YC= 3650720.949 R = 1500.000	400.701			
			6379.835	222382.714	3650963.007
D18	GIS = 350.713°	3.642			
			6383.476	222382.127	3650966.601

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
C18	XC= 222776.884 YC= 3651031.149 R = -400.000	101.059			
			6484.536	222378.524	3651067.327
D19	GIS = 5.189°	739.931			
			7224.467	222445.446	3651804.225
C19	XC= 220453.643 YC= 3651985.113 R = 2000.000	260.464			
			7484.930	222452.069	3652064.421
D20	GIS = 357.727°	389.611			
			7874.541	222436.620	3652453.725
C20	XC= 224035.361 YC= 3652517.172 R = -1600.000	337.366			
			8211.908	222458.749	3652789.739
D21	GIS = 9.808°	91.493			
			8303.401	222474.335	3652879.895
L21	A = 80.000 Rf= 400.000 L = 16.000				
			8319.401	222476.956	3652895.679
	XC= 222081.519 YC= 3652955.924 R = 400.000 L = 258.804				
			8578.205	222433.350	3653146.225
	Rd= 400.000 A = 80.000 L = 16.000	290.804			
			8594.205	222425.551	3653160.196
D22	GIS = 330.446°	5.422			
			8599.627	222422.877	3653164.913
L22	A = 80.000 Rf= -200.000 L = 32.000				
			8631.627	222407.845	3653193.152
	XC= 222589.150 YC= 3653277.583 R = -200.000 L = 111.752				
			8743.379	222390.659	3653302.109
	Rd= -200.000 A = 80.000 L = 32.000	175.752			
			8775.379	222396.269	3653333.604
D23	GIS = 11.628°	174.509			
			8949.888	222431.442	3653504.532
L23	A = 80.000 Rf= 200.000 L = 32.000				

	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			8981.888	222437.052	3653536.027
	XC= 222238.561 YC= 3653560.553 R = 200.000 L = 58.842				
			9040.730	222435.635	3653594.640
	Rd= 200.000 A = 80.000 L = 32.000	122.842			
			9072.730	222428.510	3653625.827
D24	GIS = 345.603°	12.829			
			9085.559	222425.320	3653638.253
L24	A = 80.000 Rf= -400.000 L = 16.000				
			9101.559	222421.446	3653653.777
	XC= 222810.796 YC= 3653745.462 R = -400.000 L = 110.112				
			9211.671	222411.183	3653763.061
	Rd= -400.000 A = 80.000 L = 16.000	142.112			
			9227.671	222412.100	3653779.034
D25	GIS = 3.668°	20.422			
			9248.093	222413.407	3653799.414
C25	XC= 222044.164 YC= 3653823.082 R = 370.000	171.262			
			9419.355	222385.121	3653966.778
D26	GIS = 337.147°	0.356			
			9419.711	222384.982	3653967.107
C26	XC= 222569.283 YC= 3654044.780 R = -200.000	93.578			
			9513.289	222369.759	3654058.575
D27	GIS = 3.955°	18.699			
			9531.988	222371.049	3654077.230
L27	XC= 221902.169 YC= 3654109.648 R = 470.000	172.335			
			9704.323	222351.503	3654247.482
D28	GIS = 342.946°	28.886			
			9733.209	222343.032	3654275.098
L28	A = 50.000 Rf= -280.000 L = 8.929				
			9742.138	222340.459	3654283.648
	XC= 222609.423				

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	YC= 3654361.484 R = -280.000 L = 111.804				
			9853.942	222331.357	3654394.337
	Rd= -280.000 A = 50.000 L = 8.929	129.661			
			9862.871	222332.499	3654403.192
D29	GIS = 7.652°	0.466			
			9863.336	222332.561	3654403.654
L29	XC= 222213.629 YC= 3654419.632 R = 120.000	58.398			
			9921.734	222326.226	3654461.129
D30	GIS = 339.769°	3.725			
			9925.460	222324.937	3654464.625
L30	A = 50.000 Rf= -450.000 L = 5.556				
			9931.015	222323.027	3654469.841
	XC= 222746.216 YC= 3654622.847 R = -450.000 L = 129.873				
			10060.888	222296.982	3654596.616
	Rd= -450.000 A = 50.000 L = 5.556	140.984			
			10066.443	222296.681	3654602.164
D31	GIS = 357.012°	7.625			
			10074.069	222296.283	3654609.779
L31	A = 80.000 Rf= 400.000 L = 16.000				
			10090.069	222295.343	3654625.751
	XC= 221896.383 YC= 3654596.916 R = 400.000 L = 80.935				
			10171.004	222281.409	3654705.338
	Rd= 400.000 A = 80.000 L = 16.000	112.935			
			10187.004	222276.867	3654720.679
D32	GIS = 343.127°	5.842			
			10192.846	222275.171	3654726.270
C32	XC= 222610.104 YC= 3654827.858 R = -350.000	66.578			
			10259.424	222262.005	3654791.430
D33	GIS = 354.026°	119.963			

