

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed khider – Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie civil et Hydraulique

Référence /2022



جامعة محمد خيضر – بسكرة

كلية العلوم و التكنولوجيا – بسكرة

قسم الهندسة المدنية و السري

المرجع : 2022/

Mémoire de Master

Filière : Travaux publics

Spécialité : Voies et ouvrage d'art

THEME:

Etude De Renforcement De La RN03 sur 10 Km

Du Pk 490+000 Au 500+000

Nom et Prénom de Etudiants:

Benamor Ammar

Mezroua Soufiane

Encadreur:

Dr. Bensmaine Aissa

PROMOTION: JUIN 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au nom de Dieu le Miséricordieux

Je remercie Dieu Tout-Puissant, le Très Miséricordieux, le Très Miséricordieux de m'avoir accordé la grâce de faire cet humble travail. Je remercie aussi beaucoup ma mère, qui s'est toujours souvenue de moi dans la prière, ce qui m'a aidé à atteindre cette étape de formation.

*Je dédie également cet humble travail à l'honorable Dr **Bensamain Issa**, qui nous a accompagnés pendant les moments de ce voyage, et qui a montré des intentions si généreuses pour me permettre de goûter le goût de ces précieuses informations. Par conséquent, je prie Allah, le Très Miséricordieux, le Très Miséricordieux, de vous récompenser par le bien.*

A ma femme qui a toujours été à mes côtés dans les moments difficiles de ma vie.

A mes chers enfants : Anes, Mouayd et Alaa Al-Rahman.

Les mots ne pourront jamais décrire ma gratitude. Je demande à Dieu, le Très Miséricordieux, le Très Miséricordieux, de vous récompenser.

A tous les frères, chacun en son nom.

Au frère de l'ingénieur Abdel-Jawad Zahana.

A mes amis sans exception.

A mon collègue : Soufian Mezroua.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse.

B. Ammar



Résumé :

L'étude de renforcement des chaussées repose sur une série de mesures, et d'observations visuelles qui permettent de diagnostiquer les types de dégradations apparentes comme les déformations et les arrachements, les mouvements de matériaux et de cibler les solutions de renforcement les plus appropriées. La méthode de renforcement est basée sur : Le relevé de dégradations et Sondage sous chaussée. La mesure d'uni, déflexion et Vérification des structures. Enfin pour atteindre l'objectif de renforcer une chaussée et prolonger sa durée de vie, il faut faire une auscultation détaillée à l'aide des appareils de haute précision, et de développer les méthodes de renforcement ce qui conduit au choix correct de type et de la structure de la chaussée.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

La route est le seul moyen de relier les intérêts économiques et sociaux de chaque pays. C'est pourquoi l'Algérie s'est fixé un grand défi pour faire avancer son économie. Il a mis en place un réseau routier reliant toutes les régions du pays, y compris la route est-ouest, nord-sud, où l'on prend, par exemple, la route reliant le nord-est au sud, la route nationale numéro trois s'étendant de Skikda traverse chacun des états suivants :

Constantine, Oum El Bouaghi, Batna, Biskra, EL-Meghaier, Touggourt et Ouargla jusqu'à Ain Amenas puis Illizi, où l'artère économique du pays relie les régions pétrolières du sud. Vers les ports du nord de l'Algérie.

Les travaux de renforcement ou de réhabilitation et d'aménagement seront réalisés afin d'assurer le maintien et le développement de l'activité économique de la région ainsi que la sécurité des usagers.

L'étude en cours concerne le renforcement du réseau routier en général, et comme application nous examinerons un état réel des routes,

Notre étude s'inscrit pleinement dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

Ce projet de fin d'étude consiste en : Etude du renforcement de la RN03 sur 10 km du PK490+000 au PK500+000 au niveau de la Daïra de DJAMAA, wilaya d'ELMEGHAIER.

CHAPITRE : I

PRESENTATION DU PROJET

1 - Introduction :

L'aménagement d'un réseau routier ne peut s'effectuer sans faire au préalable des prévisions du trafic de déterminer les besoins en déplacement et d'identifier les axes susceptibles d'être saturés à un horizon donné.

2- Présentation de la wilaya EL MEGHAIER :

La wilaya d'EL MEGHAIER jouit d'une situation géographique avantageuse faisant d'elle le centre d'un grand carrefour entre le Nord et le grand sud du pays, et aussi entre les wilayas limitrophes que sont EL OUED -OUARGLA et BISKRA. Elle s'étend sur une superficie totale de 8834.80 km² avec une population de près de 200.000 habitations, Elle est irriguée par un réseau routier de 386.6 kms et lequel est couplé à un réseau de chemin de fer 121 kms (pk65+000 Chega au pk 186+000 Temerna). Cette situation privilégiée lui confère une place stratégique pour jouer un rôle important dans l'échange régional et interrégional, ce qui exige de fournir aux opérateurs économique et usagers des routes un niveau de service à la hauteur des exigences de sécurité et de confort tant pour le trafic de transit que pour le trafic local.

a. Géologie: La région est située dans une zone stable tectoniquement et caractérisée par la prédominance de dépôts quaternaires on distingue 3 régions :

- ✓ Les vallées de l'oued Mya et l'oued Righ.
- ✓ Le grand Erg oriental.

Lithologiquement on rencontre :

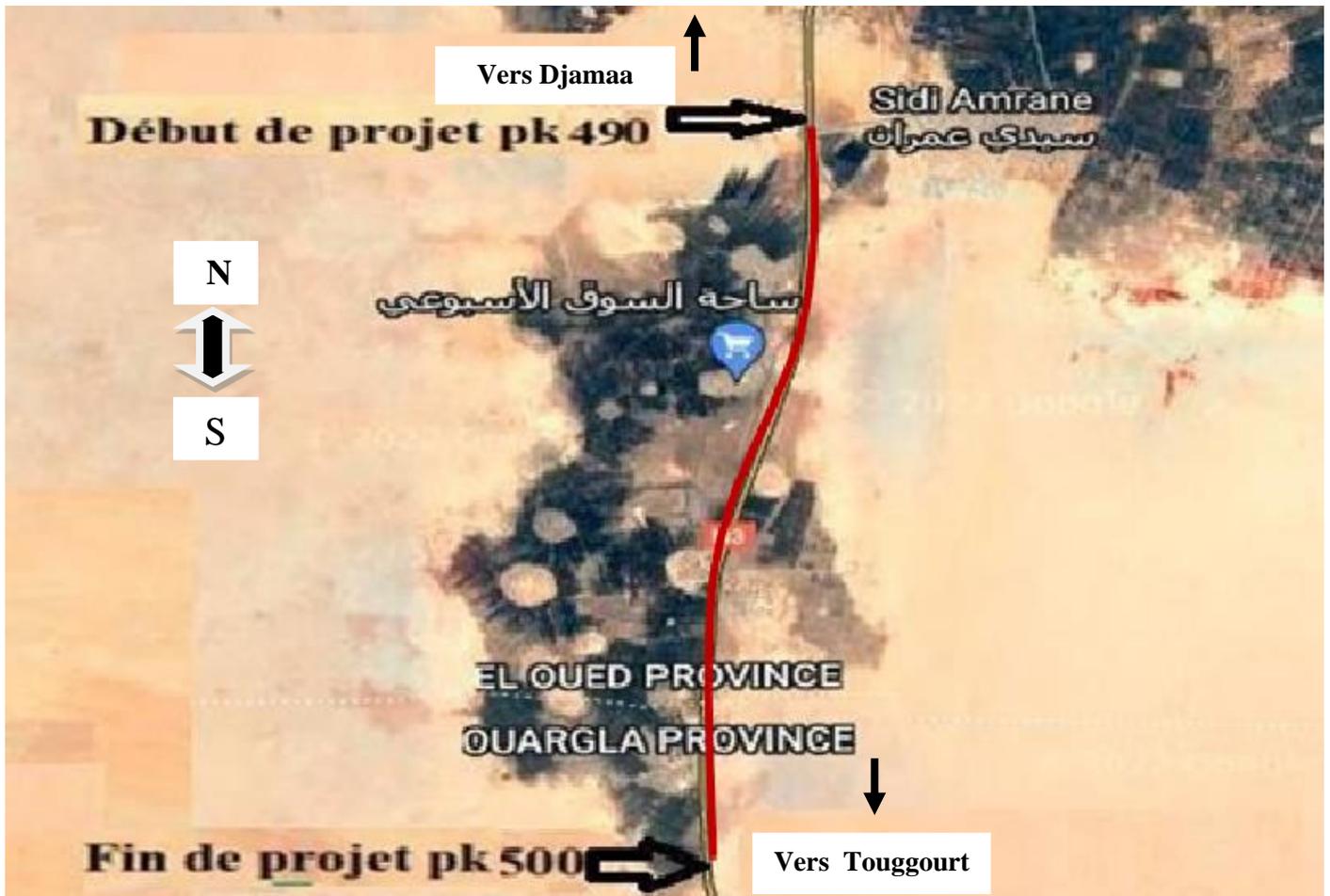
- ✓ Les sables éoliens mobiles
- ✓ Les chotts.
- ✓ Les regs et terrasses.
- ✓ Les calcaires dolomitiques.
- ✓ Les marnes et argiles.

- b. Hydrographie** : Malgré leur nombre très élevé, les oueds de la région sont peu importants. Oued Righ. Ce dernier est le seul à écoulement permanente, grâce au drainage de la Vallée qu'il traverse.
- c. Hydrologie** : Les eaux souterraines sont les principales ressources hydriques, on rencontre de haut en bas :
- ✓ La nappe phréatique de profondeur allant de 0 à 8 m.
 - ✓ Le mio-pliocène se situé de 50 à 200 m.
 - ✓ Le sénonien se situé entre 300 à 500 m.
 - ✓ L'albien se situé entre 1000 et 1700 m.
- d. Climatologie** : La wilaya d'ELMEGHAIER se caractérise par un climat saharien : Pluviométrie réduite, température élevée, très forte évaporation et des vents de sables.
- e. Température** : Les températures maximales dépassent souvent les 45°C ; à l'ombre, en été et descendent parfois au-dessous de 0°C en hiver. L'écart thermique entre le jour et la nuit est très important.
- f. Les précipitations (pluviométries)** : Les précipitations sont rares et irrégulières et variant entre 50 mm et 350 mm par année.
- g. Humidité et évaporation**: L'humidité relative varie de 20% en été à 67% en hiver
- h. Les vents**: Les vents dominants sont généralement de direction N NE et S SW. Leur vitesse dépasse parfois les 25 m/s. Leur fréquence est maximale dans la période Mars à Avril.

3 - Présentation de projet :

Le projet se situe sur RN 03 à la wilaya d'EL MEGHAIRE ,section Djamaa du **pk 490+000 au pk 500+000** sur 10 kms, La chaussée présente en général un profil homogène d'une route bidirectionnelle de deux voies de circulation, la route présente une faible déclivité et sinuosité.

Le plan synoptique est représenté dans la figure suivante :



4- Problématique :

Le problème que connaissent la plupart des routes au niveau national sont lessuivantes :

1. L'intensification du trafic.
2. L'accroissement du taux du poids lourds.

Si bien que ces deux derniers se traduisent par plusieurs indications, dont lessuivants :

- ✓ déformations.
- ✓ Les arrachements.
- ✓ Les mouvements des matériaux.

Quant à notre projet, qui fait l'objet de notre étude, il connaît également plusieurs problèmes des dégradations.

5- Objectif de l'étude:

Cette étude de renforcement a pour objectif d'établir un diagnostic détaillé sur l'état de la chaussée et les dégradations apparues, en procédant à des auscultations visuelles, des mesures de déflexions qui doivent aboutir :

- À l'estimation de la portance de la chaussée ainsi l'appréciation de son état de planéité.
- À la détermination des causes probables des dégradations constatées.
- À la proposition des solutions techniques nécessaires à la remise en état du tronçon.
- A l'estimation des quantités des travaux à réaliser.

6- Dégradations de la route :

Les dégradations s'observent sur les routes à la fois revêtues et non. On distingue généralement cinq (5) grands groupes (ou familles).

6.1- Les déformations :

Les déformations sont des dépressions ou ondulations de la route qui prennent généralement naissance dans le corps de chaussée ou dans le sol support et qui se manifestent sur la couche de roulement. On les différencie suivant leur forme et leur localisation. Dans ce type de dégradations, on distingue : les affaissements, les flaches, les bourrelets, les ornières et plus rarement les tôles ondulées.



-Orniérage

6.2- Les fissurations :

Les fissurations sont des fentes de degré plus ou moins important de la route qui affectent la couche de roulement et même tout ou partie du corps de chaussée. Comme illustrations, on a sur la figure le Faiénçage et les fissurations ramifiées sur les figures :



Faiénçage à maille fines



Fissures tansversales suivi d'arrachement par plaques (pelade)



Faiénçage à maille fines

Fissures tansversales et longitudinales

6.3- Les arrachements :

Ce sont des phénomènes de rupture d'adhésion entre éléments ou parties de la route suivie généralement de leur disparition. Ce type de dégradations n'affecte que la couche de roulement au début de son apparition mais peut s'aggraver en affectant les couches sous-jacentes.



Arrachement

6.4- Les remontées de matériaux :

Les remontées de matériaux sont l'apparition de matériaux ou d'eau à la surface du revêtement en l'affectant, ce phénomène peut provenir soit des couches inférieures ou soit se manifester à partir même de la couche de roulement (cas du ressuage). On pourra citer au nombre de ces désordres : les remontées de boue ou d'eau, le ressuage et les boursouflures. Nous avons sur la figure, l'exemple du ressuage.



Ressuage

6.5- Les usures de la couche de roulement :

En dehors des dégradations dues au vieillissement et à la fatigue du corps de chaussée qui affectent le revêtement, il existe même l'usure de cette couche de roulement par frottement caractérisée par une perte de matériaux. On distingue le glaçage, les têtes de chat et l'usure de la signalisation horizontale (lorsqu'elle existe). Mais, nous précisons que toutes ces désordres apparaissent sur les routes revêtues contrairement aux routes non revêtues sur lesquelles s'observent uniquement les déformations, les arrachements et les usures de la couche de roulement en graveleux et des accotements.

7- Tableau récapitulatif: Quelques causes probables en fonction de la plupart des dégradations considérées indépendamment les uns des autres.

Tableau I-01 : Les causes probables en fonction de la plupart des dégradations

Dégradation	Causes probables
Affaissement	-Sous dimensionnement des couches inférieures -Tassement des couches inférieures -Niveau très élevé de la nappe phréatique - Pollution du corps de chaussée -Drainage insuffisant
Bourrelet	-Fluage -Zone de décélération brutale -Température élevée dans l'enrobé
Désenrobage	-Action de l'eau -Action de l'argile (granulats pollués) -Action mécanique des véhicules -Action du sel en zone désertique -Mauvaise adhésivité liant granulats -Erosion éolienne
Epaufrure	-Mauvais épaulement des rives -Accotement en contre bas -Chaussée trop étroite ou partiellement obstruée -Accotement dont la pente dirigée vers la chaussée (stagnation d'eau)
Faiçonnage	-Dégradation des couches inférieures (désagrégation ; tassement) -Mauvais accrochage de la couche de roulement sur la couche de base. -Sous dimensionnement de la couche de roulement
Fissures	-Joint de deux bandes d'épandage -Reprise d'un travail au finisseur -Retrait du matériau constituant les couches inférieures à celle de roulement -Mauvais accrochage de la couche de roulement sur la couche de base -Géllivité du corps de chaussée

CHAPITRE II

ETUDE DU TRAFIC

1. Introduction :

L'étude de trafic est une pièce indissociable et fondamentale d'études d'un projet routier, y compris ceux d'entretien ou bien ceux des constructions nouvelles. Elle fournit généralement des résultats de prévision de la demande, la présente étude du trafic sera consacrée à la RN 03 du pk 490+000 au pk 500+000 dans la wilaya d'EL ELMEGHAIRE, l'objectif assigné à l'étude de trafic de ce projet est de prédire l'état de trafic et le niveau de service de cette route. Qui est nécessaires pour :

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

Les données de comptage du trafic sont fournies par la DTP El Meghaire, le comptage du trafic a été effectué pendant la période du 18/12/2018 au 24/12/2018.

2- Analyse des trafics :

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 trafics : Cette mesure est réalisée par différents 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 sont :

- Comptage automatique à l'aide de compteurs à tube pneumatique.
- Comptage manuels avec distinction des véhicules.

Les deux types ainsi que les résultats trouvés sont illustré dans ce qui suit :

a).1-Comptage automatique : Le matériel utilisé au cours de cette opération est décrit dans ce qui suit :

Appareil de mesure de trafic:

C'est un appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. Une des extrémités du tube est fermée et l'autre se raccorde au compteur. Lorsque l'essieu d'un véhicule passe sur le tube, l'onde de compression de l'air dans le tube donne une impulsion, laquelle est enregistrée par le compteur. Il est alors possible de capter le nombre d'essieux passant sur le tube en cumulant les impulsions d'air du capteur. Le système de recueil des données de trafic est composé :

- D'un compteur automatique.
- D'un capteur pneumatique.
- Et d'un terminal de programmation de recueil des données brutes et de transfert.

a).2- Comptage manuel :

Ils sont réalisés par des agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques.

Les compteurs automatiques utilisés ne font pas la distinction des différentes catégories de véhicules. Afin d'apprécier la composition du trafic, un recensement manuel de deux heures est réalisé au niveau de chaque poste de comptage automatique en distinguant les six (06) catégories de véhicules suivantes :

- P1 : véhicule léger.
- P2 : véhicule utilitaire.
- P3 : bus et autobus.
- P4 : camion à deux essieux.
- P5 : camion à trois essieux.
- P6 : ensemble articulés.

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 interzonaux, en définissant leur origine et destination.