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			10379.388	222249.519	3654910.742
C33	XC= 221254.950 YC= 3654806.664 R = 1000.000	113.914			
			10493.301	222231.243	3655023.118
D34	GIS = 347.499°	53.087			
			10546.388	222219.752	3655074.946
C34	XC= 224172.338 YC= 3655507.852 R = -2000.000	238.902			
			10785.290	222182.078	3655310.715
D35	GIS = 354.343°	2.309			
			10787.599	222181.850	3655313.013
C35	XC= 221584.772 YC= 3655253.871 R = 600.000	114.842			
			10902.441	222159.696	3655425.519
D36	GIS = 343.377°	5.140			
			10907.580	222158.225	3655430.443
C36	XC= 222349.867 YC= 3655487.659 R = -200.000	189.680			
			11097.260	222191.656	3655610.008
D37	GIS = 37.716°	60.510			
			11157.769	222228.672	3655657.875
L37	A = 50.000 Rf= 280.000 L = 8.929				
			11166.698	222234.097	3655664.966
	XC= 222009.899 YC= 3655832.702 R = 280.000 L = 223.089				
			11389.787	222286.567	3655875.770
	Rd= 280.000 A = 50.000 L = 8.929	240.946			
			11398.716	222285.100	3655884.577
D38	GIS = 350.239°	133.066			
			11531.782	222262.539	3656015.716
C38	XC= 222361.091 YC= 3656032.671 R = -100.000	6.511			
			11538.293	222261.645	3656022.165
D39	GIS = 353.969°	231.740			
			11770.033	222237.298	3656252.622
L39	A = 80.000 Rf= 300.000 L = 21.333				
			11791.366	222234.805	3656273.808

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	XC= 221937.775 YC= 3656231.704 R = 300.000 L = 227.485				
			12018.851	222124.470	3656466.533
	Rd= 300.000 A = 80.000 L = 21.333	270.151			
			12040.184	222107.462	3656479.409
D40	GIS = 306.449°	9.620			
			12049.805	222099.724	3656485.125
C40	XC= 221386.804 YC= 3655519.855 R = 1200.000	248.942			
			12298.747	221885.625	3656611.266
D41	GIS = 294.562°	31.659			
			12330.405	221856.831	3656624.426
LONGUEUR DE L'AXE 12330.405					

Cubature

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	41.9	0.0	0.0
2	20.000	59.6	0.0	0.0	0.0
3	40.000	44.2	0.0	0.0	0.0
4	60.000	0.0	24.4	0.0	0.0
5	80.000	132.1	0.0	0.0	0.0
6	100.000	129.8	0.0	0.0	0.0
7	120.000	127.6	0.0	0.0	0.0
8	140.000	100.2	0.0	0.0	0.0
9	160.000	55.7	0.0	0.0	0.0
10	180.000	35.5	0.0	0.0	0.0
11	200.000	9.6	0.0	0.0	0.0
12	220.000	26.0	0.0	0.0	0.0
13	240.000	84.4	0.0	0.0	0.0
14	260.000	142.7	0.0	0.0	0.0
15	280.000	215.6	0.0	0.0	0.0
16	300.000	237.9	0.0	0.0	0.0
17	320.000	224.4	0.0	0.0	0.0
18	340.000	110.5	0.0	0.0	0.0
19	350.178	44.4	0.0	0.0	0.0
20	360.000	22.0	0.0	0.0	0.0
21	380.000	0.0	59.3	0.0	0.0
22	400.000	2.8	2.0	0.0	0.0
23	420.000	134.9	0.0	0.0	0.0
24	440.000	297.6	0.0	0.0	0.0
25	460.000	341.2	0.0	0.0	0.0
26	480.000	358.6	0.0	0.0	0.0
27	500.000	275.0	0.0	0.0	0.0
28	520.000	83.6	0.6	0.0	0.0
29	540.000	149.8	0.0	0.0	0.0
30	560.000	149.5	0.0	0.0	0.0
31	580.000	39.3	0.0	0.0	0.0
32	600.000	0.0	23.6	0.0	0.0
33	620.000	0.0	117.8	0.0	0.0
34	640.000	0.0	120.8	0.0	0.0
35	660.000	0.0	95.9	0.0	0.0
36	680.000	0.0	18.9	0.0	0.0
37	700.000	59.6	0.0	0.0	0.0
38	720.000	150.1	0.0	0.0	0.0
39	740.000	160.8	0.0	0.0	0.0
40	760.000	158.8	0.0	0.0	0.0
41	780.000	71.5	0.0	0.0	0.0
42	800.000	0.0	93.0	0.0	0.0
43	820.000	42.0	0.0	0.0	0.0
44	840.000	0.0	45.0	0.0	0.0
45	860.000	145.2	0.1	0.0	0.0
46	880.000	78.5	0.0	0.0	0.0
47	900.000	0.0	33.9	0.0	0.0
48	908.183	0.0	18.8	0.0	0.0
49	912.841	0.0	8.2	0.0	0.0
50	920.000	0.2	5.7	0.0	0.0
51	934.174	0.0	67.4	0.0	0.0
52	940.000	0.0	52.4	0.0	0.0
53	950.951	0.0	55.0	0.0	0.0
54	960.000	0.0	51.7	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
55	9722.284				
56	980.000	0.0	76.0	0.0	0.0
57	1000.000	0.0	149.6	0.0	0.0
58	1020.000	0.0	87.6	0.0	0.0
59	1040.000	86.9	0.0	0.0	0.0
60	1060.000	121.1	0.0	0.0	0.0
61	1080.000	88.0	0.0	0.0	0.0
62	1100.000	1.0	6.5	0.0	0.0
63	1120.000	0.0	163.5	0.0	0.0
64	1140.000	0.0	101.9	0.0	0.0
65	1160.000	0.0	156.3	0.0	0.0
66	1180.000	0.0	65.4	0.0	0.0
67	1181.821	0.0	58.5	0.0	0.0
68	1200.000	14.7	15.0	0.0	0.0
69	1207.421	28.1	0.0	0.0	0.0
70	1220.000	60.4	0.0	0.0	0.0
71	1240.000	102.6	0.0	0.0	0.0
72	1260.000	80.9	0.0	0.0	0.0
73	1280.000	84.7	0.0	0.0	0.0
74	1288.579	69.9	0.0	0.0	0.0
75	1300.000	12.6	1.2	0.0	0.0
76	1314.179	0.0	47.0	0.0	0.0
77	1320.000	5.5	16.5	0.0	0.0
78	1340.000	0.2	10.4	0.0	0.0
79	1353.317	6.2	1.7	0.0	0.0
80	1360.000	16.2	0.0	0.0	0.0
81	1380.000	87.4	0.0	0.0	0.0
82	1400.000	52.3	0.0	0.0	0.0
83	1420.000	2.0	2.9	0.0	0.0
84	1440.000	0.0	127.6	0.0	0.0
85	1460.000	0.0	191.7	0.0	0.0
86	1480.000	0.0	74.1	0.0	0.0
87	1500.000	0.0	44.5	0.0	0.0
88	1520.000	0.0	204.6	0.0	0.0
89	1540.000	0.0	116.0	0.0	0.0
90	1560.000	0.0	219.3	0.0	0.0
91	1580.000	0.0	127.2	0.0	0.0
92	1600.000	0.0	65.9	0.0	0.0
93	1620.000	39.6	0.0	0.0	0.0
94	1640.000	245.9	0.0	0.0	0.0
95	1660.000	371.5	0.0	0.0	0.0
96	1680.000	455.0	0.0	0.0	0.0
97	1700.000	337.0	0.0	0.0	0.0
98	1711.834	203.0	0.0	0.0	0.0
99	1720.000	282.0	0.0	0.0	0.0
100	1740.000	308.8	0.0	0.0	0.0
101	1752.235	209.8	0.0	0.0	0.0
102	1760.000	307.7	0.0	0.0	0.0
103	1777.835	198.2	0.0	0.0	0.0
104	1780.000	222.2	0.0	0.0	0.0
105	1800.000	439.2	0.0	0.0	0.0
106	1820.000	550.7	0.0	0.0	0.0
107	1840.000	300.4	0.0	0.0	0.0
108	1840.013	300.2	0.0	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
109	1860.000	306.0	0.0	0.0	0.0
110	1865.613	221.9	0.0	0.0	0.0
111	1880.000	354.3	0.0	0.0	0.0
112	1900.000	237.3	0.0	0.0	0.0
113	1920.000	254.6	0.0	0.0	0.0
114	1937.204	156.9	0.0	0.0	0.0
115	1940.000	171.0	0.0	0.0	0.0
116	1960.000	232.7	0.0	0.0	0.0
117	1980.000	63.9	0.0	0.0	0.0
118	2000.000	0.0	121.7	0.0	0.0
119	2020.000	0.0	67.2	0.0	0.0
120	2040.000	0.0	29.8	0.0	0.0
121	2060.000	0.0	14.4	0.0	0.0
122	2080.000	17.1	0.0	0.0	0.0
123	2100.000	42.2	0.5	0.0	0.0
124	2120.000	0.0	208.4	0.0	0.0
125	2140.000	0.0	317.7	0.0	0.0
126	2160.000	0.0	776.4	0.0	0.0
127	2180.000	0.0	706.0	0.0	0.0
128	2200.000	0.0	785.8	0.0	0.0
129	2220.000	0.0	550.1	0.0	0.0
130	2240.000	0.0	561.4	0.0	0.0
131	2260.000	0.0	463.6	0.0	0.0
132	2280.000	0.0	269.1	0.0	0.0
133	2289.651	0.0	88.9	0.0	0.0
134	2295.307	0.0	52.8	0.0	0.0
135	2300.000	0.0	137.7	0.0	0.0
136	2320.000	0.0	291.7	0.0	0.0
137	2340.000	0.0	336.3	0.0	0.0
138	2360.000	0.0	171.4	0.0	0.0
139	2380.000	0.0	242.5	0.0	0.0
140	2400.000	0.0	233.8	0.0	0.0
141	2411.300	0.0	191.1	0.0	0.0
142	2420.000	0.0	323.5	0.0	0.0
143	2440.000	0.0	410.3	0.0	0.0
144	2451.412	0.0	278.4	0.0	0.0
145	2460.000	0.0	294.7	0.0	0.0
146	2480.000	0.0	516.6	0.0	0.0
147	2500.000	0.0	676.3	0.0	0.0
148	2520.000	0.0	633.1	0.0	0.0
149	2540.000	0.0	635.8	0.0	0.0
150	2560.000	0.0	669.8	0.0	0.0
151	2580.000	0.0	763.6	0.0	0.0
152	2600.000	0.0	795.3	0.0	0.0
153	2620.000	0.0	766.5	0.0	0.0
154	2640.000	0.0	853.1	0.0	0.0
155	2660.000	0.0	947.0	0.0	0.0
156	2680.000	0.0	882.8	0.0	0.0
157	2700.000	0.0	810.9	0.0	0.0
158	2720.000	0.0	722.2	0.0	0.0
159	2740.000	0.0	627.4	0.0	0.0
160	2760.000	0.0	674.0	0.0	0.0
161	2780.000	0.0	761.9	0.0	0.0
162	2800.000	0.0	702.2	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
163	2820.000	0.0	634.9	0.0	0.0
164	2836.481	0.0	342.6	0.0	0.0
165	2840.000	0.0	394.5	0.0	0.0
166	2860.000	0.0	296.8	0.0	0.0
167	2860.109	0.0	294.9	0.0	0.0
168	2880.000	0.0	507.5	0.0	0.0
169	2900.000	0.0	441.0	0.0	0.0
170	2920.000	0.0	393.6	0.0	0.0
171	2940.000	0.0	277.8	0.0	0.0
172	2960.000	0.0	172.4	0.0	0.0
173	2980.000	0.0	90.4	0.0	0.0
174	3000.000	0.6	16.2	0.0	0.0
175	3020.000	24.6	3.3	0.0	0.0
176	3040.000	36.3	0.7	0.0	0.0
177	3060.000	13.2	7.6	0.0	0.0
178	3080.000	0.0	52.0	0.0	0.0
179	3100.000	0.0	99.2	0.0	0.0
180	3120.000	0.0	115.8	0.0	0.0
181	3140.000	0.0	76.1	0.0	0.0
182	3160.000	0.0	28.0	0.0	0.0
183	3180.000	0.0	13.6	0.0	0.0
184	3200.000	0.0	62.6	0.0	0.0
185	3220.000	0.0	79.1	0.0	0.0
186	3240.000	1.2	3.9	0.0	0.0
187	3260.000	72.9	0.0	0.0	0.0
188	3280.000	114.1	0.0	0.0	0.0
189	3300.000	138.8	0.0	0.0	0.0