4- Différents type trafics :

a) -Trafic normal :

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

b)- Trafic dévié :

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

c)- Trafic induit : C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

d) -Trafic total :

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

5- les indicateurs du trafic :

L'analyse des résultats issus des comptages du trafic nous a permis de déterminer, pour chaque section, les paramètres suivants :

- Trafic moyen journalier annuel TJMA égal au trafic total de l'année divisé par le nombre de jour, on l'exprime (v/j).
- Les trafics aux heures de pointe, avec les heures pointe soit le matin (HPM) et soir (HPS).
- Le trafic journalier de fin de semaine.
- Le trafic journalier moyen d'été : important pour les régions estivales.
- Le trafic effectif : c'est le trafic traduit en nuitées de véhicules particuliers exprimée en (u_{vp}/j).

6- Calcul de capacité :

6.1- définition :

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules pouvant raisonnablement passer 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 dépend :

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Les caractéristiques transversales réduites, par exemple largeur de voie inférieure à 3,5 m ou absence d'accotement.

6.2- trafic à un horizon donné :

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

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

Tel que :

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

6.3-Trafic effectif :

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et l'environnement, pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (u.v.p).

Le trafic effectif est donné par la formule :

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

Tel que :

- ✓ **T_{eff}**: trafic effectif à l'horizon en (u.v.p – j)
- ✓ **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.

Tableau II-1 : coefficient d'équivalent

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

6.4- Débit de pointe horaire normal (la demande) :

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = (\frac{1}{n}) \cdot T_{eff} \quad (\text{u.v.p/h})$$

Tel que :

- ✓ **Q** : debit de Pointe (u.v.p/h)
- ✓ **(1/n)**: coefficient de pointe pris égale 0,12.
- ✓ **T_{eff}** : trafic effectif.

6.5- débit horaire admissible (l'offre) :

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

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

Tel que :

- ✓ **C_{th}**: la capacité théorique.
- ✓ **K₁** : coefficient qui dépend de l'environnement.
- ✓ **K₂** : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

o **Tableau II-2 : Coefficient K₁**

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K₁	0.75	0.85	0.9 à 0.95

o **Tableau II-3 : Coefficient K₂ :**

Environnement	Catégorie de la route				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
E₁	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00
E₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E₃	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

○ **Tableau II-4 : Capacité théorique C_{th} :**

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 u.v.p /h
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 u.v.p /h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 u.v.p /h /sens

6.6- Calcul du nombre de voies :

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

- ✓ Cas d'une 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 égal $\approx 2/3$
- ✓ **Q_{adm}** : débit admissible par voie.

7- Application de projet :

a) - Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la direction des travaux publics de wilaya El-Meghaier on a ce qui suit :

On a :

- Le trafic à l'année 2018 $TJMA_{2018} = 8027$ v/j
- Catégorie des routes: C_1 .
- Environnement: E_1 .
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 80$ km/h
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 51.7\%$
- L'année de mise en service sera en 2024
- Ladurée de vie estimée de 10 ans
 - ⊃ $P = 2$ selon le tableau N°1 (route à bonne caractéristique C_1 et environnement E_1 car terrain plats et faible sinuosité).
 - ⊃ $K_1 = 0,75$ selon le tableau N°2 (E_1).
 - ⊃ $K_2 = 1$ selon le tableau N°3 (E_1 et C_1)

b) - Projection future de trafic :

L'année de mise enservice (2024)

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

Avec :

- $TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise enservice 2024)
- $TJMA_o$: trafic à l'année zéro (origine 2018)

$$TJMA_{2024} = 8027 \times (1 + 0,04)^6 = \mathbf{10157} \text{ v/j.}$$

Trafic à l'année (2034) pour une durée de vie de 10 ans

$$TJMA_{2034} = 10157 \times (1 + 0,04)^{10} = \mathbf{15035} \text{ v/j.}$$

c)- calcul du trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ] T_{JMAh} \Rightarrow T_{\text{eff}} = 15035 \times [(1 - 0.517) + 2 \times 0.517] = \mathbf{22808 \text{ u.v.p/j}}$$

d)- Débit de pointe horaire normale :

$$Q = (1/n) \cdot T_{\text{eff}} \Rightarrow Q = 0,12 \times 22808 = \mathbf{2737 \text{ u.v.p/h}}$$

c)-débit admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} \Rightarrow \text{le projet caractérisé par } E_1 \text{ et } C_1$$

- $K_1 = 0.75$ selon le tableau N° 1 pour E_1
- $K_2 = 1$ selon le tableau N°2 environnement (E_1) et catégorie (C_1)
- C_{th} : capacité théorique

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

$$\mathbf{Q \leq Q_{\text{adm}}}$$

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

$C_{\text{th}} = 1800 \text{ u vp/h}$ selon le tableau N°4 (car le route est de 2 voies de 3,5m)

$$\text{Alors } Q_{\text{adm}} = 0,75 \times 1 \times 1800 = \mathbf{1350 \text{ u.v.p/h}}$$

Et on a :

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

Sachant que $(1/n) = 0,12$ (n : nombre desheurs égale 8)

$$\text{Donc : } Q = (1/n) \cdot T_{\text{eff}} \Rightarrow Q = 0,12 \times 22808 = \mathbf{2737 \text{ u.v.p/h}}$$

$$\text{Et sur lui : } Q \leq Q_{\text{adm}} \Rightarrow 2737 \leq 1350 \text{ condition non vérifiée.}$$

Pour atteindre l'inégalité, la valeur de la capacité doit être augmentée.

$$\text{Donc : } Q \leq Q_{\text{adm}}$$

$$\Rightarrow Q \leq K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} \Rightarrow C_{\text{th}} \geq Q / K_1 \times K_2 \Rightarrow C_{\text{th}} \geq 2737 / (0,75 \times 1)$$

$$\Rightarrow C_{\text{th}} \geq \mathbf{3649 \text{ u.v.p/h}}$$

d)- calcul nombre de voie:

On a : $N = S \times (Q/Q_{adm})$ Avec $S=2/3$

Donc : $N = (2/3) \times (2737/1350) = 2.027$

$\Rightarrow N \approx 2 \Rightarrow$ **nécessité un dédoublement de 2x2 voies.**

c)- Calcul de l'année de saturation :

On a : $T_{eff2024} = 22808$ (uvp/j).

$Q_{2024} = 0,12 \times 22808 = 2737$ (uvp/j).

Donc : $Q_{Saturation} = 4 \times Q_{adm}$

$Q_{Saturation} = 4 \times 1350 = 5400$ (uvp/j).

$Q_{Saturation} = (1+\tau)^n \times Q_{2024} \Rightarrow n = \log(Q_{Saturation} / Q_{2024}) / \log(1+\tau)$
 $= \log(5400 / 2737) / \log(1+0,04) = 17.32 \approx 17$ ans.

Donc l'année de saturation = 2024+17=2041.

Conclusion :

Selon les calculs précédents, il a été conclu que la conception imposée par le client ne répondait pas aux exigences, car elle prévoyait la réalisation inévitable d'une deuxième route qui contient les éléments suivants :

- Le profil de notre projet est unidirectionnel à deux voies (2x2 voies).
- Largeur de chaque vois **3.5 m.**
- Largeur d'accotement égal **2 m.**

CHAPITRE III

ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Introduction :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé son axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région

Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support. L'étude géotechnique doit d'abord permettre la localisation des différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

2. Objectif de la géotechnique : Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité des gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles. La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.

3. Reconnaissance de site :

Sondage carotté : Un sondage carotté à foncer en rotation dans le sol un tube muni à sa partie inférieure d'une couronne très résistante qui isole un cylindre de sol, ou carotte, du reste du terrain, et à remonter cette carotte à la surface. L'outil est refroidi par un courant d'eau, de boue, d'air comprimé. Ce moyen de sondage satisfaisant, et demeure, de ce fait, un moyen de reconnaissance privilégié, notamment pour l'étalonnage de la coupe géologique dans une zone donnée.

4. Essais au laboratoire: Les essais réalisés en laboratoire pour les échantillons prélevés de notre projet sont :

4.1- Des essais d'identification:

- Teneur en eau et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

4.2- Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.

Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des prélèvements destinés des essais CBR en laboratoire. 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 nécessiter à la détermination des limites d'Atterberg.

5. Définitions des Essais D'identification :

5.1- Teneur en eau et masse volumique :

- La teneur en eau (w%) : La teneur en eau d'un granulat ou d'un sol est le pourcentage d'eau (en masse) par rapport au matériau sec : $\omega = W_w / W_s$
- Masse volumique : masse du sol par unité de volume du sol (t/m^3) : $\gamma = W/V$

On calcule aussi la masse volumique sèche: $\gamma_d = W_s/V$

a. Principe de l'essai :

Leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides. On utilise le principe de la poussée d'Archimède. En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec la connaissance du poids des grains soli.

b. But de l'essai :

Le but de cet essai est de déterminé expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols.

c. Domaine d'utilisation : cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

5.2- Analyses granulométriques : C'est un essai qui a pour objet 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, cette analyse se fait en générale par un tamisage Suivant la dimension des particules.

a. Principe d'essai : l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoire reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes

b. But de l'essai : c'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

c. Domaine d'utilisation : la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

5.3- Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (W_p) : caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité. Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

Limite de liquidité (W_L) : caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$$W_L = \omega (N/25)^{0.121}$$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups

N : nombre de coups

L'indice de plasticité (I_p), $I_P = W_L - W_P$

- a. Principe de l'essai :** la détermination de WL et WP nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticités de Casa grande.
- b. But de l'essai :** cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).
- c. Domaine d'application :** l'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

5.4- Equivalent de sable : Lorsque les sols contiennent très peu des particules fines, les limites D'ATTERBERG ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé équivalent de sable.

- a. Principe de l'essai :** l'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).
- b. But de l'essai :** cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles. Cet essai très intéressant révèle au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.
- c. Domaine d'application :** cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines suivants :

- Classification des sols.
- Etude des sables et sols fins peu plastique.
- Choix et contrôle des sols utilisables en stabilisation mécanique.
- Choix et contrôle des sables à béton.
- Contrôles des sables utilisés en stabilisation chimique.
- Choix et contrôle des granulats pour les enrobés hydrocarbonés

5.5- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache) :

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par 100g de sol s'appelle « Valeur Au Bleu » du sol et est notée VBs, la VBs reflète globalement :

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (0/d) avec $d \leq 10\text{mm}$ et à ajouter à cette suspension des doses successives de 5 ml d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile. La valeur VBs est alors calculée à l'aide de la relation :

$$VBs = VBs (0/d) \times C (0/d) / 100C (0/d)$$

Étant le pourcentage de la fraction 0/d du sol étudié.

6. Les essais mécaniques :

6.1- Essai PROCTOR : L'essai Proctor est un essai routier, il s'effectue à l'énergie dite modifiée, il y a aussi l'énergie normale.

a. Principe de l'essai : l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol dispose en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacte avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage. Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.

b. But de l'essai : l'essai Proctor consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une Teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

c. Domaine d'utilisation : cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes)

6.2- Essai C.B.R (California Bearing Ratio) : On réalise en général trois essais

« CBR standard », « CBR immédiat », « CBR imbibé ».

On s'intéresse actuellement au « CBR imbibé ».

- a. Principe de l'essai :** on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la 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. Les passants sur le tamis inférieur à **20mm** dans le moule CBR.
- b. But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.
- c. Domaine d'utilisation :** cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

6.3- Essai Los Angeles : L'essai **L.A** est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

- a. Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angeles.
- b. But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.
- c. Domaine d'application :** l'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

- Essai Micro Deval :

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (Deval sec) et (Deval humide). On s'intéresse actuellement au MDE (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

- a. Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6mm** (Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine Deval par les frottements réciproques.
- b. But de l'essai :** l'essai Micro-Deval humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.
- c. Domaine d'application :** choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.
- 7. Condition d'utilisation des sols en remblais :** Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels. Les matériaux de remblais seront exempts de :
- Pierre de dimension > 80mm.
 - Matériaux plastique IP> 20% ou organique.
 - Matériaux gélifs.
 - On évite les sols à 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 devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

8. Recueil et analyse des données :

Les données sont fournies par la Direction des travaux publics de la Wilaya d'Al-Meghaier et présentées selon les étapes et dans les tableaux suivants :

- a. Les sondages :** Des échantillons ont été prélevés le long de la section selon les points kilométriques, qui sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau III-1 : Implantation des sondages

Sondage N° :	Localisation	Endroit
S-01	PK :490+000	Limite (chaussée ; accotement) côté droite
S-02	PK :492+000	Limite (chaussée ; accotement) côté droite
S-03	PK :495+000	Limite (chaussée ; accotement) côté gauche
S-04	PK :498+100	Limite (chaussée ; accotement) côté droite
S-05	PK : 500+000	Limite (chaussée ; accotement) côté gauche

b. Synthèse des résultats de sondage:

Les résultats de sondage à savoir les différentes couches composantes le corps de chaussée au niveau des points de sondages réalisés sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III-2: sondages et couches

N° de sondage	Localisation (PK)	Type de sondage	Couche et épaisseur récupérer Et nature du matériau	N° d'échantillon
S-01	490+000	Chaussée C.D	Couche de roulement sur 03 cm en BB	A-01
			Couche de fondation sur 08 cm en Gc	B-01
			Sol support en TVN	C-01
S-02	492+000	Chaussée C.G	Couche de roulement sur 10 cm en BB	A-02
			Couche de fondation sur 35 cm en TVN	B-02
			Sol support en sable Gypseux	C-02
S-03	495+000	Chaussée C.D	Couche de roulement sur 10 cm en BB	A-03
			Couche de fondation sur 40cm en TVN	B-03
			Sol support en sable Gypseux	C-03
S-04	498+000	Chaussée C.G	Couche de roulement en BB sur 10 cm	A-04
			Couche de Fondation sur 40 cm en TVN	B-04
			Sol support en sable Gypseux	C-04
S-05	500+000	Chaussée C.D	Couche de roulement en BB sur 10 cm	A-05
			Couche de base sur 25 cm en TVN	B-05
			Sol support en sable Gypseux	C-05

Les différentes couches composantes le corps de chaussée au niveau des points de sondages réalisés sont représentées dans les figures suivantes:

Sondage N°01	Sondage N°02	Sondage N°03	Sondage N°04	Sondage N°05
BB(03cm)	BB(10cm)	BB(10cm)	BB(10cm)	BB(10cm)
TVN(08cm)	TVN(35cm)	TVN(40cm)	TVN(40cm)	TVN(25cm)
Sol support				

Figure III-1 : Les différentes couches composantes le corps de chaussée

Les sondages réalisés sont représentées dans les photos ci-dessous:



c. Résultats des essais d'identification et classification : Représenté dans le tableau suivant :

Tableau III-3

N° Sondage	Pk	Prélèvement	Granulométrie		Limites D'atterberg			Propreté			Essais mécaniques						
			GH	DIE	W _l	I _p	W _r	P	ES	BL	Rc	Pro	CB R	LA	MDE	A	
S01	490	C .Fondation	x		x	x						x					
		Sol support										x	x				
S02	492	C .Fondation	x		x	x						x					
		Sol support										x	x				
S03	495	C .Fondation	x		x	x						x					
		Sol support										x	x				
S04	489	C .Fondation	x		x	x						x					
		Sol support										x	x				
S05	500	C .Fondation	x		x	x						x					
		Sol support										x	x				

❖ **Légende :**

- W : teneur en eau
- GH : granulométrie
- P : Densité
- LA : Los Angeles
- BL : bleu méthylène
- R_C compression
- I_P : Indice de plasticité
- MED : Micro deval
- A : Aplatissement
- DIE : Sédimentomètre
- W_r : limite de retrait
- W_L : limite de liquidité

- Sol support:

Les résultats des essais réalisés sur les sondages prélevés à partir du sol support sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau III-4

Code	Localisation PK	Proctor		Indice de portance (CBR)
		Densité (t/m ³)	Teneur en eau (%)	Intensité de compactage
S-01	490+000	1.70	09.70	8.98 et 10
S-02	492+000			
S-03	495+000			
S-04	498+000			
S-05	500+000			

NB:

- ✓ Les sondages N°01 : nature de couche remblai en TVN.
- ✓ Les sondages N°02 à N°05 ont également la même nature de sol support en Sable Gypseux.

Interprétations:

- Les résultats des densités sèches maximales obtenues par l'essai Proctor modifié est de 1.70t/m³ pour des teneurs en eau optimale de 09.70 %.pour les sondages (2, 3, 4,5).
- Les résultats de l'indice de portance à différentes énergies, déterminés par l'essai CBR, associant aux données de l'essai Proctor modifié, nous ont permis de déterminer l'indice de portance à 95 % de l'optimum qui varie entre 8,98 à 10 définissant ainsi un sol de portance faible classée selon le catalogue de dimensionnement en S₃.

e- Couche de fondation :

Les résultats des essais réalisés sur les sondages prélevés à partir de la couche de fondation sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau III- 5

Localisation PK	Localisation PK			Limites d'Atterberg			Proctor modifié		Classification selon GTR			
	D _{max}	Tamisé à 80µm (%)	Tamisé à 2mm (%)	WI	Wp	Ip	D (t/m ³)	Teneur en eau (%)	descrip	Sous class	class	Classification GTR
490	<50 (mm)	15	78	30.7	16.97	13.81	1.87	9.7	Sols sableux et graveleux Avec fines	B	B6	Sable et graves argileux à très argileux
492												
495												
498												
500												

Interprétations:

- Les analyses granulométriques réalisées, un pourcentage de fines de 15%. Et les tamis à 2 mm (%) sont autour de 78 %.
- Les résultats des densités sèches maximales obtenues par l'essai Proctor modifié de 1.87t/m³ pour une teneur en eau optimale de 09.70%.
- Les résultats des limites d'Atterberg obtenues, donne un indice de plasticité qui varie de 16.97 à 13.81% pour une limite de liquidité autour de 30.78% .qui montre un matériau peu plastique.
- Ces données ont permis de classer ces matériaux selon la classification géotechnique GTR comme étant un sol de classe B dans la sous-classe est B6 (Sables et graves argileux à très argileux).