190	3320.000	25.1	24.3	0.0	0.0
191	3340.000	0.0	72.4	0.0	0.0
192	3360.000	2.4	2.4	0.0	0.0
193	3380.000	29.1	0.0	0.0	0.0
194	3400.000	34.6	0.0	0.0	0.0
195	3420.000	40.1	0.0	0.0	0.0
196	3440.000	28.6	0.0	0.0	0.0
197	3447.289	14.9	0.0	0.0	0.0
198	3453.920	13.8	0.0	0.0	0.0
199	3460.000	28.9	0.0	0.0	0.0
200	3480.000	45.5	0.0	0.0	0.0
201	3500.000	36.0	0.0	0.0	0.0
202	3520.000	24.4	0.0	0.0	0.0
203	3540.000	31.4	0.0	0.0	0.0
204	3560.000	50.2	0.0	0.0	0.0
205	3580.000	69.4	0.0	0.0	0.0
206	3600.000	54.7	0.0	0.0	0.0
207	3620.000	36.0	0.0	0.0	0.0
208	3640.000	23.6	0.0	0.0	0.0
209	3660.000	11.5	0.1	0.0	0.0
210	3680.000	0.4	5.8	0.0	0.0
211	3700.000	0.0	35.9	0.0	0.0
212	3720.000	0.0	39.5	0.0	0.0
213	3740.000	0.0	24.0	0.0	0.0
214	3760.000	0.0	32.9	0.0	0.0
215	3780.000				
216	3799.748	0.0	37.2	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
217	3800.000	0.0	37.8	0.0	0.0
218	3820.000	0.0	96.8	0.0	0.0
219	3840.000	0.0	114.8	0.0	0.0
220	3860.000	0.0	126.8	0.0	0.0
221	3880.000	0.0	138.9	0.0	0.0
222	3900.000	0.0	121.1	0.0	0.0
223	3911.462	0.0	82.5	0.0	0.0
224	3920.000	0.0	69.0	0.0	0.0
225	3928.129	0.0	82.2	0.0	0.0
226	3940.000	0.0	127.6	0.0	0.0
227	3960.000	0.0	131.1	0.0	0.0
228	3980.000	0.0	118.0	0.0	0.0
229	4000.000	0.0	105.3	0.0	0.0
230	4020.000	0.0	90.5	0.0	0.0
231	4040.000	0.0	75.5	0.0	0.0
232	4060.000				
233	4080.000				
234	4100.000	0.0	55.5	0.0	0.0
235	4120.000	0.0	35.0	0.0	0.0
236	4140.000	0.0	30.3	0.0	0.0
237	4160.000				
238	4180.000	0.0	37.4	0.0	0.0
239	4200.000	0.0	29.3	0.0	0.0
240	4220.000	0.0	18.8	0.0	0.0
241	4240.000	1.0	3.9	0.0	0.0
242	4248.830	0.0	11.5	0.0	0.0
243	4260.000	0.0	33.4	0.0	0.0
244	4265.497	0.0	16.9	0.0	0.0
245	4265.824	0.0	42.9	0.0	0.0
246	4280.000	0.0	174.3	0.0	0.0
247	4300.000	0.0	322.7	0.0	0.0
248	4320.000	0.0	405.4	0.0	0.0
249	4340.000	0.0	307.6	0.0	0.0
250	4360.000	0.0	34.7	0.0	0.0
251	4380.000	5.6	3.6	0.0	0.0
252	4400.000	31.2	0.0	0.0	0.0
253	4420.000	71.8	0.0	0.0	0.0
254	4440.000	0.3	53.2	0.0	0.0
255	4460.000	93.0	0.0	0.0	0.0
256	4480.000	0.0	56.0	0.0	0.0
257	4500.000	0.0	61.7	0.0	0.0
258	4520.000	91.0	0.0	0.0	0.0
259	4529.119	71.3	0.0	0.0	0.0
260	4540.000	115.5	0.0	0.0	0.0
261	4557.832	98.2	0.0	0.0	0.0
262	4560.000	92.5	0.0	0.0	0.0
263	4576.118	73.7	0.0	0.0	0.0
264	4580.000	80.0	0.0	0.0	0.0
265	4600.000	73.1	0.0	0.0	0.0
266	4620.000	50.7	2.5	0.0	0.0
267	4640.000	116.5	0.0	0.0	0.0
268	4660.000	219.0	0.0	0.0	0.0
269	4680.000	294.6	0.0	0.0	0.0
270	4700.000	240.1	0.0	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
271	4720.000	94.3	0.0	0.0	0.0
272	4740.000	6.6	15.9	0.0	0.0
273	4760.000	13.2	29.8	0.0	0.0
274	4780.000	0.0	220.1	0.0	0.0
275	4796.427	0.0	16.4	0.0	0.0
276	4800.000	1.5	9.0	0.0	0.0
277	4814.713	22.7	0.0	0.0	0.0
278	4820.000	13.6	0.0	0.0	0.0
279	4822.857	39.3	0.0	0.0	0.0
280	4840.000	111.7	0.0	0.0	0.0
281	4860.000	18.4	0.0	0.0	0.0
282	4880.000	0.0	43.9	0.0	0.0
283	4900.000	0.0	106.9	0.0	0.0
284	4920.000	0.0	38.8	0.0	0.0
285	4940.000	208.9	0.0	0.0	0.0
286	4960.000	344.7	0.0	0.0	0.0
287	4980.000	374.7	0.0	0.0	0.0
288	5000.000	403.3	0.0	0.0	0.0
289	5020.000	303.8	0.0	0.0	0.0
290	5040.000	293.8	0.0	0.0	0.0
291	5050.034	221.9	0.0	0.0	0.0
292	5060.000	352.7	0.0	0.0	0.0
293	5080.000	616.3	0.0	0.0	0.0
294	5100.000	596.4	0.0	0.0	0.0
295	5120.000	295.6	0.0	0.0	0.0
296	5120.080	294.4	0.0	0.0	0.0
297	5140.000	587.3	0.0	0.0	0.0
298	5160.000	595.1	0.0	0.0	0.0
299	5180.000	606.1	0.0	0.0	0.0
300	5200.000	625.0	0.0	0.0	0.0
301	5220.000	655.1	0.0	0.0	0.0
302	5240.000	671.0	0.0	0.0	0.0
303	5260.000	687.5	0.0	0.0	0.0
304	5280.000	700.6	0.0	0.0	0.0
305	5300.000	714.2	0.0	0.0	0.0
306	5320.000	661.4	0.0	0.0	0.0
307	5340.000	656.4	0.0	0.0	0.0
308	5360.000	791.0	0.0	0.0	0.0
309	5380.000	795.6	0.0	0.0	0.0
310	5400.000	803.8	0.0	0.0	0.0
311	5420.000	794.6	0.0	0.0	0.0
312	5440.000	577.7	0.0	0.0	0.0
313	5460.000	700.5	0.0	0.0	0.0
314	5480.000	713.7	0.0	0.0	0.0
315	5500.000	756.6	0.0	0.0	0.0
316	5520.000	783.7	0.0	0.0	0.0
317	5540.000	607.5	0.0	0.0	0.0
318	5552.137	217.2	0.0	0.0	0.0
319	5554.714	118.9	0.0	0.0	0.0
320	5560.000	400.8	0.0	0.0	0.0
321	5580.000	713.9	0.0	0.0	0.0
322	5600.000	712.5	0.0	0.0	0.0
323	5620.000	713.7	0.0	0.0	0.0
324	5640.000	633.1	0.0	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
325	5653.647	396.9	0.0	0.0	0.0
326	5660.000	533.5	0.0	0.0	0.0
327	5680.000	807.1	0.0	0.0	0.0
328	5700.000	740.0	0.0	0.0	0.0
329	5720.000	770.7	0.0	0.0	0.0
330	5740.000	859.6	0.0	0.0	0.0
331	5760.000	917.2	0.0	0.0	0.0
332	5780.000	1026.5	0.0	0.0	0.0
333	5800.000	1099.0	0.0	0.0	0.0
334	5820.000	1092.6	0.0	0.0	0.0
335	5840.000	1031.3	0.0	0.0	0.0
336	5860.000	960.1	0.0	0.0	0.0
337	5880.000	880.6	0.0	0.0	0.0
338	5900.000	794.4	0.0	0.0	0.0
339	5920.000	624.5	0.0	0.0	0.0
340	5940.000	707.2	0.0	0.0	0.0
341	5960.000	628.7	0.0	0.0	0.0
342	5979.134	210.8	0.0	0.0	0.0
343	5980.000	201.6	0.0	0.0	0.0
344	6000.000	252.5	0.0	0.0	0.0
345	6020.000	241.3	0.0	0.0	0.0
346	6040.000	211.7	0.0	0.0	0.0
347	6060.000	198.5	0.0	0.0	0.0
348	6080.000	225.1	0.0	0.0	0.0
349	6100.000	369.7	0.0	0.0	0.0
350	6120.000	450.8	0.0	0.0	0.0
351	6140.000	405.5	0.0	0.0	0.0
352	6160.000	358.5	0.0	0.0	0.0
353	6180.000	333.1	0.0	0.0	0.0
354	6200.000	258.3	0.0	0.0	0.0
355	6220.000	226.0	0.0	0.0	0.0
356	6240.000	237.2	0.0	0.0	0.0
357	6260.000	53.4	0.0	0.0	0.0
358	6280.000	159.6	0.0	0.0	0.0
359	6300.000	205.8	0.0	0.0	0.0
360	6320.000	250.3	0.0	0.0	0.0
361	6340.000	2.9	34.7	0.0	0.0
362	6360.000	0.0	129.1	0.0	0.0
363	6379.835	0.0	36.4	0.0	0.0
364	6380.000	0.0	6.6	0.0	0.0
365	6383.476	0.0	31.3	0.0	0.0
366	6400.000	8.1	2.7	0.0	0.0
367	6420.000	29.8	0.0	0.0	0.0
368	6440.000	0.0	84.7	0.0	0.0
369	6460.000	0.0	215.5	0.0	0.0
370	6480.000	0.0	65.6	0.0	0.0
371	6484.536	0.0	65.5	0.0	0.0
372	6500.000	0.0	125.0	0.0	0.0
373	6520.000	0.0	150.4	0.0	0.0
374	6540.000	0.0	160.5	0.0	0.0
375	6560.000	0.0	236.9	0.0	0.0
376	6580.000	0.0	309.1	0.0	0.0
377	6600.000	0.0	356.8	0.0	0.0
378	6620.000	0.0	398.9	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
379	6640.000	0.0	525.4	0.0	0.0
380	6660.000	0.0	471.3	0.0	0.0
381	6680.000	0.0	464.2	0.0	0.0
382	6700.000	0.0	430.7	0.0	0.0
383	6720.000	0.0	521.7	0.0	0.0
384	6740.000	0.0	545.2	0.0	0.0
385	6760.000	0.0	632.9	0.0	0.0
386	6780.000	0.0	696.7	0.0	0.0
387	6800.000	0.0	662.6	0.0	0.0
388	6820.000	0.0	728.6	0.0	0.0
389	6840.000	0.0	883.4	0.0	0.0
390	6860.000	0.0	922.9	0.0	0.0
391	6880.000	0.0	861.7	0.0	0.0
392	6900.000	0.0	810.7	0.0	0.0
393	6920.000	0.0	813.3	0.0	0.0
394	6940.000	0.0	853.5	0.0	0.0
395	6960.000	0.0	973.5	0.0	0.0
396	6980.000	0.0	1081.9	0.0	0.0
397	7000.000	0.0	1043.9	0.0	0.0
398	7020.000	0.0	979.3	0.0	0.0
399	7040.000	0.0	1004.8	0.0	0.0
400	7060.000	0.0	1061.0	0.0	0.0
401	7080.000	0.0	1141.0	0.0	0.0
402	7100.000	0.0	1252.8	0.0	0.0
403	7120.000	0.0	1355.0	0.0	0.0
404	7140.000	0.0	1473.6	0.0	0.0
405	7160.000	0.0	1749.9	0.0	0.0
406	7180.000	0.0	1540.2	0.0	0.0
407	7200.000	0.0	1481.3	0.0	0.0
408	7220.000	0.0	880.7	0.0	0.0
409	7224.467	0.0	715.3	0.0	0.0
410	7240.000	0.0	1259.5	0.0	0.0
411	7260.000	0.0	1483.9	0.0	0.0
412	7280.000	0.0	1549.7	0.0	0.0
413	7300.000	0.0	1611.6	0.0	0.0
414	7320.000	0.0	1703.3	0.0	0.0
415	7340.000	0.0	1737.6	0.0	0.0
416	7360.000	0.0	1738.7	0.0	0.0
417	7380.000	0.0	1750.8	0.0	0.0
418	7400.000	0.0	1826.4	0.0	0.0
419	7420.000	0.0	1892.7	0.0	0.0
420	7440.000	0.0	1845.0	0.0	0.0
421	7460.000	0.0	1757.0	0.0	0.0
422	7480.000	0.0	1066.6	0.0	0.0
423	7484.930	0.0	860.3	0.0	0.0
424	7500.000	0.0	1535.4	0.0	0.0
425	7520.000	0.0	1811.1	0.0	0.0
426	7540.000	0.0	1874.6	0.0	0.0
427	7560.000	0.0	1967.1	0.0	0.0
428	7580.000	0.0	2003.2	0.0	0.0
429	7600.000	0.0	1988.8	0.0	0.0
430	7620.000	0.0	1853.4	0.0	0.0