9. CONCLUSION :

D'après les données géotechniques obtenues pour le tronçon de route étudié, celui-ci s'est basé sur cinq (05) points de sondage effectués sur la route et sur les accotements, et après plusieurs essais d'identification nous avons pu constater Le corps de chaussée du tronçon étudié est composé de :

- Une couche de roulement en BB 0/14 sur l'ensemble du tronçon d'une épaisseur entre 3cm et 10 cm.
- Une couche de fondation en TVN d'épaisseur du 8 cm au 40 cm, et d'une densité relative de 2,06 t/m³ et en GC de 08 cm.
- Le sol support de la chaussée et des accotements présents un indice de portance CBR varié entre 8,98 à 10
- Les résultats de l'indice de portance à différentes énergies, déterminés par l'essai CBR, associant aux données de l'essai Proctor modifié, nous ont permis de déterminer l'indice de portance à 95 % de l'optimum, définissant ainsi un sol de classée selon le catalogue de dimensionnement en S3.

CHAPITRE IV

Dimensionnement du corps de chaussée

1- Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas seulement à l'obtention de bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions de ses gents extérieurs et aux surcharges d'exploitation action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

En effet des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc...., pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude.

Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout ce la en fonction de paramètres fondamentaux suivants:

- Le trafic.
- L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- Le sol support.
- Les matériaux choisis.

2- Définition :

La route se définit comme une voie de circulation créée et aménagée pour supporter le trafic et les charges pour une durée donnée.

3- Caractéristiques de la route :

La route est l'ensemble formé par : le sol support ou terrain, le terre-plein central, les accotements ou trottoirs et les ouvrages routiers et essentiellement par la chaussée comme sur la figure IV.01 suivante :

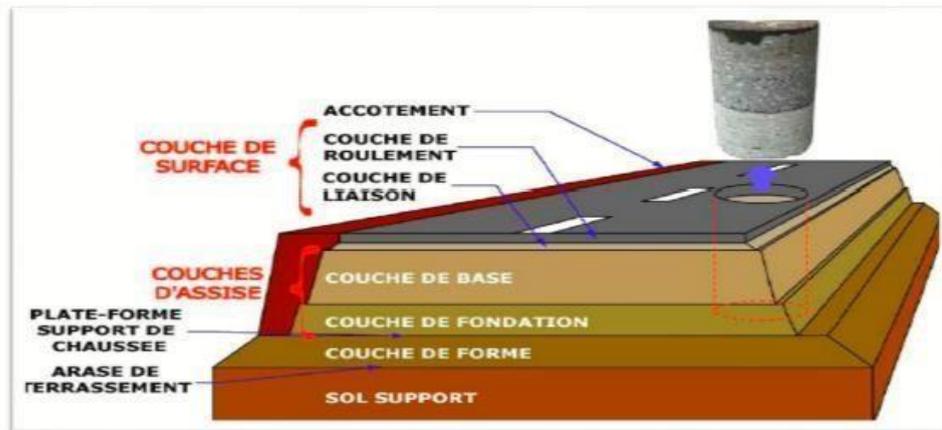


Figure IV-1 : Structure générale d'une chaussée

3-1. Le sol support :

Il s'agit du support sur lequel la route et ses dépendances sont construites. Il peut demeurer dans son état naturel ou être amélioré avant la construction de la route.

3-2. La Chaussée :

Les chaussées sont des structures constituées de plusieurs couches surmontant un ensemble appelé plateforme ou support de la chaussée, constitué du sol support le plus souvent protégé par une couche de forme. Sur le plan structural, les chaussées se présentent comme des structures multicouches disposées horizontalement et mises en œuvre sur un ensemble géologique appelé plateforme. Celle-ci est constituée du sol du terrain naturel terrassé (sol support), surmonté au besoin d'une couche de forme. De bas en haut, le corps de chaussée comporte généralement les éléments suivants :

- la couche de fondation.
- la couche de base.
- et la couche de surface.

Il s'agit d'une succession de couches de matériaux dont la résistance géotechnique décroît généralement de la surface vers la profondeur. On distingue deux types de chaussées : les chaussées revêtues (qui sont soit du type rigide, soit du type semi-rigide, soit du type chaussées souples), qui feront l'objet de notre étude et les chaussées en terre ou non – revêtues. Mais, sur le plan structural, les chaussées sont dans la majeure partie des cas constituées de deux ou plusieurs couches. Elles peuvent comprendre :

3-2.1. La couche de forme :

Elle est rattachée aux terrassements, c'est une couche de transition entre le sol support et le corps de chaussée. Elle est constituée de matériaux naturels sélectionnés (sable, grave). Elle se charge de protéger le sol-support et d'établir une qualité de nivellement ainsi que de rendre plus homogène et d'améliorer les caractéristiques dispersées des matériaux de remblai ou du terrain en place vis-à-vis du fonctionnement mécanique de la chaussée.

3-2.2. Le Corps de chaussée et une sous-couche :

Le corps de chaussée est constitué par les couches d'assise et éventuellement d'une sous-couche. L'assise de chaussée est généralement constituée de deux couches : la couche de fondation surmontée de la couche de base. Ces couches en matériaux élaborés apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic.

Elles répartissent les pressions sur la plate-forme afin de maintenir les déformations à ce niveau, dans des limites admissibles. De nombreux matériaux conviennent aux couches d'assise. Ce sont les matériaux naturels sélectionnés rocheux ou graveleux, des matériaux concassés ou semi concassés, des matériaux traités à l'aide de liants. Des sables naturels sont également employés.

3-2.3. La Couche de surface :

Elle est constituée de:

- Soit uniquement de la couche de roulement, qui est la couche supérieure de la structure chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- Soit éventuellement, de la couche de roulement et d'une couche de liaison entre les couches d'assise et la couche de roulement. La couche de surface contribue à la pérennité de la structure de chaussée de par la fonction d'étanchéité qu'elle assure vis-à-vis de l'assise et par une stabilité élevée.

4- Les différentes catégories de chaussée : Il existe deux catégories de chaussées:

- ✓ Les chaussées classiques (souples et rigides).
- ✓ Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides).

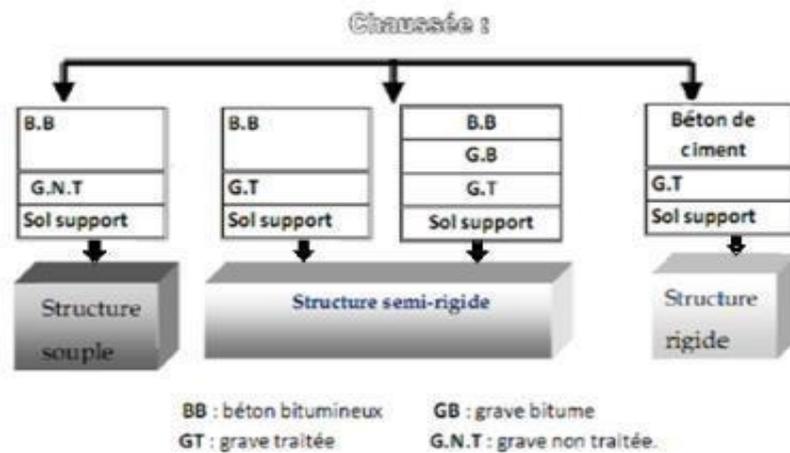


Figure IV-2 : différentes d'une chaussée

5-les paramètres de dimensionnement :

La plupart des méthodes de dimensionnement basées sur la connaissance d'un certains paramètres fondamentaux liés au :

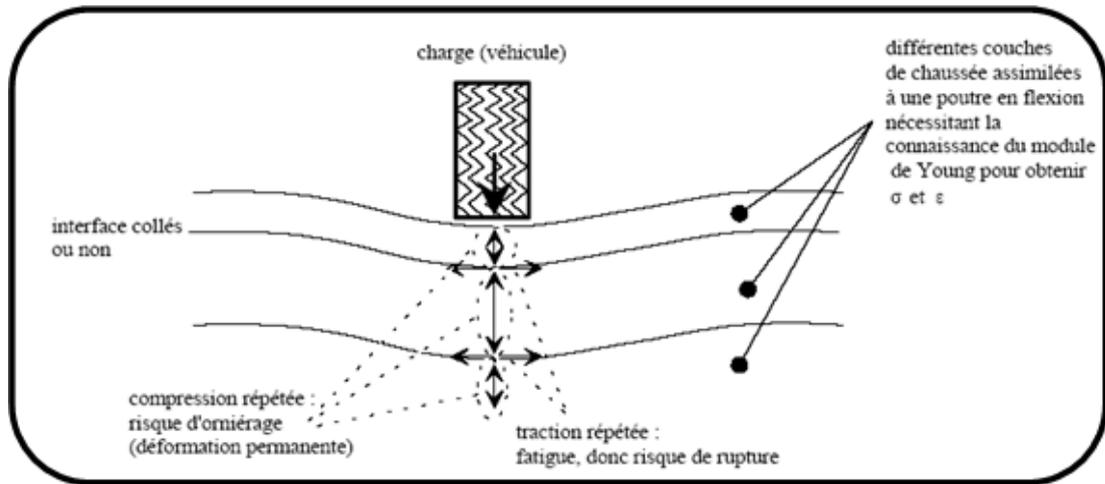
5.1- Trafic :

Le trafic principalement le poids lourds est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures, il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée , le trafic gouverne les choix suivants :

- Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.
- Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque.

- Effet du trafic

Chaque couche de chaussée subit des déformations sous l'effet du trafic. Le calcul des efforts et des déformations qui s'effectue traditionnellement en considérant des multicouches élastiques linéaires isotopes, nécessite, en premier lieu, la connaissance du module de Young et du coefficient de Poisson des matériaux constituant la chaussée.



Schématisme des sollicitations induites par le trafic

Figure IV-3

Sous les sollicitations cycliques du trafic, la base des couches structurales subit une traction répétée qui peut créer des micros dégradations et entraîner la ruine des couches. Ce phénomène de fatigue peut entraîner des fissures à travers de la chaussée.

Dans le même temps, la partie supérieure de chaque couche est soumise aux efforts de compression répétée qui peuvent entraîner des déformations permanentes induisant un orniérage à la surface de la chaussée.

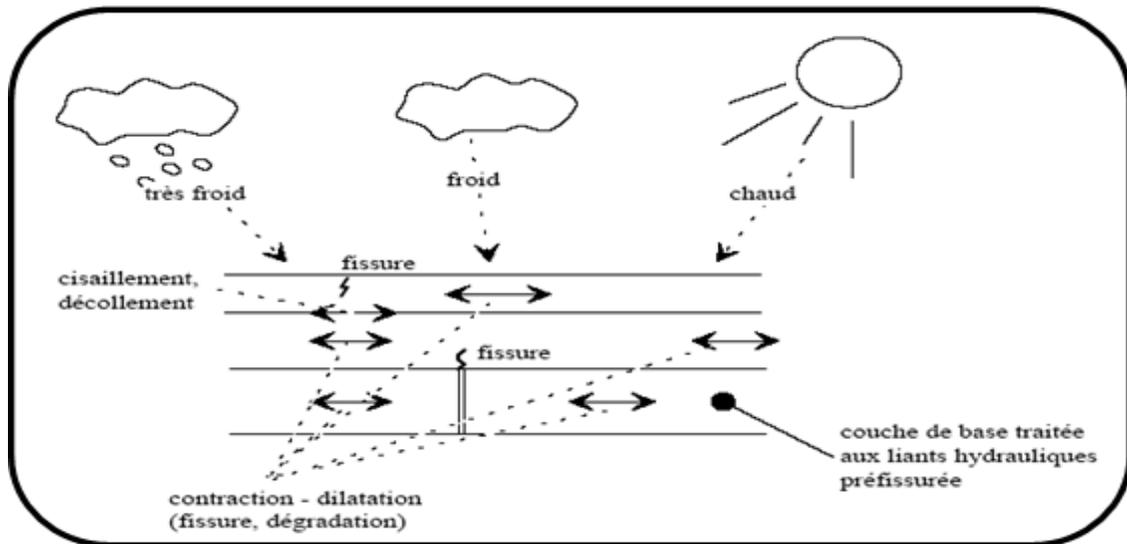
5.2- condition climatique (Environnement) :

Les conditions climatiques sont des données utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent :

- La variation de la température intervient dans le choix du hydrocarboné.
- Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

- Effet de la température :

Les chargements mécaniques, les chaussées subissent des chargements consécutifs aux variations de la température. Ces variations thermiques entraînent des changements de la rigidité du mélange : à température basse le mélange bitumineux est rigide et fragile tandis qu'à haute température la rigidité du mélange chute et sa ductilité augmente.



Schématisation des sollicitations induites par la température

Figure IV-4

5.3- le sol support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate-forme support de chaussées » constitué 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.

5.4- Matériaux :

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

6- Les méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- + La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio).
- + Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- + Méthode du catalogue des structures
- + La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser deux méthodes qui sont: la méthode dite CBR et la méthode de C.T.T.P.

6.1- Méthode C.B.R (California - bearing - ratio):

C'est une méthode semi 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 sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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:

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{P}) \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

Tel que :

- I_{CBR} : indice CBR (sol support)
- N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- P: charge par roue P = 6.5 t (essieux 13t)
- Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_q = \sum e_{réelle} \times a_i$$

$$E_q = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

Tel que :

- $a_1 \times e_1$: couche de roulement.
- $a_2 \times e_2$: couche de base.
- $a_3 \times e_3$: couche de fondation.
- a_1, a_2, a_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 :

Le tableau IV-1 : de coefficients d'équivalence

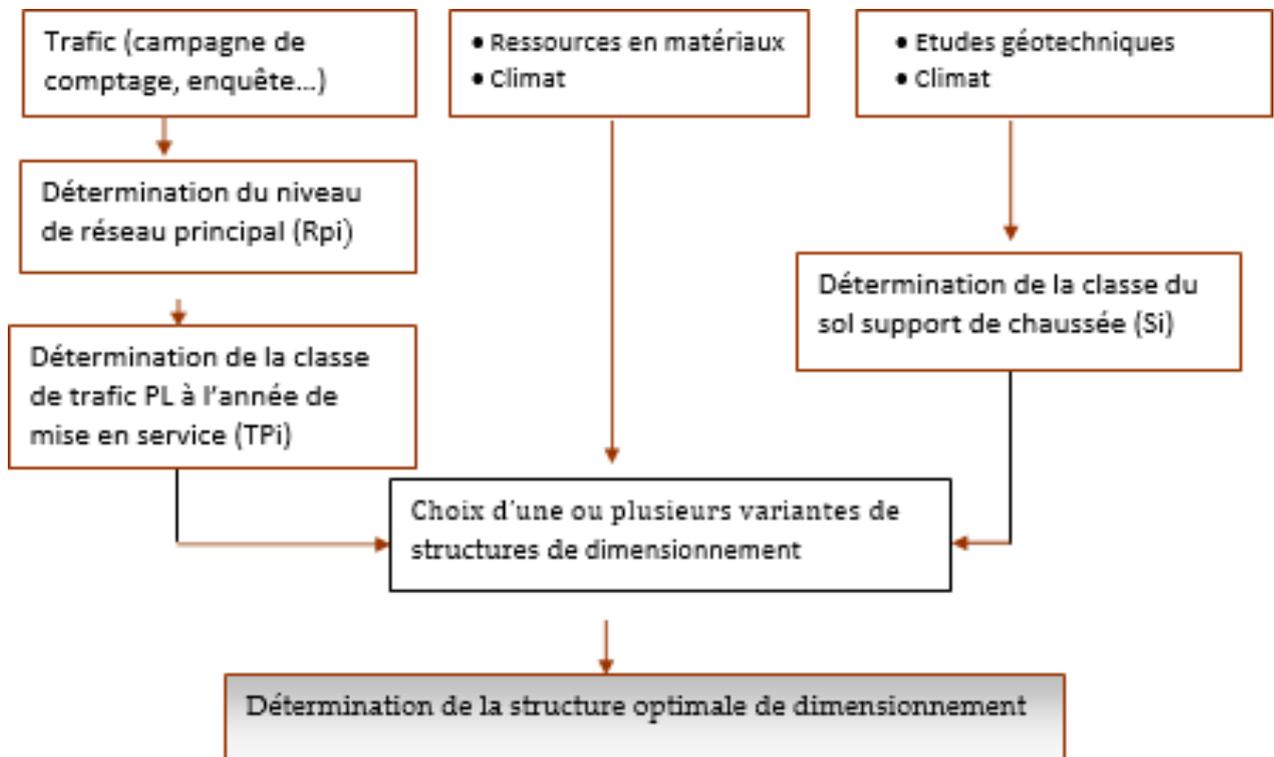
Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.6 à 0.8

6.2-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP):

L'utilisation de 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. La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches:

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique.

Schéma de la démarche de catalogue



La méthode du catalogue (CTTP) est une méthode utilisée en Algérie pour le dimensionnement des chaussées, elle propose une structure type en fonction des paramètres de dimensionnement comme le réseau principal (R_{Pi}), la classe de trafic (T_{PLi}) et la classe de sol support et aussi elle prend en considération des spécifications de l'Algérie comme (les zones climatiques et les ressources en matériaux).

Le niveau de réseau principal : se distingue deux niveaux :

- Niveau 1 (RP1) : Comporte :
 - supportant un trafic $>1500v/j$.
 - reliant deux chefs-lieux de wilaya.
 - présentant un intérêt économique.

Généralement le R_{Pi} fait partie des routes nationales (RN).

- Niveau 2 (RP2) : il est constitué de liaison supportant un trafic $<1500v/j$, il est composé de route nationales RN, chemin de wilaya CW, liaison reliant l'Algérie aux pays riverains.

Pour le RP1 on a deux types de matériaux :

- Matériaux traités au bitume.
- Matériaux traités aux liants hydrauliques. Pour le RP2 on a deux types de matériaux :
- Matériaux non traités.
- Matériaux traités au bitume.

La classe de trafic (TPLi) :

Les classes de trafic TPLi adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données pour chaque niveau de réseaux principaux exprimés en nombre de PL par jour par sens à l’année de mise en service.

Le RP1 comprend 05 classes à partir de TPL3 au TPL7. Le TPL2 comprend 04 classes à partir de TPL0 au TPL3.

Tableau IV-02 : classement du trafic suivant catalogue.

Le trafic TPL (PL/j/sens)	La classe TPLi
TPL<50	TPL0
50<TPL<100	TPL1
100<TPL<150	TPL2
150<TPL<300	TPL3
300<TPL<600	TPL4
600<TPL<1500	TPL5
1500<TPL<3000	TPL6
3000<TPL<6000	TPL7

La classe de sol support (Si) : doit classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifié maximale les différentes classes sont données par le tableau suivant :

Tableau IV- 03 : classe de sols

Le trafic TPL (PL/j/sens)	La classe TPLi
S4	< 5
S3	5- 10
S2	10 -25
S1	25 -40
S0	>40

Les zones climatiques : les zones climatiques en Algérie sont caractérisées dans le tableau suivant :

Tableau IV-04 : classe de Zone climatique

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Température Equivalente (C°)	Région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	350 -600	Humide	20	Nord, haut-plateaux
III	100 -350	Semi aride	25	haut-plateaux
IV	>100	aride	30	Sud

7. Application de Projet :

- les données :

- Mise en service : 2024

- $TJMA_{2024} = 10157$ v/j

- $TJMA_{2034} = 15035$ v/j (voir chap II – applc -7-b)

- Durée de vie : 10 ans

- Taux d'accroissement : $\tau = 4$ %

- Pourcentage de poids lourds : $Z = 51.7$ %

- $I_{CBR} = 10$

- $P = 6.5$ t (charge par roue).

7.a)- Selon la méthode C.B.R (California - bearing - ratio):

- Calcul:

- Le trafic en poids lourd à fin de durée de vie :

$$TJMA_{2024} = 10157 \text{ (v /j)} \Rightarrow TJMA_{2024/sens} = (10157 / 2) = 5078 \text{ (v /j/sens).}$$

Et ça devient :

$$N_{pl\ 2024} = \% PL \times TJMA_{2024} \Rightarrow N = 0.517 \times 5078$$

$$\Rightarrow N_{pl\ 2024} = 2625 \text{ (pl/j).}$$

$$N_{pl2034} = 2625 \times (1 + 0,04)^{10} = 3885 \text{ (PL/j/sens).}$$

L'épaisseur équivalente :

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

AN :

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times (75 + 50 \log \frac{3885}{10})}{10 + 5} = 41,41$$

$$\Rightarrow E_{eq} \approx \mathbf{41\text{cm}}$$

On utilise les matériaux suivants :

- couche de roulement en béton bituminé (BB) $\Rightarrow a_1=2$ le choix des coefficients
- couche de base en grave bitume (GB) $\Rightarrow a_2= 1.4$ selon le tableau N° 01
- couche de fondation en grave concassé (GC) $\Rightarrow a_3= 1$

Le choix d'épaisseur des couches :

- $e_1= 6$ en (BB) couche de roulement
- $e_2=10$ en (GB) couche de base
- $e_3= 15$ en (GC) couche de fondation

Vérification :

$$E_q = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 10 \times 1.4 + 1 \times 15 = \mathbf{41\text{ cm}}$$

7.b)- Selon la méthode du catalogue Algérien :

1- Détermination du type de réseau principal :

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

Tableau IV 05 :

Réseau principal	Trafic (véhicule /jour)
RP1	>1500
RP1	<1500

On a : $TJMA_{2024} = 10157$ (V/j) $\Rightarrow 10157(V/j) > 1500(V/j)$

\Rightarrow Selon le tableau N°05 le réseau principal est **RP1**.

2 - Détermination de la classe du trafic (TPLi) :

Les classes de trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL/j/ sens à l’année de mise en service.

Alors :

- $TJMA_{2024} = 10157$ v/j et - $\tau = 4$ % et aussi - $Z = 51.7$ %.

$\Rightarrow TPL = TJMA_{2024} \times Z \times 0.5 \times = 2625$ PL/ j/sens

- Classe TPLi pour RP1 :

Tableau IV 6:

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

$TPL_{2024} = 2627$ PL/j /sens \Rightarrow selon le tableau IV 6 donc La classe de trafic est **TPL6**.

3 - Détermination de la portance de sol-support :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S_4 à S_0 . Cette classification sera également utilisée pour les sol- supports de chaussée.

Tableau IV 7

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

Les valeurs des modules indiqués sur tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E \text{ (MPA)} = 5 \times \text{CBR}$$

Tableau IV - 8Classes de sol-support	S3	S2	S1	S0
Module (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

$E \text{ (MPA)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPA)}$ selon le tableau N° 08 donc le classe de sol support est de :S₃

❖ **Amélioration de la portance du sol support :**

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

Tableau IV-9 : Sur classement avec couche de forme en matériau non traité

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

D'après le rapport géotechnique, notre sol bon portance. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 40cm (en deux couches de 20et 20cm), pour améliorer la portance de sol support.

4 - Détermination de la zone climatique:

Le dimensionnement du corps de chaussée s'effectue avec une température consistance, c'est-à-dire température équivalente, en tenant compte de cycle de variation de température de chaque année.

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique du site. D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves CTTP le site de projet est dans la zone climatique IV (<100 mm/an).

Tableau IV-10

Zone climatique	I et II	III	IV
Température équivalente	20°C	25°C	30°C

Donc on prend une température équivalente égale à **30°C**.

5- choix des différentes couches constituantes de la chaussée :

• **Proposition de la structure :**

le catalogue ne comprend pas une structure type correspondante à la Tripler (TPL6 , S₃ , Zone IV) , dans ce cas le catalogue nous propose dans le fascicule (1) de surclasser notre sol-support de classe S₃ à classe S₂ en utilisant une couche de forme en SG avec une épaisseur 40cm, après le surclassement du sol support on prend la structure type en MTB(matériaux traité à bitume) suivante :

- couche de roulement en (BB).
- couche de base en (GB).
- couche de fondation en (GNT).
- couche de forme en (SG)

• **Choix de dimensionnement :**

Notre projet a un :

- TJMA>1500(v/j) ⇒ le réseau principal est RP1.(voir tableau IV-5)
- Durée de vie de 10 ans.
- Taux d'accroissement (4%).
- Classe de trafic TPL6..(voir tableau IV-6).
- Portance de sol S₃.(voir tableau IV- 8).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule3) on a proposé la structure suivante :

- Couche de roulement en (BB) e₁ = 7cm
- Couche de base en (GB) e₂ = 14cm
- Couche de fondation en (GNT) e₃= 20 cm

6-Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

Il faudra vérifier que les ϵ_t et ϵ_z de la structure calculées à l'aide d'Alize- III, sont inférieurs aux valeurs admissibles $\epsilon_{t,adm}$ et $\epsilon_{z,adm}$ calculées par la méthode du catalogue.

- ϵ_t : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.
- ϵ_z : étant la déformation verticale sur le sol support.

a) Calcul déformation admissible ($\epsilon_{z,adm}$)sol support:

Selon à la formule suivant : $\epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$

Tel que :

- TCEi : le trafic cumulé équivalent.

Tableau IV- 11 : valeur du coefficient d'agressivité A

Niveau de réseau principal (R _{Pi})	Type de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traité au bitume : GB/GB ,GB/tuf ,GB/GC....	0.6
	Chaussées à matériaux traité au liants hydrauliques : GL/GL,BCg/GC	1

On a selon la formule : $TCE_i = A \times TC_i$

Avec :

- A : coefficient d'agressivité de poids lourd. Par le tableau IV- 11 ci-dessus (A=0.6)
- Tci : le trafic cumulé de poids lourd

Sachant que :

$$TC_i = TPL_i \times 365 \times ((1+\tau)^n - 1) / \tau$$

Alors :

$$TCE_{i2034} = 2625 \times 365 \times ((1+0.04)^{10} - 1) / 0.04 \times 0.6 = 6,9 \times 10^6 \text{ (correspond d'essieux équivalents de 13t)}$$

$$\text{Donc : } \epsilon_{z,adm} = 22 \cdot 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (6,9 \times 10^6)^{-0.235} = 0,688 \times 10^{-3} \Rightarrow \epsilon_{z,adm} = 0,688 \times 10^{-3}$$

b)-Calcul déformation admissible de traction $\epsilon_{t.adm}$:

La valeur admissible de traction est donnée par la relation suivante :

$$\epsilon_{t.adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C} , 25\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_{\theta} \times K_r \times K_c$$

Tel que :

- $\epsilon_6(10^\circ\text{C} , 25\text{Hz})$: déformation limite obtenue au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue).
- K_{ne} : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par chaussée.
- K_{θ} : facteur lié à la température.
- K_r : facteur lié au risque et aux dispersions.
- K_c : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.

Avec :

$$K_r = 10^{-tb\delta}$$

$$K_{ne} = (TCE_i / 10^6)^b$$

$$K_{\theta} = (E(10^\circ\text{C} , 10\text{Hz}) / E(\theta_{eq}, 10\text{Hz}))^{0.5}$$

Tel que :

- b : pente de la droite de fatigue ($b < 0$)
- $E(10^\circ\text{C})$: module complexe du matériau bitumineux à 10°C
- $E(\theta_{eq})$: module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta = \sqrt{(SN^2 + ((c/b) \times Sh)^2)}$$

- δ : la dispersion.
- SN : dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : dispersion sur les épaisseurs.
- c : coefficient égal à 0,02.
- t : fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté ($r\%$).

$$\epsilon_{t.adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C} , 25\text{Hz}) \times (TCE_i / 10^6)^b \times 10^{-tb\delta} \times K_c \times \sqrt{(E(10^\circ\text{C}) / E(\theta_{eq}))}$$

c)- performance mécaniques des matériaux bitumineux :

Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux sont données selon le tableau suivant :

Tableau IV-12 : performances mécaniques des matériaux bitumineux (fascicule N°2)

Matériau (MTB)	E(30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°C,10Hz) (Mpa)	E(20°C,10Hz) (Mpa)	E(10°C,10Hz) (Mpa)	ε ₆ (30°C,10Hz) (Mpa)	-l/b	SN	Sh (cm)	v	kc calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3
SB	1500	-	-	3000	245	7.63	0.68	2.3	0.45	1.3

Tableau IV- 13 : valeur de t=f(r %) (Fascicule N°2)

r %	2	3	5	7	10	12	15
t	-2.054	-1.881	-1.645	-1.520	-1.282	-1.175	1.036

Alors d'après le tableau ci-dessus du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves on résume les paramètres suivants :

- θ_{eq} = température équivalent ⇒ E(30°,10Hz) =2500MPa (selon le tableau IV- 12)
- classe de trafic (TPL₆)
- risque adopté le réseau RP1 et la classe du trafic TPL₆ (r=5%) selon le catalogue de dimensionnement algérien (fascicule N°02).
- c=0,02
- t=-1,645 (selon le tableau IV-13)

$$\epsilon_{t.adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C} , 25\text{Hz}) \times (TCEi/10^6)^b \times 10^{-tb\delta} \times Kc \times \sqrt{(E(10^\circ\text{c})/E(\theta_{eq}))}$$

AN:

$$\delta = \sqrt{\left[S_N^2 + \left(\frac{c}{bl} \times S_h \right)^2 \right]} \Rightarrow \delta = \sqrt{\left[0.45^2 + \left(\frac{0.02}{0.146} \times 3 \right)^2 \right]} = 0.69$$

$$Kr = 10^{-tb\delta}$$

$$\Rightarrow Kr = 10^{-(-1.645 \times 0.146 \times 0.69)} = 1.46$$

$$Kne = (TCEi/ 10^6)^b$$

$$\Rightarrow Kne = (6.9 \times 10^6 / 10^6)^{0.146} = 1.32$$

$$K\theta = (E(10^\circ\text{C} , , 10\text{Hz}) / E(\theta_{eq}, 10\text{Hz}))^{0.5}$$

$$\Rightarrow K\theta = (12500/3500)^{0.5} = 1.88$$

$$E_6(10^\circ\text{C} , 25\text{Hz}) = (\text{selon tableau N°12})$$

$$\Rightarrow E_6(10^\circ\text{C} , 25\text{Hz}) 100$$

$$\epsilon_{t.adm} = 100 \times 10^{-6} \times 1.46 \times 1.32 \times 1.88 \times 1.3 = 0.471 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \epsilon_{t.adm} = 0.471 \times 10^{-3}$$

d)-Vérifications avec ALIZE III :

Tableau IV-14

	Epaisseur (cm)	Module (MPa)	Coefficient de poisson(v)
Couche de roulement (BB)	7	2500	0.35
Couche de base (GB)	14	3500	0.35
Couche de fondation (GNT)	20	500	0.25
Couche de forme(SG)	20	200	0.25
Couche de forme(SG)	20	100	0.25

e)-Résultats de calcul par ALIZE III :

The screenshot displays the ALIZE III software interface. The top window is titled "Alizé-Lcpc - Définition d'une Structure : C:\Users\CCS\Desktop\omar\o...". The main window title is "Etude de renforcement de la RN03 du PK490 au PK500 sur 10 Km".

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,07	2500	0,35	autre
collé	0,14	3500	0,35	autre
collé	0,2	500	0,25	autre
collé	0,2	200	0,25	autre
collé	0,2	100	0,25	autre
collé	infini	50	0,35	autre

Modifier la structure
 nb de couches : 6
 Ajouter 1 couche
 Supprimer 1 couche

Série de calculs
 nb de calculs : 1
 Voir/gérer les variantes
 Supprimer les variantes

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

Etude de renforcement de la RN03 du PK490 au PK500 sur 10 Km

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,070	2500,0	0,350	0,000	53,3	0,325	19,5	0,660
	collé		0,070	15,5	0,236	116,8	0,564
0,140	3500,0	0,350	0,210	-121,1	-0,526	130,0	0,123
	collé		0,210	-121,1	-0,035	272,4	0,123
0,200	500,0	0,250	0,410	-139,4	-0,074	153,0	0,043
	collé		0,410	-139,4	-0,021	260,3	0,043
0,200	200,0	0,250	0,610	-132,6	-0,027	172,6	0,022
	collé		0,610	-132,6	-0,010	262,2	0,022
0,200	100,0	0,250	0,810	-123,4	-0,012	192,9	0,014
	collé		0,810	-123,4	-0,012	192,9	0,014
infini	50,0	0,350	0,810	-123,4	-0,002	298,0	0,014

f)- Résultats de la simulation :

Tableau IV - 15

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ϵ_z sol support	0.298×10^{-3}	$0,688 \times 10^{-3}$
ϵ_t à la base de GB	0.121×10^{-3}	0.471×10^{-3}

En conclusion :

La structure : 7 BB + 7GB+ 7GB +20 GNT est donc vérifiée, car : $\epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$ et $\epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$.

7- Résumé : L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

Tableau IV-16

Indice CBR	Method	
	CBR	Catalogue C.T.T.P
10	6(BB)+ 10(GB)+15(GC)	7(BB)+14(GB)+20(GNT)+40(SG)

8- Conclusion :

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :

- Augmentation de la longévité de la route.
- Minimiser les coûts d'entretien.
- Un meilleur comportement à l'orniérage.

Chap. V : Caractéristique géométrique

- Introduction.
- Tracé en plan.
- Profil en long.
- Profil en Travers.
- Profil en travers type.

I-Tracé en plan.

1 - Introduction :

Le tracé en plan représente une reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Ce plan horizontal est en générale une carte topographique ou un plan de situation, ou model numérique qui peut représenter un terrain naturel en conception plane par des courbes de niveaux.

Il est constitué généralement par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercles reliés entre eux par des courbes de raccordements progressifs. Il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

2- Règles à respecter dans le tracé en plan:

Pour obtenir un bon tracé, on doit respecter si possibles les règles suivantes:

- D'abord s'inscrire dans le couloir choisi.
- Respecter l'environnement.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement au réseau routier existant.
- Eviter les longs alignements droits et les remplacer par des courbes de grands rayons.
- Respecter les normes B40

3- Les éléments géométriques du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Droits (alignements)
- Arc de cercle
- Courbe de raccordement.

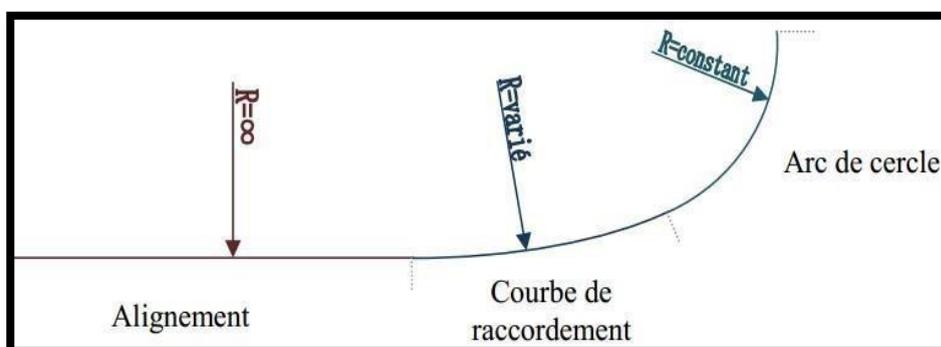


Figure V-1: Les éléments géométriques du tracé en plan.

3.1-Les alignements:

Peuvent être utilisés comme éléments du tracé, dans des conditions topographiques particulières, par exemple dans les plaines ou dans les larges vallées.

3.1.1-Avantages:

- Ligne la plus courte.
- Absence de forces centrifuges.
- Bonnes conditions de visibilité.
- Dépassement aisé.
- Construction facile.
- Bonne adaptation aux constructions et aux ouvrages.

-Inconvénient:

- Dénivelé, éblouissement prolongé des phares.
- Difficulté de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou malaises chez le conducteur.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage. Il n'y a pas d'harmonie avec l'aspect des reliefs.

Donc la longueur des alignements dépend de:

- La vitesse de référence V_R , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement du rayon de courbure et des sinuosités.

– Règles concernant la longueur des alignements:

Une longueur minimale d'alignement L_{min} 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, la solution à retenir sur un raccordement de deux cercles par une courbe en **Cou en Ove**.

$$L_{min}=5 \times V_B$$

Avec: V_B : vitesse de base en (m/s).