431	7640.000	0.0	1710.0	0.0	0.0
432	7660.000	0.0	1564.0	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
433	7680.000	0.0	1188.7	0.0	0.0
434	7700.000	0.0	865.6	0.0	0.0
435	7720.000	0.0	692.7	0.0	0.0
436	7740.000	0.0	504.0	0.0	0.0
437	7760.000	0.0	648.9	0.0	0.0
438	7780.000	0.0	615.6	0.0	0.0
439	7800.000	0.0	618.5	0.0	0.0
440	7820.000	0.0	470.6	0.0	0.0
441	7840.000	0.0	312.4	0.0	0.0
442	7860.000	0.0	140.9	0.0	0.0
443	7874.541	0.0	41.1	0.0	0.0
444	7880.000				
445	7900.000	0.0	160.0	0.0	0.0
446	7920.000	0.0	257.1	0.0	0.0
447	7940.000	0.0	304.5	0.0	0.0
448	7960.000	0.0	420.6	0.0	0.0
449	7980.000	0.0	215.9	0.0	0.0
450	8000.000	0.0	199.6	0.0	0.0
451	8020.000	0.0	315.7	0.0	0.0
452	8040.000	0.0	228.3	0.0	0.0
453	8060.000	21.4	23.4	0.0	0.0
454	8080.000	59.6	0.0	0.0	0.0
455	8100.000	0.0	55.7	0.0	0.0
456	8120.000	0.0	190.9	0.0	0.0
457	8140.000	0.0	145.6	0.0	0.0
458	8160.000	1.8	67.4	0.0	0.0
459	8180.000	14.1	57.5	0.0	0.0
460	8200.000	25.6	35.1	0.0	0.0
461	8211.908	14.6	17.4	0.0	0.0
462	8220.000	13.2	27.2	0.0	0.0
463	8240.000	19.8	2.3	0.0	0.0
464	8260.000	0.0	8.9	0.0	0.0
465	8280.000	0.0	52.3	0.0	0.0
466	8300.000	3.5	31.3	0.0	0.0
467	8303.401	6.8	31.5	0.0	0.0
468	8319.401	7.9	57.4	0.0	0.0
469	8320.000	9.4	73.0	0.0	0.0
470	8340.000	1.8	174.7	0.0	0.0
471	8360.000	0.7	59.5	0.0	0.0
472	8380.000	81.4	0.0	0.0	0.0
473	8400.000	45.7	1.2	0.0	0.0
474	8420.000	0.0	132.6	0.0	0.0
475	8440.000	0.0	217.3	0.0	0.0
476	8460.000	0.0	82.4	0.0	0.0
477	8480.000	0.0	169.7	0.0	0.0
478	8500.000	0.0	77.0	0.0	0.0
479	8520.000	0.0	30.2	0.0	0.0
480	8540.000	27.4	0.0	0.0	0.0
481	8560.000	37.0	0.0	0.0	0.0
482	8578.205	11.3	0.0	0.0	0.0
483	8580.000	8.4	0.0	0.0	0.0
484	8594.205	0.0	14.1	0.0	0.0
485	8599.627	0.0	2.7	0.0	0.0
486	8600.000	0.0	9.0	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
487	8620.000	11.1	1.7	0.0	0.0
488	8631.627	28.8	0.0	0.0	0.0
489	8640.000	60.5	0.0	0.0	0.0
490	8660.000	132.9	0.0	0.0	0.0
491	8680.000	163.2	0.0	0.0	0.0
492	8700.000	134.8	0.0	0.0	0.0
493	8720.000	0.0	123.0	0.0	0.0
494	8740.000	1.9	2.0	0.0	0.0
495	8743.379	9.3	0.0	0.0	0.0
496	8760.000	93.7	0.0	0.0	0.0
497	8775.379	76.0	0.0	0.0	0.0
498	8780.000	98.8	0.0	0.0	0.0
499	8800.000	13.6	6.6	0.0	0.0
500	8820.000	0.0	229.8	0.0	0.0
501	8840.000	67.6	0.0	0.0	0.0
502	8860.000	123.9	0.0	0.0	0.0
503	8880.000	124.8	0.0	0.0	0.0
504	8900.000	147.8	0.0	0.0	0.0
505	8920.000	205.2	0.0	0.0	0.0
506	8940.000	137.0	0.0	0.0	0.0
507	8949.888	45.0	3.7	0.0	0.0
508	8960.000	103.8	0.0	0.0	0.0
509	8980.000	49.0	0.0	0.0	0.0
510	8981.888	42.7	0.0	0.0	0.0
511	9000.000	94.1	0.0	0.0	0.0
512	9020.000	184.3	0.0	0.0	0.0
513	9040.000	63.6	0.0	0.0	0.0
514	9040.730	59.8	0.0	0.0	0.0
515	9060.000	3.4	14.9	0.0	0.0
516	9072.730	12.2	0.0	0.0	0.0
517	9080.000	17.2	0.0	0.0	0.0
518	9085.559	39.4	0.0	0.0	0.0
519	9100.000	13.9	0.0	0.0	0.0
520	9101.559	13.8	3.3	0.0	0.0
521	9120.000	68.4	0.6	0.0	0.0
522	9140.000	118.4	0.0	0.0	0.0
523	9160.000	182.6	0.0	0.0	0.0
524	9180.000	162.3	0.0	0.0	0.0
525	9200.000	110.5	0.0	0.0	0.0
526	9211.671	63.0	0.0	0.0	0.0
527	9220.000	42.9	0.0	0.0	0.0
528	9227.671	45.2	0.0	0.0	0.0
529	9240.000	29.2	0.8	0.0	0.0
530	9248.093	18.5	1.9	0.0	0.0
531	9260.000	21.8	2.0	0.0	0.0
532	9280.000	8.5	5.1	0.0	0.0
533	9300.000	0.0	19.3	0.0	0.0
534	9320.000	0.0	31.5	0.0	0.0
535	9340.000				
536	9360.000	0.0	48.5	0.0	0.0
537	9380.000	0.0	158.8	0.0	0.0
538	9400.000	0.0	254.9	0.0	0.0
539	9419.355	0.0	73.9	0.0	0.0
540	9419.711	0.0	2.4	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
541	9420.000	0.0	74.8	0.0	0.0
542	9440.000	0.0	193.8	0.0	0.0
543	9460.000	0.0	286.9	0.0	0.0
544	9480.000	0.0	305.1	0.0	0.0
545	9500.000	0.0	254.2	0.0	0.0
546	9513.289	0.0	146.4	0.0	0.0
547	9520.000	0.0	151.4	0.0	0.0
548	9531.988	0.0	217.2	0.0	0.0
549	9540.000	0.0	340.7	0.0	0.0
550	9560.000	0.0	293.7	0.0	0.0
551	9580.000	0.0	273.2	0.0	0.0
552	9600.000	0.0	251.2	0.0	0.0
553	9620.000	0.0	245.8	0.0	0.0
554	9640.000	0.0	242.0	0.0	0.0
555	9660.000	0.0	232.4	0.0	0.0
556	9680.000	0.0	263.2	0.0	0.0
557	9700.000	0.0	233.9	0.0	0.0
558	9704.323	0.0	223.2	0.0	0.0
559	9720.000	0.0	296.8	0.0	0.0
560	9733.209	0.0	230.3	0.0	0.0
561	9740.000	0.0	111.2	0.0	0.0
562	9742.138	0.0	255.0	0.0	0.0
563	9760.000	0.0	505.6	0.0	0.0
564	9780.000	0.0	630.7	0.0	0.0
565	9800.000	0.0	486.6	0.0	0.0
566	9820.000	0.0	468.0	0.0	0.0
567	9840.000	0.0	366.7	0.0	0.0
568	9853.942	0.0	229.7	0.0	0.0
569	9860.000	0.0	115.4	0.0	0.0
570	9862.871	0.0	43.2	0.0	0.0
571	9863.336	0.0	221.5	0.0	0.0
572	9880.000	0.0	451.2	0.0	0.0
573	9900.000	0.0	458.0	0.0	0.0
574	9920.000	0.0	318.3	0.0	0.0
575	9921.734	0.0	81.3	0.0	0.0
576	9925.460	0.0	141.3	0.0	0.0
577	9931.015	0.0	215.9	0.0	0.0
578	9940.000	0.0	386.8	0.0	0.0
579	9960.000	0.0	393.3	0.0	0.0
580	9980.000	0.0	375.0	0.0	0.0
581	10000.000	0.0	416.7	0.0	0.0
582	10020.000	0.0	406.5	0.0	0.0
583	10040.000	0.0	375.7	0.0	0.0
584	10060.000	0.0	194.0	0.0	0.0
585	10060.888	0.0	59.8	0.0	0.0
586	10066.443	0.0	121.3	0.0	0.0
587	10074.069	0.0	123.8	0.0	0.0
588	10080.000	0.0	150.1	0.0	0.0
589	10090.069	0.0	198.9	0.0	0.0
590	10100.000	0.0	280.2	0.0	0.0
591	10120.000	0.0	351.4	0.0	0.0
592	10140.000	0.0	362.2	0.0	0.0
593	10160.000	0.0	325.8	0.0	0.0
594	10171.004	0.0	190.4	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
595	10180.000	0.0	146.7	0.0	0.0
596	10187.004	0.0	117.3	0.0	0.0
597	10192.846	0.0	120.5	0.0	0.0
598	10200.000	0.0	236.4	0.0	0.0
599	10220.000	0.0	317.3	0.0	0.0
600	10240.000	0.0	322.6	0.0	0.0
601	10259.424	0.0	183.4	0.0	0.0
602	10260.000	0.0	188.7	0.0	0.0
603	10280.000	0.0	408.7	0.0	0.0
604	10300.000	0.0	311.3	0.0	0.0
605	10320.000	0.0	297.1	0.0	0.0
606	10340.000	0.0	287.3	0.0	0.0
607	10360.000	0.0	351.2	0.0	0.0
608	10379.388	0.0	164.9	0.0	0.0
609	10380.000	0.0	170.0	0.0	0.0
610	10400.000	0.0	333.5	0.0	0.0
611	10420.000	0.0	354.2	0.0	0.0
612	10440.000	0.0	323.7	0.0	0.0
613	10460.000	0.0	296.3	0.0	0.0
614	10480.000	0.0	245.8	0.0	0.0
615	10493.301	0.0	139.7	0.0	0.0
616	10500.000	0.0	182.0	0.0	0.0
617	10520.000	0.0	395.2	0.0	0.0
618	10540.000	0.0	244.9	0.0	0.0
619	10546.388	0.0	165.9	0.0	0.0
620	10560.000	0.0	282.6	0.0	0.0
621	10580.000	0.0	284.3	0.0	0.0
622	10600.000	0.0	272.1	0.0	0.0
623	10620.000	0.0	240.0	0.0	0.0
624	10640.000	0.0	230.3	0.0	0.0
625	10660.000	0.0	241.8	0.0	0.0
626	10680.000	0.0	225.8	0.0	0.0
627	10700.000	0.0	222.9	0.0	0.0
628	10720.000	0.0	223.2	0.0	0.0
629	10740.000	0.0	244.7	0.0	0.0
630	10760.000	0.0	216.6	0.0	0.0
631	10780.000	0.0	121.5	0.0	0.0
632	10785.290	0.0	31.9	0.0	0.0
633	10787.599	0.0	63.0	0.0	0.0
634	10800.000	0.0	173.8	0.0	0.0
635	10820.000	0.0	212.7	0.0	0.0
636	10840.000	0.0	254.1	0.0	0.0
637	10860.000	0.0	233.7	0.0	0.0
638	10880.000	0.0	135.6	0.0	0.0
639	10900.000				
640	10902.441				
641	10907.580	0.0	24.9	0.0	0.0
642	10920.000	0.0	28.6	0.0	0.0
643	10940.000	36.4	0.8	0.0	0.0
644	10960.000	48.7	0.0	0.0	0.0
645	10980.000	89.3	0.0	0.0	0.0
646	11000.000	109.9	0.0	0.0	0.0
647	11020.000	63.7	0.0	0.0	0.0
648	11040.000	141.7	0.0	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
649	11060.000	111.0	0.0	0.0	0.0
650	11080.000	81.9	0.0	0.0	0.0
651	11097.260	0.0	70.6	0.0	0.0
652	11100.000	0.0	95.3	0.0	0.0
653	11120.000	0.0	185.4	0.0	0.0
654	11140.000	0.0	151.7	0.0	0.0
655	11157.769	0.0	85.5	0.0	0.0
656	11160.000	0.0	40.3	0.0	0.0
657	11166.698	0.0	108.6	0.0	0.0
658	11180.000	0.0	164.7	0.0	0.0
659	11200.000	0.0	187.6	0.0	0.0
660	11220.000	0.0	152.4	0.0	0.0
661	11240.000	0.0	65.8	0.0	0.0
662	11260.000	0.0	73.5	0.0	0.0
663	11280.000	0.0	32.9	0.0	0.0
664	11300.000	0.0	45.2	0.0	0.0
665	11320.000	0.0	147.4	0.0	0.0
666	11340.000	0.0	119.5	0.0	0.0
667	11360.000	0.0	69.1	0.0	0.0