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

$$L_{max}=60 \times V_B \text{ en (m/s).}$$

3.2-Arc de cercle: Trois éléments interviennent pour limiter la courbe:

- La stabilité sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- L'inscription des véhicules longs dans les courbes de faibles rayons.
- La visibilité dans les tranchées en courbe

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

3-2-1-Stabilité en Courbe:

Dans un virage R un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une Instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée Transversalement vers l'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante:

$$R > \frac{V_r^2}{g \times (f_t \times d)}$$

Avec:

- V_r : vitesse de référence (m/s).
- g : gravitation (m/s²).
- f_t : coefficient de frottement transversal.
- d : dévers.

* **Rayon horizontal minimal absolu:** Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal

$$RHm = \frac{V_r^2}{127(f + d)}$$

Avec:

- f_t : coefficient de frottement transversal.
- d_{max} : le devers maximal.

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

Au devers maximum (d_{max}) correspond le rayon minimum absolu RHm.

Avec: $d_{max} = 7\%$ catégorie 1-2.
 $= 8\%$ catégorie 3-4.
 $= 7\%$ catégorie 5.

* **Rayon minimal normal (RHN):** Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20km/h de rouler En sécurité.

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

*** Rayon au dévers minimal (RHd):**

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

Dévers associé:

$$d_{\min} = 2,5\% \text{ en catégorie 1-2.}$$

$$d_{\min} = 3\% \text{ en catégorie 3-4.}$$

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

*** Rayon minimal non déversé (RHnd):**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_r une courbe de devers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste inférieure à valeur limitée.

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

*** Rayon minimal non déversé (RHnd):**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_r une courbe de devers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste inférieure à valeur limitée.

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

Pour Cat.1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(f' - d_{\min})}$$

Pour Cat.2-3-4

Avec :

– $f' = 0.07$: catégories 3

– $f' = 0.075$: catégories 4-5

3-2-2-Visibilité masquée dans une sinuosité:

Un virage d'une route peut être masqué du côté intérieur de la courbe par le talus du déblai s'il a route est en tranchée, par une construction ou une forêt, pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule. Il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer.

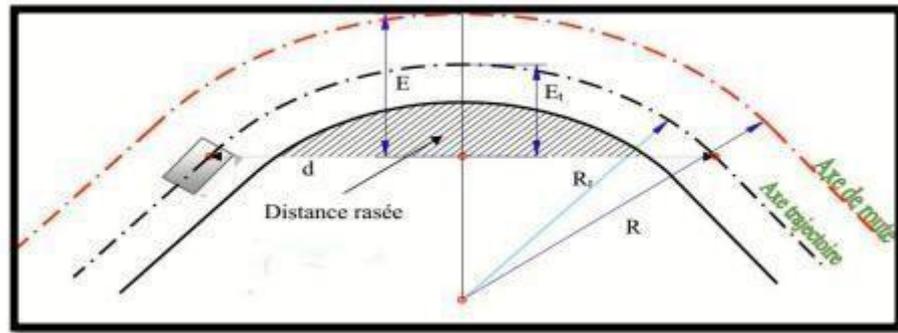


Figure V- 2 : Zone de dérasement.

La longueur de dérasement est définie par l'équation suivante:

Avec :

$$E = d^2/2R$$

- E : largeur de dérasement.
- d: longueur de visibilité = M_d (chaussée bidirectionnel) et $R_t = R - 2,50$ m.
- $d = d_1$ (chaussée unidirectionnel) et $E = E_t + 2,50$ m.

3.2.3-Sur largeur:

Un long véhicule à deux (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.

$$S = L^2/2R$$

Avec :

- L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m).
- R : rayon de l'axe de la route.

4- Les courbes de raccordement:

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et des sécurités.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la **Clothoïde** grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de Confort dynamique qui est limitée par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

4.1-Rôle et nécessité des courbes de raccordement:

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes:

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

4.2-Types de courbe de raccordement:

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes:

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

4.2.1-Parabole cubique:

$$\text{Equation générale : } Y = \text{onstant} \cdot X^3$$

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

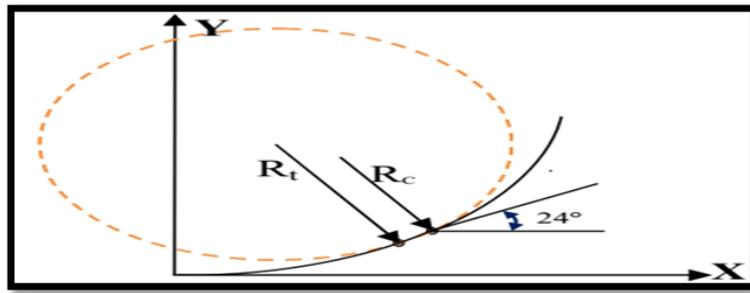


Figure V-3: Courbe de raccordement parabol cubique

4.2.2-Clothoïde:

La Clothoïde est une courbe spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'à un point asymptotique ou il est nul. La courbe de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc, par courir à une vitesse constante. La Clothoïde maintien constante la variation transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

* **Expression mathématique de la Clothoïde:** Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne **L**.

$$K = C.L = 1/R \implies \text{on pose } 1/C = A^2 \implies L \times R = A^2$$

Equation fondamentale : $L \times R = A^2$

Avec:

- L: longueur de Clothoïde.
- R: Rayon de la courbe de raccordement.
- A: Paramètre de 96+74+4.

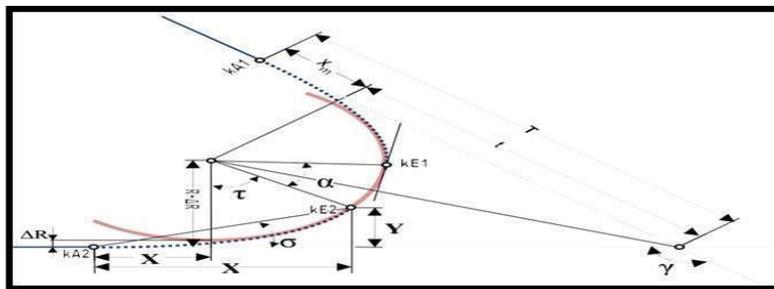


Figure V-4: Courbe de raccordement Clothoïde

R: Rayon du cercle.

Clothoïde. A: Paramètre de la Clothoïde.

K_E : Extrémité de la Clothoïde.

T_c : Tangente courte.

S: Angle polaire.

X: Abscisse de K_E .

$K_E.M$: Centre du cercle d'abscisse Y_M .

X_M : Abscisse du centre du cercle M à partir de K_A . Y_M : Ordonnée du centre du cercle M à partir de K_A .

L: Longueur de la branche de

Clothoïde. K_A : Origine de la Clothoïde.

τ : Angle des tangentes.

T_K : Tangente longue.

S_L : Corde. $K_A K_E$.

Y: Ordonnée de

5- Les conditions de raccordement:

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

5.1-Condition de confort optique:

Cette condition permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et des obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil. $\tau \geq 3^\circ$ soit $\tau \geq 1/18$ rads

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \quad \implies \quad L > R/9 \text{ Soit } R/3 < L \leq R$$

Selon la règle générale (B40):

- Pour $R < 1500$ $\implies \Delta R = 1$ m (éventuellement 0,5m) d'où $L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$
- Pour $1500 < R < 5000$ m $\implies \tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$
- Pour $R > 5000$ m $\implies \Delta R$ limité à 2,5m soit $L = 7,75 \times \sqrt{R}$

5.2-Condition de confort dynamique:

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

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

Avec :

- V_B : vitesse de base (Km/h).
- R : le rayon (m).
- Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{final} - d_{init}$) (%)

5.3- Condition de gauchissement:

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle est donnée par: $Lr^3 > (l \times d \times Vr)/50$

Avec :

- Lr^3 : longueur de raccordement.
- l : longueur de chaussée.
- Δd : variation de dévers en%.
- Vr : vitesse de référence (km/h).

NB : La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times Vr}{36}$$

6- Combinaisons des éléments du tracer en plan:

La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs type decourbes on cite:

6.1- 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.

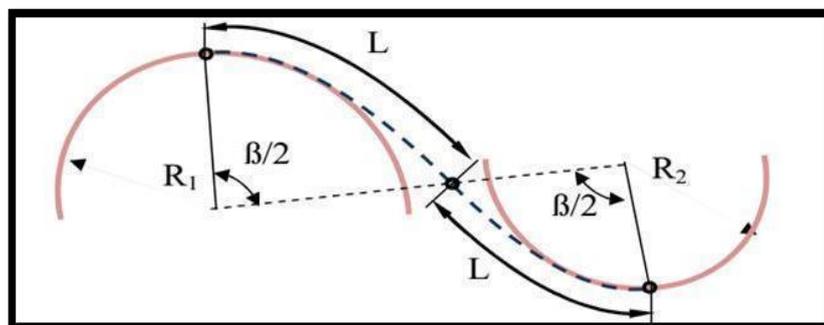


Figure V-5: Courbe en S

6.2- Courbe à sommet:

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

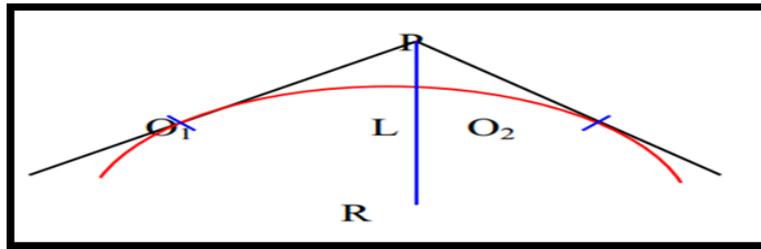


Figure V-6: Courbe à sommet

6.3-Courbe en C:

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

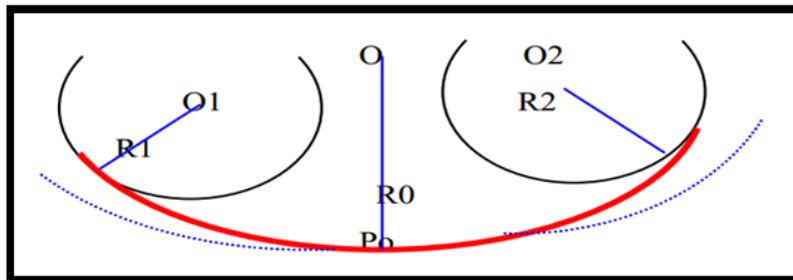


Figure V-7: Courbe en C

6.4-Courbe en ove:

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

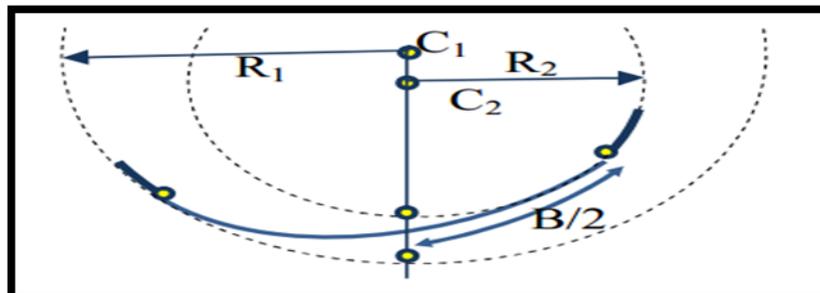


Figure V-8: Courbe en ovale

7- Devers :

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

7.1- Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à:

- d min = 2,5 % cat . 1 – 2
- d min = 3 % cat . 3 – 4 – 5

7.2- Devers en courbe :

En courbe permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- Améliorer le guidage optique.

7.3- Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de $R \geq R_{Hnd}$ le devers est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon $R < R_{Hnd}$ un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en « $1/R$ ».

On a : - $R_{Hm} < R < R_{Hn}$

$$a : \frac{d(R) - d(R_{Hm})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}}} = \frac{d(R_{Hm}) - d(R_{Hn})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{Hn}}}$$

- $R_{Hn} < R < R_{Hd}$

$$a : \frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{Hn}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{Hn}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

8 - La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_R) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométrique et autre intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route. 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 (traversée d'une ville, modification du relief, etc).

8.1-Choix de la vitesse de référence : Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

8.2- Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_P est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en un 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.

9-Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement **E1** et une catégorie **C1**, avec une vitesse de référence de 80km/h, on définit les paramètres suivants :

Tableau V- 1 : Paramètres fondamentaux

PARAMETRES	SYMBOLES	VALEURS
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	L_{min}	111
Longueur maximale (m)	L_{max}	1333
Devers minimal (%)	d_{min}	2.5
Devers maximal (%)	d_{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t_1	2
Frottement longitudinal	f_L	0.39
Frottement transversal	f_t	0.13
Distance de freinage (m)	d_0	65
Distance d'arrêt (m)	d_1	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d_m	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d_n	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement(m)	dmd	200
RHm (m) (d'associe %)	RHm	250 (7 %)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	450 (5 %)
RHd (m) (d'associe %)	RHd	1000(2.5 %)
RHnd (m) (d'associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)

II- Profil en long.

1- Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

2- Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

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

3- Les éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

4- Coordination du tracé en plan et profil en long :

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin:

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.)

Pour éviter les défauts résultant d'une mauvaise coordination tracée en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

5- Déclivités du profil en long :

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés

5.1- Déclivité Minimum :

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée. On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $I_{\min} = 0,2$ % dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.

5.2 - Déclivité Maximum :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- Donc, La déclivité maximale dépend de :
- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

Tableau V- 2 : Déclivité maximale Selon le B40

VR (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 $I_{\max} = 6$ %.

6- Raccordements en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long , ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort .

On distingue deux types raccords :

6.1- Raccordements convexes (angle saillant) :

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

a)-Condition de confort :

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe. Limitation de l'accélération verticale :

- $g / 40$ pour catégorie 1 – 2
- $V_r^2 / R_v < g / 40$ Pour $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$R_v = \begin{cases} 0.3 \times V^2 \implies \text{pour Cat 1-2} \\ 0.23 V_r^2 \implies \text{pour Cat 3-4-5} \end{cases}$$

Dans notre projet : $R_{v \text{ min}} = 0,3 \times V_r^2$ (car Cat 1)

Avec :

- R_v : rayon vertical (m)
- V_r : vitesse de référence (Km/h).

b)- Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort. Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s’apercevoir à une distance double de la distance d’arrêt

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

au minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

Tel que :

- d : Distance de visibilité nécessaire (m)
- h_a : Hauteur de l’œil (m)
- h_b : hauteur de l’obstacle (m).

Selon le B40 le tableau résume comme suivante :

Tableau V - 3 : condition de visibilité Selon le B40

VR (KM/H)	SYMBOLE	VALEUR
Min-absolu	Rvm	4500
Min- normal	Rvn	10000
Dépassement	Rvd	11000

6.2- Raccordement concave (angle rentrant) :

a) - Le confort dynamique :

En angle rentrant, le problème de visibilité ne se pose pas, mais il y a apparition d’une accélération importante (accélération centrifuge) qui influence sur le confort des véhicules.

On distingue deux types de rayon verticaux :

- R_{Vm} : Rayon minimal absolu calculé pour une vitesse V_r .
- R_{VN} : Rayon minimal normal calculé pour une vitesse V_r+20 .
- Pour assurer le confort dynamique des véhicules, on admet qu'une telle accélération est supportable si elle ne dépasse pas :
 - $g/40$: (g : la pesanteur) pour les catégories 1-2.
 - $g/30$: Pour les catégories 3-4 et 5.

Si on prend $g=10 \text{ m/s}^2$ et V_r en (km/h) R_v

$R_v' > 0,3 \times V$ pour les catégories 1 - 2.

$R_v' > 0,25 \times V$ Pour les catégories 3 - 4 - 5.

b)- La visibilité nocturne :

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes, lorsque la route n'est pas éclairée la visibilité de nuit doit par contre être prise en compte. Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec :

- R'_v rayon minimum du cercle de raccordement
- d_1 : distance d'arrêt.

Pour une vitesse $V_r = 80 \text{ km/h}$ et catégorie 1 on a le tableau suivant :

Tableau V-4: Rayons concaves (angle rentrant) Selon le B40

RAYON	SYMBOLE	VALEUR
Min-absolu	R'_{vm}	2400
Min- normal	R'_{vn}	3000

c)- Condition esthétique :

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale ($L > 50m$) pour des dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

$$R_{v \min} = 100 \times 50 / \Delta d (\%)$$

Avec :

- Δd : variation de dévers.
- $R_{v \min}$: rayon vertical minimal.

7 - Caractéristiques des profils en long :

a) Angle saillant :

- Condition de confort : $R_{v \min} = 0,3 \times V^2 = 0,3 \times 80^2 = 1920 \text{ m}$
- Condition de visibilité :

On a : $d_1 = 109 \text{ m}$ (selon le tableau V-1 et le B40)

$$\Rightarrow R = 0,24 \times d^2 = 0,24 \times 109^2 = 2851,44$$

b) Angle rentrant:

- Le confort dynamique : $R_{v \min} = 0,3 \times V^2 = 0,3 \times 80^2 = 1920 \text{ m}$

Pour le cas de la RN03 dans (la section étudié), on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge, et sont donnés par le tableau suivants (selon le B40)

Tableau V- 5 : Déclivité maximale Selon le B40

CATÉGORIE		C1
Environnement		E1
Vitesses de référence (Km/h)		80
Rayon en angle saillant R_v	Route unidirectionnelle :	/
	R_{vm1} (minimal absolu) en m	4500
	R_{vn1} (minimal normal) en m	10000
Rayon en angle rentrant R_v	Route unidirectionnelle :	/
	R'_{vm} (minimal absolu) en m	2400
	R'_{vn} (minimal normal) en m	3000

III-Profil en travers:

1- Définition:

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

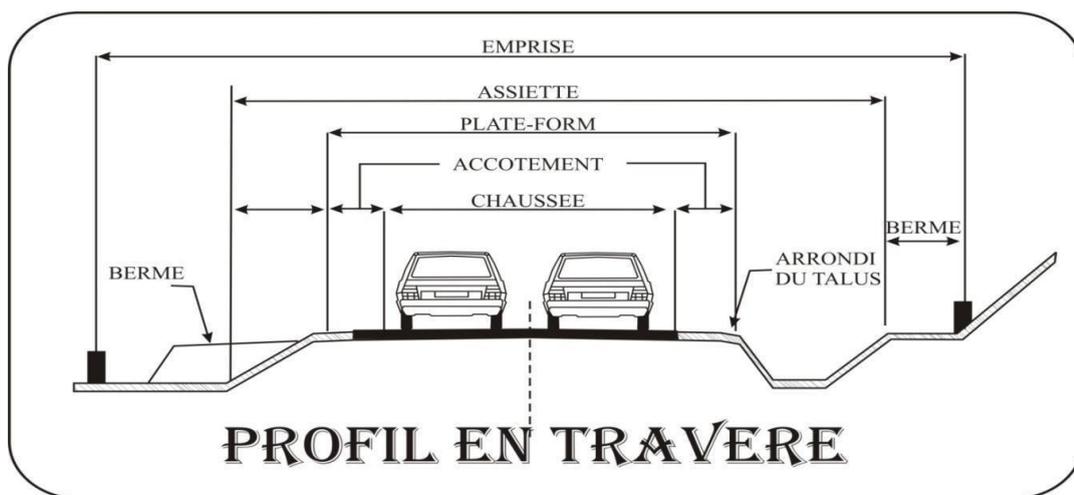


Figure V-1: profil en travers

2-Les éléments du profil en travers :

- **Emprise :**

C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route ou ses dépendance, elle coïncidant généralement avec le domaine public.