668	11380.000	68.2	0.0	0.0	0.0
669	11389.787	48.0	0.0	0.0	0.0
670	11398.716	28.7	0.0	0.0	0.0
671	11400.000	60.9	0.0	0.0	0.0
672	11420.000	114.9	0.0	0.0	0.0
673	11440.000	62.5	0.0	0.0	0.0
674	11460.000	12.1	1.6	0.0	0.0
675	11480.000	0.0	174.4	0.0	0.0
676	11500.000	0.0	107.6	0.0	0.0
677	11520.000	0.0	102.5	0.0	0.0
678	11531.782	0.0	71.2	0.0	0.0
679	11538.293	0.0	35.9	0.0	0.0
680	11540.000	0.0	114.9	0.0	0.0
681	11560.000	0.0	192.4	0.0	0.0
682	11580.000	0.0	221.0	0.0	0.0
683	11600.000	0.0	216.4	0.0	0.0
684	11620.000	0.0	211.2	0.0	0.0
685	11640.000	0.0	200.8	0.0	0.0
686	11660.000	0.0	180.1	0.0	0.0
687	11680.000	0.0	163.6	0.0	0.0
688	11700.000	0.0	122.1	0.0	0.0
689	11720.000	0.0	78.9	0.0	0.0
690	11740.000				
691	11760.000	0.0	48.4	0.0	0.0
692	11770.033	0.0	28.8	0.0	0.0
693	11780.000	0.0	35.9	0.0	0.0
694	11791.366	0.0	40.4	0.0	0.0
695	11800.000	0.0	54.9	0.0	0.0
696	11820.000	0.0	95.0	0.0	0.0
697	11840.000	0.0	121.6	0.0	0.0
698	11860.000	0.0	127.2	0.0	0.0
699	11880.000	0.0	46.8	0.0	0.0
700	11900.000	0.0	226.7	0.0	0.0
701	11920.000	0.0	196.2	0.0	0.0
702	11940.000	0.0	196.5	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
703	11960.000	0.0	96.8	0.0	0.0
704	11980.000	0.0	47.5	0.0	0.0
705	12000.000	0.0	27.5	0.0	0.0
706	12018.851	0.0	16.7	0.0	0.0
707	12020.000	0.0	17.5	0.0	0.0
708	12040.000	0.0	16.3	0.0	0.0
709	12040.184	0.0	7.9	0.0	0.0
710	12049.805	0.0	23.2	0.0	0.0
711	12060.000	0.0	51.4	0.0	0.0
712	12080.000	0.0	84.5	0.0	0.0
713	12100.000	0.0	77.1	0.0	0.0
714	12120.000				
715	12140.000	0.0	34.0	0.0	0.0
716	12160.000	0.0	89.1	0.0	0.0
717	12180.000	0.0	88.3	0.0	0.0
718	12200.000	0.0	41.5	0.0	0.0
719	12220.000	0.0	68.9	0.0	0.0
720	12240.000	0.0	48.6	0.0	0.0
721	12260.000	1.0	4.4	0.0	0.0
722	12280.000	3.4	1.2	0.0	0.0
723	12298.747	13.5	0.0	0.0	0.0
724	12300.000	15.2	0.0	0.0	0.0
725	12320.000	3.3	1.0	0.0	0.0
726	12330.405	0.0	22.0	0.0	0.0
		61225	143148	0	0

PROFIL EN LON

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	110.403
D1	PENTE= 0.817 %	365.592		
			365.592	113.390
PR1	S= 350.0665 Z= 113.3266 R = 1900.00	28.816		
			394.408	113.844
D2	PENTE= 2.334 %	224.038		
			618.446	119.073
PR2	S= 662.7874 Z= 119.5900 R = -1900.00	43.109		
			661.554	119.590
D3	PENTE= 0.065 %	459.481		
			1121.035	119.888
PR3	S= 1124.2800 Z= 119.8888 R = -5000.00	37.930		
			1158.965	119.769
D4	PENTE= -0.694 %	233.506		
			1392.471	118.149
PR4	S= 1357.7856 Z= 118.2690 R = -5000.00	95.059		
			1487.529	116.586
D5	PENTE= -2.595 %	93.761		
			1581.291	114.153
PR5	S= 1630.5931 Z= 113.5130 R = 1900.00	37.419		
			1618.709	113.550
D6	PENTE= -0.625 %	393.773		
			2012.482	111.087
PR6	S= 2024.3659 Z= 111.0501 R = 1900.00	55.036		
			2067.518	111.540
D7	PENTE= 2.271 %	201.652		
			2269.170	116.120
PR7	S= 2312.3215 Z= 116.6100 R = -1900.00	57.241		
			2326.410	116.558
D8	PENTE= -0.742 %	884.127		
			3210.538	110.002
PR8	S= 3224.6266 Z= 109.9495 R = 1900.00	18.925		
			3229.462	109.956
D9	PENTE= 0.255 %	1250.450		
			4479.912	113.138
PR9	S= 4479.1488 Z= 113.1372 R = 300.00	0.175		
			4480.088	113.139
D10	PENTE= 0.313 %	1949.507		
			6429.594	119.240
PR10	S= 6435.5405 Z= 119.2491 R = -1900.00	20.811		

Caractéristiques des éléments		Longueur	Abscisse	Z
			6450.406	119.191
D11	PENTE= -0.782 %	1399.274		
			7849.680	108.243
PR11	S= 7912.2701 Z= 107.9985 R = 8000.00	49.724		
			7899.403	108.009
D12	PENTE= -0.161 %	2984.474		
			10883.877	103.209
PR12	S= 10886.9333 Z= 103.2062 R = 1900.00	32.245		
			10916.123	103.430
D13	PENTE= 1.536 %	373.177		
			11289.300	109.163
PR13	S= 11318.4895 Z= 109.3877 R = -1900.00	61.400		
			11350.700	109.115
D14	PENTE= -1.695 %	417.072		
			11767.772	102.044
PR14	S= 11799.9822 Z= 101.7711 R = 1900.00	24.456		
			11792.228	101.787
D15	PENTE= -0.408 %	538.177		
			12330.405	99.591
LONGUEUR DE L'AXE 12330.405				