- **Assiette :**

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

- **Plate-forme:**

C'est la chaussée, elle comprend la ou les deux chaussées, les accotements et éventuellement les terres pleins.

- **Chaussée :**

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

- **Accotement :**

Ce sont les zones latérales de la plate-forme que bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasé ou sur élevés. Fosse :

Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

- **Terre-plein central :**

La terre pleine centrale, s'étend entre les limites intérieures de deux chaussées (au sens géométrique) du point de vue structural, il comprend :

- Les deux sur largeurs de chaussées supportant des bandes de guidages
- Une partie centrale en gazonnée.

- **Bande Dérasé :**

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive

- **B.D.G :** Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

- **Bande médiane :**

Partie non rouable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche.

- **Berme :**

Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

- **B.A.U :**

Partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée.

- **Sur largeur S :**

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

3. Classification du profil en travers : Ils existent deux types de profil :

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

3. a)- Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

3. b) - Le profil en travers courant :

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

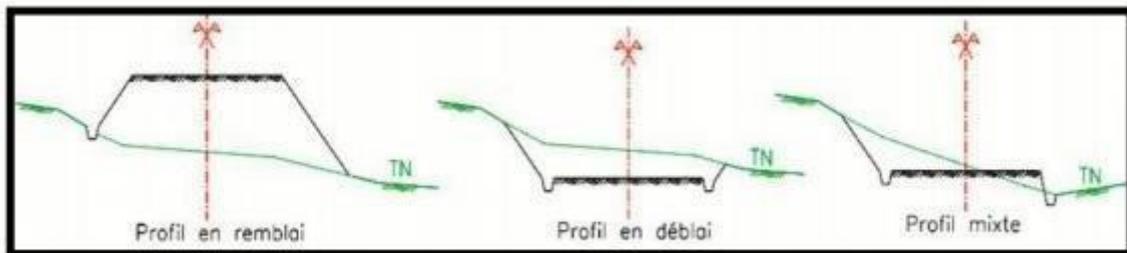


Figure V- 2: Différents types de profil.

4. Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet sera composé d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Un chaussées de deux voies de 3.5m chacune : $(2 \times 3.5) = 7.00\text{m}$.
- Accotement de 2 m: 2×2 .

CHAPTER : VI

AMENAGEMENTDE CARREFOUR

1- Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables. L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

2- Les différents types de carrefour :

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

2.1 - Carrefour à trois branches (en T):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2.2 - Carrefour à trois branches (en Y):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

2.3 - Carrefour à quatre branches (en croix) :

c'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi)

2.4 - Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur la quelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important. La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale).

Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond - point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30° à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

3- Données utiles à l'aménagement d'un carrefour:

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant :

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.
- Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approche à vide pratique.
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Le respect de l'homogénéité de tracé.
- La surface neutralisée par l'aménagement.
- La condition topographique.

4- Principes généraux d'aménagement d'un carrefour :

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 20 à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores

4.1 - La Visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion de tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

4.2 - Triangle De Visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse

4.3 - Données De Base :

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

D'après la règle de B40 on a les paramètres suivantes :

- En catégorie C1.
- environnement E1.
- $V_0 = 80 \text{ km/h}$: La vitesse d'approche à vide
- $V_B = 80 \text{ km/h}$: La vitesse de base
- $a = 2.5 \text{ m}$ (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)
- $d_p(\text{VP}) = 175 \text{ m}$.
- $d_p(\text{PL}) = 220 \text{ m}$.
- $d_p(\text{t.à.g}) = 185 \text{ m}$.
- $d_p(\text{t. à. d}) = 165 \text{ m}$.

4. 4 -Les Îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les voies de circulation.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : **1m**.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : **1m**.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : **0.5 m à 1m**.
- Longueur de l'îlot : **15 m à 30 m**.

4- 5 -Îlot Directionnel :

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de **0.5 à 1 m**

4. 6 -Les Couloirs D'entrée Et De Sortie :

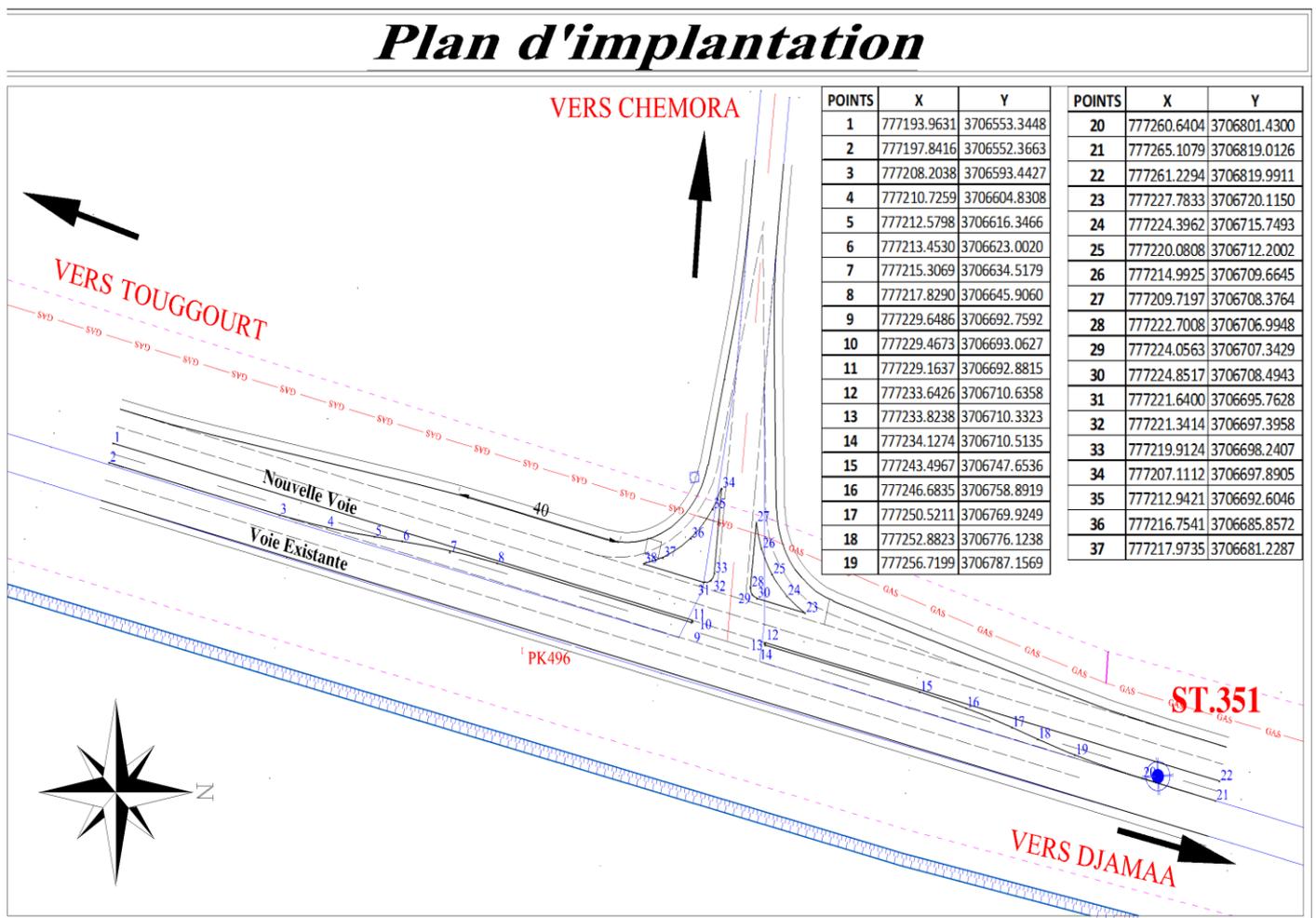
Longueur de couloirs {
entrée 4m (accotement dérasé 1.5m)
sortie 5m (accotement dérasé 0.5m)

5- Application au projet :

Comme pour notre projet, nous avons enregistré le long de la section sept (07) points de contact, ou plutôt des intersections, qui sont les entrées des villages situés à l'étage de notre projet, dont certains sont reliés perpendiculairement (en T) à l'axe du projet et l'autre est relié en diagonale(en Y), et ils sont les suivants :

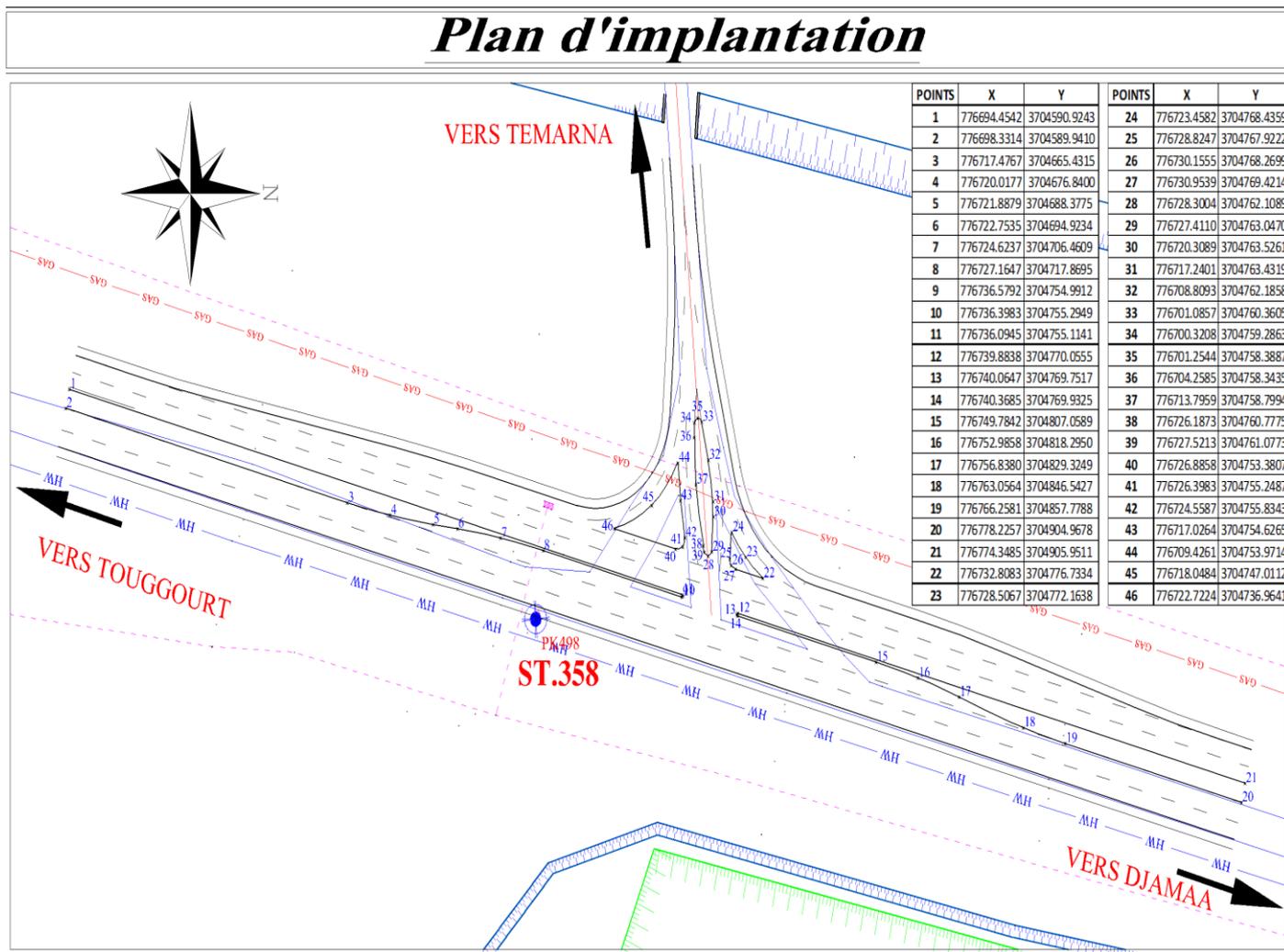
- Carrefour N° 01: Carrefour plan au PK 496+000 :

C'est un carrefour à trois branches qui se trouve au niveau du croisement entre la RN03 vers le chemin de CHEMORA.



• Carrefour N° 02: Carrefour plan au PK 498+000.

C'est un carrefour a trois branches qui se trouve au niveau du croisement entre la **RN03** et la route qui vient de **TEMARNA** .



Pour les caractéristiques des carrefours voir l'annexe (piste 5.05)

CHAPTER : VII

SIGNALISATION Et ECLAIRAGE

I- 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.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

5 – Types de signalisation :

5.1 - 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.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a)- Signaux de danger :

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

b)- **Signaux comportant une prescription absolue** : Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

c)- **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.

d)- **Signaux de position des dangers** : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

5.2- 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 :

a)- Marquage longitudinal :

- Lignes continue : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- 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 les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur 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 périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

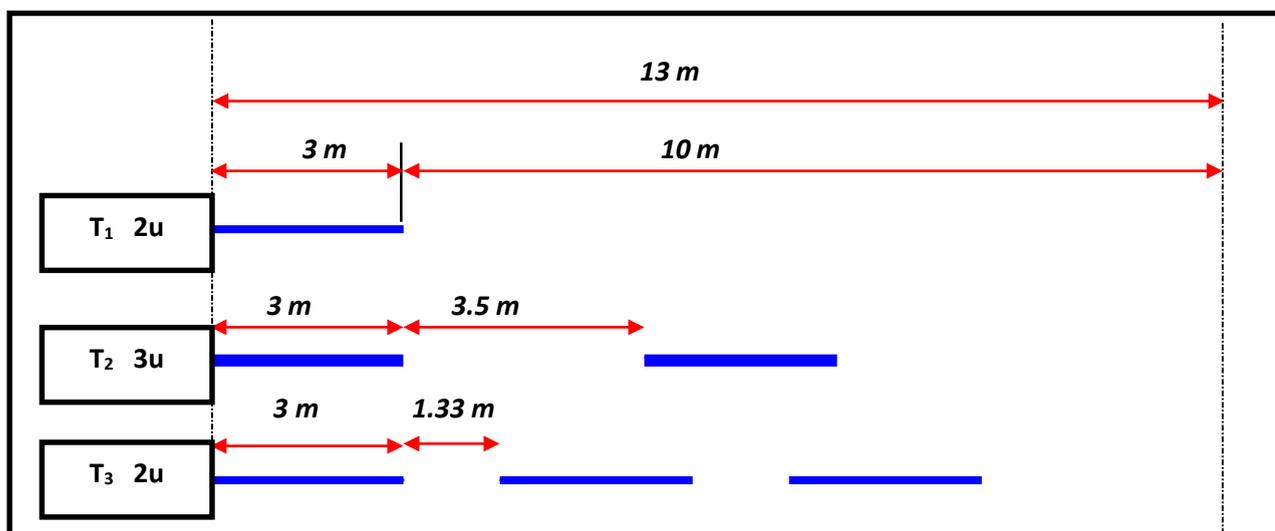


Figure VII- 1 : Types de modulation

Tableau VII- 1 : Caractéristiques des lignes discontinues

Type de modulation	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (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

b)- Marquage transversal :

- **Lignes transversales continue :**

éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

- **Lignes transversales discontinue :**

éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

c)-Autre marquage :

Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

Flèches de sélection : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers ,notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

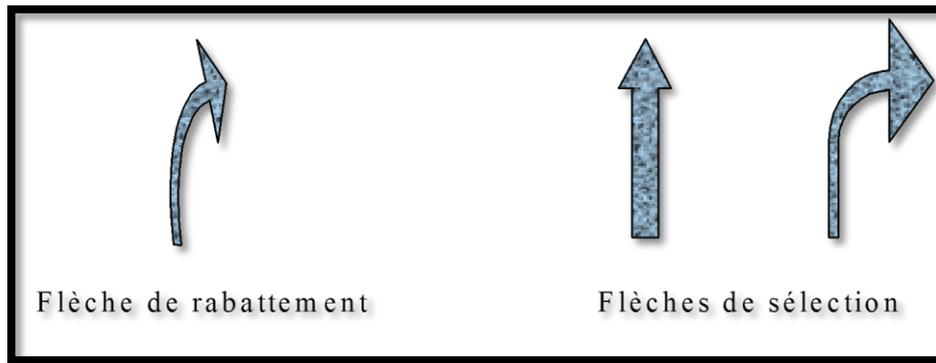


Figure VII- 2: Flèche de signalisation

6- Caractéristiques générales des marques :

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :
 - U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
 - U = 6cm sur les routes et voies urbaines.
 - U = 5cm pour les autres routes.

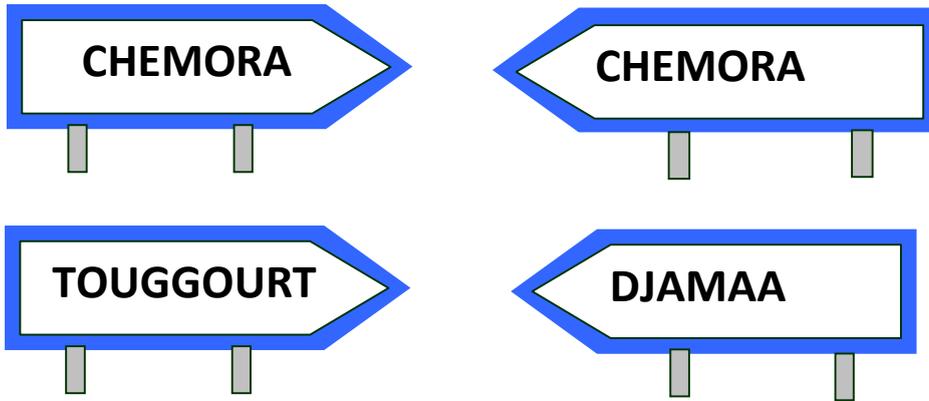
7- Application au projet : Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

- 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).

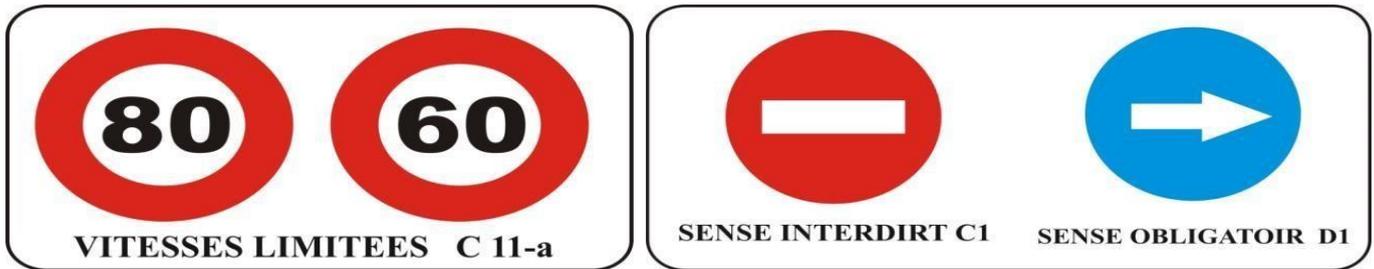
En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

- Pour les routes et voies urbaines : U = 6cm.
- Pour les bretelles et les voies d'accès : U = 5cm.

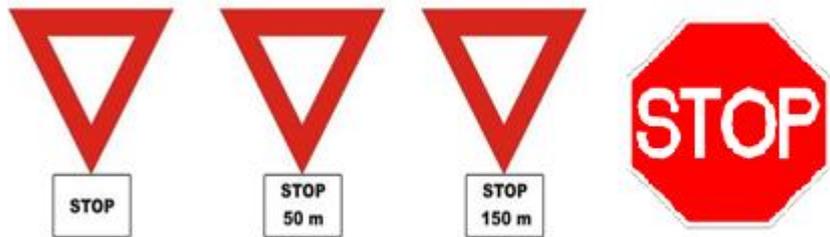
❖ Signalisation de direction (Type E4) :



❖ Signalisation d'interdiction :



❖ Signalisation d'intersection :



❖ Signalisation de danger :



II- Eclairage :

1-Introduction :

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est –à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

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

2- Eclairage d'un point singulier :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

3- Paramètre de l'implantation des luminaires :

- L'espace (e) entre luminaires qui varie en fonction de type desvoies.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m 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.

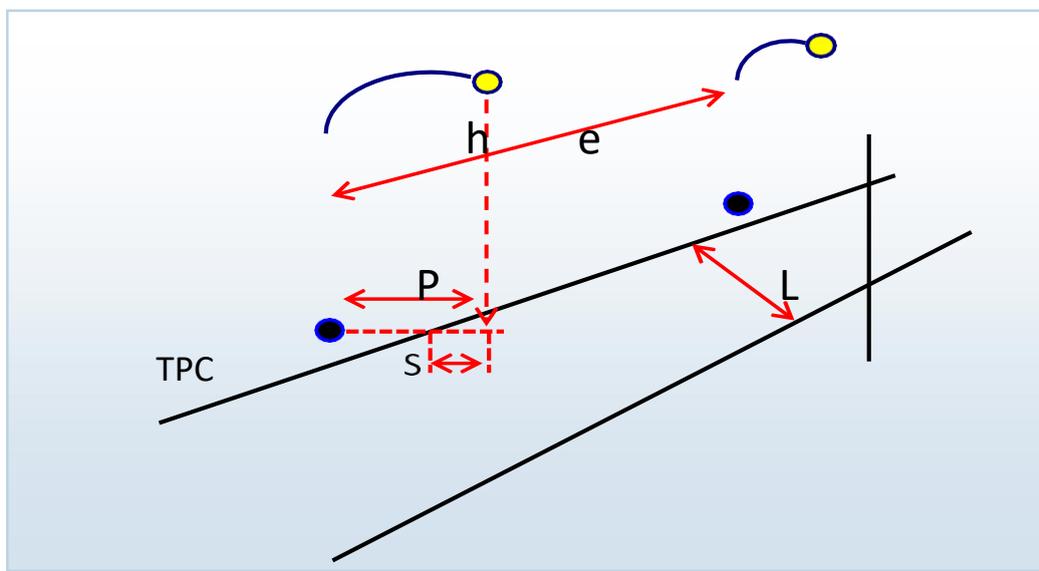


Figure VII- 3 : Paramètres de l'implantation des luminaires

4- Application au projet :

4.1- Eclairage de la voie (au niveau des carrefour) :

Pour l'éclairage de la voie (le long de la **RN03**) des lampadaires avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée espacés de 20 mètres.

4.2- Eclairage de carrefour :

Pour le carrefour dont les îlots centraux sont importants, on place en retrait de leurs courbures des foyers A, dans l'alignement de foyers B sur la bordure extérieure, pour que les usagers identifient les différentes voies d'accès (appareils défilés).

CHAPITRE : VIII

CUBATURE

1-Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « les cubatures des terrassements ».

2-Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

3- Méthode de calculs cubatures :

Les cubatures sont Les calculs effectuer pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul. Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

On utilise le méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profil en travers successifs

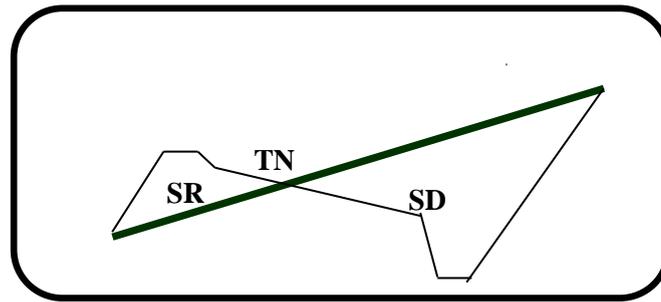


Figure VIII-01

Tel que :

- TN : Terrain Naturelle.
- SD : Surface Déblai.
- SR : Surface Remblai.

3.1- 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 selon la formule :

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

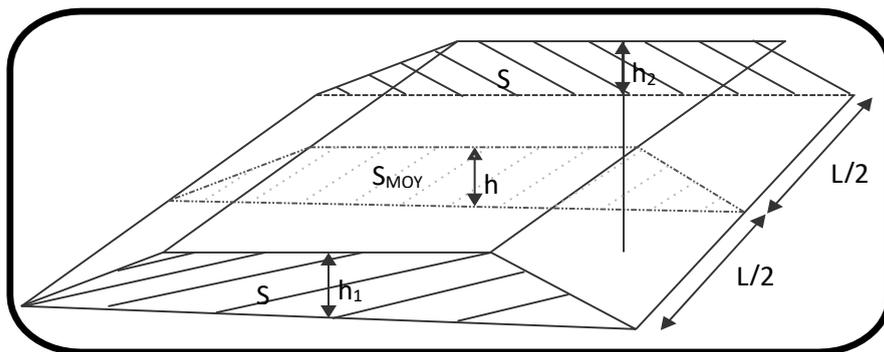


Figure VIII-2

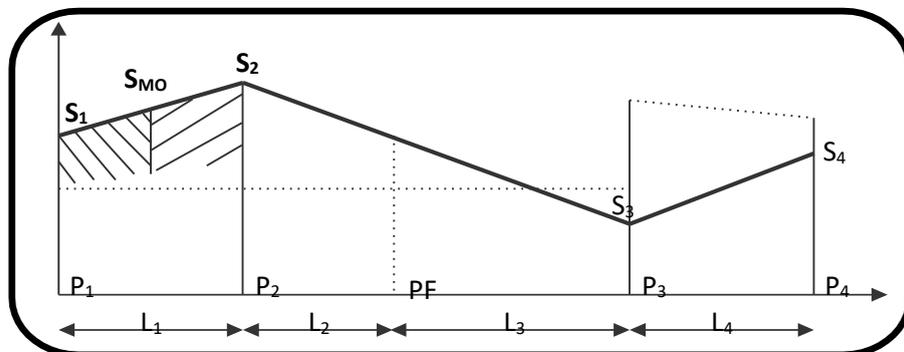


Figure VIII-3

Avec :

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

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MOY} et $(S_1+S_2)/2$ selon la formule suivante :

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

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

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

3.2- La méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

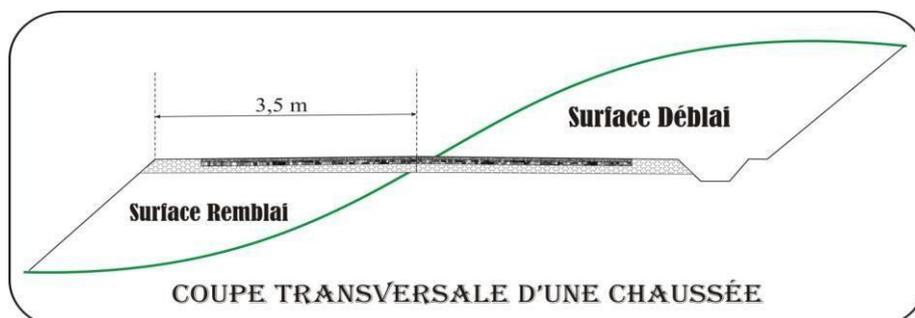


Figure VIII-04

3.3- La méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

4. Calcul des cubatures de terrassement :

La méthode choisie pour le calcul est celle de **GULDEN** et elle a été effectuée à l'aide du logiciel piste version (5.05).

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe

CHAPITRE IX

DEVIS QUANTITAFI ET ESTIMATIF

Devis Quantitatif et Estimatif :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant HT (DA)
Partie : 01 Terrassement					
1.1	Décapage de la terre végétale (e = 20 cm)	M ²	120000	60,00	7.200.000
1.2	Déblai	M ³	57234	150,00	8.585.100
1.3	Remblais	M ³	6101	300,00	2.440.400
1.4	Matériaux pour : accotement + TPC en (SG)	M ³	24600	700,00	17.220.000
1.5	Scarification de la chaussée existant	M ²	70000	80 ,00	5.600.000,00
Montant :(01)					41.045.500
Partie : 02 chaussée					
2.1	Couche de forme en SG (e = 40 cm)	M ³	60080	700	42.056.000,00
2.2	Couche de fondation GNT (e = 20 cm)	M ³	32000	3.000,00	96.000.000,00
2.3	Couche d'imprégnation au Cut back 0/1	M ²	144000	120,00	17.280.000,00
2.4	Couche d'accrochage à l'émulsion cationique dosé 350 g/m ²	M ²	144000	35	5.040.000,00
2.5	Couche de base en GB (e =14 cm)	T	47376	8.000,00	379.008.000,00
2.6	Couche de roulement BB (e =7 cm)	T	23030	8.500,00	195.755.000,00
Montant :(02)					735.139.000,00
Partie : 03 Signalisation vertical					
3	Signalisation selon le plan	F	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Montant :(03)					10.000.000,00
Partie : 04 Signalisation horizontale					
4.1	Ligne continue	ml	10620	80,00	849.600,00
4.2	Ligne discontinue	ml	4000	80,00	320.000,00
4.3	Flèche	U	29	400,00	11.600,00
4.4	Hachures	M ²	500	350,00	175.000,00
Montant :(04)					1.356.200,00
TOTAL HT : 01+02+03+04					642.149.700,00
TVA 19%					122.008.443,00
TOTAL TTC					787.540.700,00

Le montant total du projet est de : Sept cent quatre-vingt Sept millions cinq cent quarante mille sept cent dinars algériens

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GENERALE

les projets qui permettent d'améliorer le quotidien et le confort des citoyens et des usagers de la route et qui participe d'une manière directe à l'économie d'une région et du pays doivent se faire selon une réflexion concertée à la échelle locale ,régionale et nationale.

Etude de renforcement et dédoublement du tronçon de la RN3(de Pk490 au Pk500 au niveau de wilaya de ELMEGHAIER), rentre dans le même programme d'aménagement des infrastructure , cette route est considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région.

Pour notre étude nous avons respecté toutes les normes routières qu'on ne peut pas négliger en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement. Ce projet de route nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

Référencés bibliographiques

Références bibliographiques :

- KALLI FATIMA- ZOHRA et GIUMETTRE “manuel de projet de Routes“(office des publications universitaires 2011).
- RAHAL et KALLI FATIMA- ZOHRA ‘’ cours de routier : conception des tracés Routiers Norme ‘’ (édition des publications universitaires 2012).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves: fascicule 2 et 3 CTPP.
- Norme technique d’aménagement des routes (B40)
- Aménagement des carrefours (SETRA).
- Guide technique “ARP-SERTA’’ (Aménagement des routes principales Recommandations technique pour la conception générale et géométrie de la route)(1994).
- Cours de route (Dr. Khelifa Tarek et Dr. Ramadana Mohamed Sadek) (Université Mohamed Khider – Biskra).
- Les documents de la DTP El maghaire:
- Rapport technique (APD)
- Rapport géotechnique.
- Mémoires de ENSTP 2010.
- Autres :
- Google Earth.
- Outils informatiques :
- Logiciel autopiste
- Logiciel Piste 5.05
- Auto CAD 2008
- Microsoft Excel 2010
- Microsoft Word 2010

ANNEX

Etude de renforcement de la RN03 au Pk 490 au Pk 500 sur 10km.

ANNEX

• AXE EN PLAN - PISTE 5.05

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			107325.000	777550.887	3712879.388
DROI	GIS = 215.843g	659.269			
			107984.269	777388.513	3712240.427
CLOT	A = 407.938				
	Rf= 1000.000	166.414			
			108150.683	777352.026	3712078.115
ARC	XC= 778338.338				
	YC= 3711913.224				
	R = 1000.000	124.317			
			108275.000	777339.192	3711954.542
CLOT	Rd= 1000.000				
	A = 407.938	166.414			
			108441.414	777341.545	3711788.197
DROI	GIS = 197.334g	1100.779			
			109542.193	777387.628	3710688.382
ARC	XC= 827341.795				
	YC= 3712781.536				
	R = 49998.000	141.939			
			109684.132	777393.772	3710546.576
DROI	GIS = 197.153g	1354.223			
			111038.355	777454.307	3709193.707
ARC	XC= 775256.506				
	YC= 3709095.365				
	R = -2200.000	232.350			
			111270.705	777452.428	3708961.473
DROI	GIS = 203.877g	1668.435			
			112939.140	777350.887	3707296.130
CLOT	A = 393.551				
	Rf= -950.000	163.034			
			113102.174	777336.320	3707133.802
ARC	XC= 776396.525				
	YC= 3707272.672				
	R = -950.000	13.869			
			113116.044	777334.192	3707120.097
CLOT	Rd= -950.000				
	A = 393.551	163.034			
			113279.078	777298.862	3706960.991
DROI	GIS = 215.732g	683.465			
			113962.543	777131.683	3706298.288
ARC	XC= 728650.540				
	YC= 3718528.527				
	R = -50000.000	231.701			
			114194.244	777074.488	3706073.758
DROI	GIS = 216.027g	531.414			
			114725.657	776942.115	3705559.095
ARC	XC= 786626.905				
	YC= 3703068.141				
	R = 10000.000	33.716			
			114759.373	776933.772	3705526.428
DROI	GIS = 215.812g	1238.141			
			115997.514	776629.401	3704326.282
ARC	XC= 778761.890				
	YC= 3703785.458				
	R = 2200.000	479.212			
			116476.725	776562.917	3703852.660
DROI	GIS = 201.945g	848.274			
			117324.999	776506.459	3702005.249
LONGUEUR DE L'AXE 10000.000					

ANNEX

• PROFIL EN LONG - PISTE 5.05 :

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			107325.000	28.404
PARA	S=107416.2732 Z= 28.3664			
	R = 109365.26	117.825		
			107442.825	28.370
PARA	S=107439.4581 Z= 28.3693			
	R = 13869.27	44.518		
			107487.343	28.452
PARA	S=107521.3948 Z= 28.5107			
	R = -9862.61	51.242		
			107538.585	28.496
PARA	S=108771.4534 Z= 27.4213			
	R = 707345.72	174.815		
			107713.400	28.213
PARA	S=107738.0827 Z= 28.1942			
	R = 16501.04	179.869		
			107893.269	28.924
DROI	PENTE= 0.940 %	251.575		
			108144.844	31.290
PARA	S=108237.9117 Z= 31.7275			
	R = -9895.89	114.376		
			108259.220	31.705
PARA	S=113265.0603 Z= 26.3151			
	R = 2324768.66	280.466		
			108539.687	31.118
PARA	S=108612.0411 Z= 31.0440			
	R = 35596.68	252.974		
			108792.660	31.502
DROI	PENTE= 0.507 %	9.187		
			108801.848	31.549
PARA	S=108852.5883 Z= 31.6776			
	R = -10000.00	125.623		
			108927.471	31.397
DROI	PENTE= -0.749 %	58.128		
			108985.599	30.962
PARA	S=109060.5066 Z= 30.6815			
	R = 10003.35	80.177		
			109065.776	30.683
PARA	S= 91401.2038 Z= 26.0307			
	R=33536227.84	89.975		
			109155.751	30.730

ANNEX

PARA	S=109166.3239 Z= 30.7332			
	R = -19970.96	40.703		
			109196.454	30.710
PARA	S=***** Z= 430.9537			
	R =*****	230.874		
			109427.328	30.362
PARA	S=109379.7796 Z= 30.3980			
	R = -31502.49	114.127		
			109541.455	29.983
DROI	PENTE= -0.513 %	79.613		
			109621.068	29.575
PARA	S=109672.6397 Z= 29.4422			
	R = 10048.73	48.355		
			109669.423	29.443
PARA	S=111025.4405 Z= 29.2257			
	R = 4236419.73	180.370		
			109849.793	29.389
PARA	S=109852.5960 Z= 29.3884			
	R = 10101.08	23.477		
			109873.270	29.410
PARA	S= 80365.1048 Z= -0.7883			
	R =14417108.49	338.307		
			110211.577	30.106
PARA	S=110149.1386 Z= 30.0413			
	R = 30160.56	132.412		
			110343.989	30.671
DROI	PENTE= 0.646 %	45.322		
			110389.311	30.963
PARA	S=110536.0482 Z= 31.4375			
	R = -22713.20	44.890		
			110434.201	31.209
PARA	S=114303.0012 Z= 39.8832			
	R = -862789.59	223.973		
			110658.174	32.184
PARA	S=110684.2406 Z= 32.2395			
	R = -6170.43	46.800		
			110704.973	32.205
PARA	S=110785.1323 Z= 32.0700			
	R = 23856.55	185.684		
			110890.657	32.303
PARA	S=110940.6790 Z= 32.4140			
	R = -11308.75	91.093		
			110981.750	32.339
PARA	S=109971.7136 Z= 34.1736			

ANNEX

	R = -278107.68	42.526		
			111024.276	32.182
PARA	S=111098.6668 Z= 32.0410			
	R = 19655.55	144.437		
			111168.713	32.166
PARA	S=111400.4293 Z= 32.5786			
	R = -65021.51	158.664		
			111327.377	32.538
PARA	S=100630.4317 Z= 26.5285			
	R = 9520984.59	293.541		
			111620.918	32.872
PARA	S=111648.6460 Z= 32.8879			
	R = -24020.98	68.886		
			111689.803	32.853
PARA	S=113738.5703 Z= 31.0975			
	R = 1195738.61	143.935		
			111833.738	32.615
PARA	S=111850.2117 Z= 32.6016			
	R = 10341.10	75.130		
			111908.868	32.768
DROI	PENTE= 0.567 %	166.690		
			112075.559	33.714
PARA	S=112130.8646 Z= 33.8703			
	R = -9750.38	92.064		
			112167.622	33.801
PARA	S=113568.5890 Z= 31.1603			
	R = 371620.24	54.592		
			112222.214	33.599
PARA	S=112297.3581 Z= 33.4631			
	R = 20740.85	57.854		
			112280.068	33.470
PARA	S=113158.5096 Z= 33.1042			
	R = 1053763.99	109.891		
			112389.959	33.384
PARA	S=112394.3571 Z= 33.3828			
	R = 6029.65	97.219		
			112487.178	34.097
DROI	PENTE= 1.539 %	33.765		
			112520.943	34.617
PARA	S=112628.7019 Z= 35.4465			
	R = -7000.00	178.026		
			112698.969	35.094
DROI	PENTE= -1.004 %	23.352		
			112722.322	34.859

ANNEX

ARA	S=112812.6658 Z= 34.4059			
	R = 9000.00	170.267		
			112892.589	34.761
DROI	PENTE= 0.888 %	169.895		
			113062.484	36.270
PARA	S=113151.2874 Z= 36.6638			
	R = -10000.00	131.254		
			113193.737	36.574
PARA	S=113399.7203 Z= 36.1365			
	R = 48523.51	220.463		
			113414.200	36.139
PARA	S=113416.2892 Z= 36.1390			
	R = -7000.26	37.391		
			113451.592	36.050
DROI	PENTE= -0.504 %	73.423		
			113525.015	35.680
PARA	S=113576.0963 Z= 35.5509			
	R = 10129.16	90.370		
			113615.385	35.627
PARA	S=110860.6579 Z= 30.2846			
	R = 710205.20	81.422		
			113696.807	35.948
PARA	S=113744.2703 Z= 36.0424			
	R = -11885.31	110.031		
			113806.838	35.878
DROI	PENTE= -0.526 %	118.844		
			113925.681	35.252
PARA	S=114064.6567 Z= 34.8863			
	R = 26399.75	122.895		
			114048.576	34.891
PARA	S=119310.0224 Z= 33.2888			
	R = 8637950.36	326.136		
			114374.712	34.699
PARA	S=114383.5041 Z= 34.6962			
	R = 15387.51	57.349		
			114432.061	34.773
PARA	S= 95655.8483 Z= 5.1474			
	R = 5950065.75	234.673		
			114666.734	35.518
PARA	S=114602.0452 Z= 35.4146			
	R = 20246.50	65.106		
			114731.840	35.831
DROI	PENTE= 0.641 %	74.313		
			114806.153	36.307

ANNEX

PARA	S=114848.4399 Z= 36.4426			
	R = -6596.28	64.544		
			114870.697	36.405
PARA	S=115107.7706 Z= 36.0051			
	R = 70260.86	196.825		
			115067.522	36.017
PARA	S=115700.5850 Z= 35.8353			
	R = 1105127.90	110.765		
			115178.287	35.959
PARA	S=115187.3986 Z= 35.9565			
	R = 19278.60	27.746		
			115206.033	35.965
PARA	S=124496.9097 Z= 40.4558			
	R =-9611924.18	236.093		
			115442.126	36.191
PARA	S=115460.7503 Z= 36.1996			
	R = -19769.98	59.152		
			115501.279	36.158
PARA	S=140860.5189 Z= 10.1650			
	R =12370423.38	315.152		
			115816.430	35.516
PARA	S=115828.7383 Z= 35.5036			
	R = 6079.51	35.118		
			115851.549	35.546
PARA	S=108698.4177 Z= 22.1272			
	R = 1906492.38	145.859		
			115997.407	36.099
PARA	S=115958.3204 Z= 36.0244			
	R = 10209.40	37.495		
			116034.902	36.312
DROI	PENTE= 0.750 %	222.727		
			116257.630	37.982
PARA	S=116302.6362 Z= 38.1511			
	R = -6000.00	99.579		
			116357.209	37.903
DROI	PENTE= -0.910 %	104.515		
			116461.724	36.952
PARA	S=116517.4903 Z= 36.6987			
	R = 6131.19	57.554		
			116519.278	36.699
PARA	S=116104.8378 Z= 36.6385			
	R = 1421229.91	288.321		
			116807.599	36.812
PARA	S=116775.8421 Z= 36.8044			

ANNEX

	R = 64224.23	69.341		
			116876.940	36.884
PARA	S=117112.8386 Z= 37.0697			
	R = -149857.70	234.402		
			117111.343	37.070
PARA	S=117077.5650 Z= 37.0695			
	R = 3384194.51	326.078		
			117437.421	37.089
LONGUEUR DE L'AXE 10000				

● **TABULATION D'AXE PISTE 5.05 :**

N° DU PROFIL	ABSCISSE CURVILIGNE	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGL E PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
4294	107325.000	28.517	28.404	777550.886	3712879.387	315.843g	2.50	-2.50
4295	107350.000	28.305	28.386	777544.729	3712855.158	315.843g	2.50	-2.50
4296	107375.000	28.479	28.374	777538.572	3712830.928	315.843g	2.50	-2.50
4297	107400.000	28.518	28.368	777532.415	3712806.698	315.843g	2.50	-2.50
4298	107425.000	28.462	28.367	777526.257	3712782.468	315.843g	2.50	-2.50
4299	107450.000	28.383	28.373	777520.100	3712758.238	315.843g	2.50	-2.50
4300	107475.000	28.454	28.415	777513.943	3712734.008	315.843g	2.50	-2.50
4301	107500.000	28.489	28.487	777507.785	3712709.778	315.843g	2.50	-2.50
4302	107525.000	28.466	28.510	777501.628	3712685.548	315.843g	2.50	-2.50
4303	107550.000	28.441	28.476	777495.471	3712661.318	315.843g	2.50	-2.50
4304	107575.000	28.413	28.433	777489.313	3712637.089	315.843g	2.50	-2.50
4305	107600.000	28.366	28.391	777483.156	3712612.859	315.843g	2.50	-2.50
4306	107625.000	28.294	28.350	777476.999	3712588.629	315.843g	2.50	-2.50
4307	107650.000	28.288	28.310	777470.841	3712564.399	315.843g	2.50	-2.50
4308	107675.000	28.280	28.271	777464.684	3712540.169	315.843g	2.50	-2.50
4309	107700.000	28.208	28.233	777458.527	3712515.939	315.843g	2.50	-2.50
4310	107725.000	28.194	28.199	777452.369	3712491.709	315.843g	2.50	-2.50
4311	107750.000	28.242	28.198	777446.212	3712467.479	315.843g	2.50	-2.50
4312	107775.000	28.315	28.236	777440.055	3712443.250	315.843g	2.50	-2.50
4313	107800.000	28.355	28.310	777433.897	3712419.020	315.843g	2.50	-2.50
4314	107825.000	28.505	28.423	777427.740	3712394.790	315.843g	2.50	-2.50
4315	107850.000	28.692	28.574	777421.583	3712370.560	315.843g	2.50	-2.50
4316	107875.000	28.881	28.762	777415.425	3712346.330	315.843g	2.50	-2.50
4317	107900.000	29.069	28.987	777409.268	3712322.100	315.843g	2.50	-2.50
4318	107925.000	29.284	29.222	777403.111	3712297.870	315.843g	2.50	-2.50
4319	107950.000	29.521	29.457	777396.953	3712273.640	315.843g	2.50	-2.50
4320	107975.000	29.756	29.693	777390.796	3712249.410	315.843g	2.50	-2.50
4321	108000.000	29.984	29.928	777384.642	3712225.180	315.795g	2.50	-1.93
4322	108025.000	30.224	30.163	777378.547	3712200.934	315.525g	2.50	-1.02

ANNEX

4323	108050.000	30.452	30.398	777372.600	3712176.652	315.016g	2.50	-0.12
4324	108075.000	30.624	30.633	777366.893	3712152.312	314.268g	2.50	0.79
4325	108100.000	30.810	30.868	777361.518	3712127.897	313.281g	2.50	1.69
4326	108125.000	31.041	31.103	777356.569	3712103.392	312.054g	2.60	2.60
4327	108150.000	31.292	31.337	777352.139	3712078.788	310.589g	3.51	3.51
4328	108175.000	31.534	31.528	777348.308	3712054.084	308.997g	3.53	3.53
4329	108200.000	31.687	31.655	777345.097	3712029.292	307.406g	3.53	3.53
4330	108225.000	31.724	31.719	777342.506	3712004.427	305.814g	3.53	3.53
4331	108250.000	31.700	31.720	777340.537	3711979.506	304.223g	3.53	3.53
4332	108275.000	31.645	31.671	777339.192	3711954.542	302.631g	3.53	3.53
4333	108300.000	31.515	31.617	777338.456	3711929.554	301.159g	2.62	2.62
4334	108325.000	31.377	31.564	777338.250	3711904.555	299.926g	2.50	1.72
4335	108350.000	31.245	31.511	777338.482	3711879.556	298.932g	2.50	0.81
4336	108375.000	31.303	31.458	777339.057	3711854.563	298.178g	2.50	-0.09
4337	108400.000	31.196	31.406	777339.882	3711829.577	297.662g	2.50	-1.00
4338	108425.000	31.101	31.354	777340.862	3711804.596	297.386g	2.50	-1.91
4339	108450.000	31.023	31.302	777341.904	3711779.618	297.334g	2.50	-2.50
4340	108475.000	30.922	31.250	777342.951	3711754.640	297.334g	2.50	-2.50
4341	108500.000	31.032	31.199	777343.997	3711729.662	297.334g	2.50	-2.50
4342	108525.000	31.017	31.147	777345.044	3711704.684	297.334g	2.50	-2.50
4343	108550.000	30.911	31.098	777346.091	3711679.705	297.334g	2.50	-2.50
4344	108575.000	30.890	31.063	777347.137	3711654.727	297.334g	2.50	-2.50
4345	108600.000	30.917	31.046	777348.184	3711629.749	297.334g	2.50	-2.50
4346	108625.000	30.944	31.046	777349.230	3711604.771	297.334g	2.50	-2.50
4347	108650.000	30.930	31.064	777350.277	3711579.793	297.334g	2.50	-2.50
4348	108675.000	30.915	31.100	777351.324	3711554.815	297.334g	2.50	-2.50
4349	108700.000	30.905	31.153	777352.370	3711529.837	297.334g	2.50	-2.50
4350	108725.000	30.979	31.223	777353.417	3711504.859	297.334g	2.50	-2.50
4351	108750.000	31.123	31.311	777354.464	3711479.881	297.334g	2.50	-2.50
4352	108775.000	31.170	31.417	777355.510	3711454.903	297.334g	2.50	-2.50
4353	108800.000	31.219	31.539	777356.557	3711429.925	297.334g	2.50	-2.50
4354	108825.000	31.480	31.640	777357.603	3711404.947	297.334g	2.50	-2.50
4355	108850.000	31.523	31.677	777358.650	3711379.968	297.334g	2.50	-2.50
4356	108875.000	31.526	31.653	777359.697	3711354.990	297.334g	2.50	-2.50
4357	108900.000	31.394	31.565	777360.743	3711330.012	297.334g	2.50	-2.50
4358	108925.000	31.256	31.416	777361.790	3711305.034	297.334g	2.50	-2.50
4359	108950.000	31.116	31.229	777362.837	3711280.056	297.334g	2.50	-2.50
4360	108975.000	30.944	31.041	777363.883	3711255.078	297.334g	2.50	-2.50
4361	109000.000	30.783	30.865	777364.930	3711230.100	297.334g	2.50	-2.50
4362	109025.000	30.621	30.744	777365.976	3711205.122	297.334g	2.50	-2.50
4363	109050.000	30.503	30.687	777367.023	3711180.144	297.334g	2.50	-2.50
4364	109075.000	30.583	30.688	777368.070	3711155.166	297.334g	2.50	-2.50
4365	109100.000	30.610	30.701	777369.116	3711130.188	297.334g	2.50	-2.50
4366	109125.000	30.607	30.714	777370.163	3711105.210	297.334g	2.50	-2.50

ANNEX

4367	109150.000	30.605	30.727	777371.209	3711080.231	297.334g	2.50	-2.50
4368	109175.000	30.478	30.731	777372.256	3711055.253	297.334g	2.50	-2.50
4369	109200.000	30.557	30.705	777373.303	3711030.275	297.334g	2.50	-2.50
4370	109225.000	30.576	30.667	777374.349	3711005.297	297.334g	2.50	-2.50
4371	109250.000	30.438	30.630	777375.396	3710980.319	297.334g	2.50	-2.50
4372	109275.000	30.411	30.592	777376.443	3710955.341	297.334g	2.50	-2.50
4373	109300.000	30.383	30.554	777377.489	3710930.363	297.334g	2.50	-2.50
4374	109325.000	30.258	30.517	777378.536	3710905.385	297.334g	2.50	-2.50
4375	109350.000	30.315	30.479	777379.582	3710880.407	297.334g	2.50	-2.50
4376	109375.000	30.372	30.441	777380.629	3710855.429	297.334g	2.50	-2.50
4377	109400.000	30.308	30.403	777381.676	3710830.451	297.334g	2.50	-2.50
4378	109425.000	30.294	30.366	777382.722	3710805.473	297.334g	2.50	-2.50
4379	109450.000	30.273	30.320	777383.769	3710780.495	297.334g	2.50	-2.50
4380	109475.000	30.201	30.254	777384.816	3710755.516	297.334g	2.50	-2.50
4381	109500.000	30.067	30.169	777385.862	3710730.538	297.334g	2.50	-2.50
4382	109525.000	29.959	30.063	777386.909	3710705.560	297.334g	2.50	-2.50
4383	109550.000	29.767	29.939	777387.956	3710680.582	297.324g	2.50	-2.50
4384	109575.000	29.684	29.811	777389.013	3710655.605	297.292g	2.50	-2.50
4385	109600.000	29.614	29.683	777390.082	3710630.627	297.260g	2.50	-2.50
4386	109625.000	29.441	29.555	777391.164	3710605.651	297.229g	2.50	-2.50
4387	109650.000	29.360	29.468	777392.258	3710580.675	297.197g	2.50	-2.50
4388	109675.000	29.353	29.441	777393.365	3710555.699	297.165g	2.50	-2.50
4389	109700.000	29.344	29.433	777394.481	3710530.724	297.153g	2.50	-2.50
4390	109725.000	29.301	29.425	777395.599	3710505.749	297.153g	2.50	-2.50
4391	109750.000	29.265	29.418	777396.716	3710480.774	297.153g	2.50	-2.50
4392	109775.000	29.230	29.410	777397.834	3710455.799	297.153g	2.50	-2.50
4393	109800.000	29.231	29.403	777398.951	3710430.824	297.153g	2.50	-2.50
4394	109825.000	29.336	29.396	777400.069	3710405.849	297.153g	2.50	-2.50
4395	109850.000	29.436	29.389	777401.187	3710380.874	297.153g	2.50	-2.50
4396	109875.000	29.355	29.413	777402.304	3710355.899	297.153g	2.50	-2.50
4397	109900.000	29.398	29.464	777403.422	3710330.924	297.153g	2.50	-2.50
4398	109925.000	29.435	29.515	777404.539	3710305.949	297.153g	2.50	-2.50
4399	109950.000	29.529	29.567	777405.657	3710280.974	297.153g	2.50	-2.50
4400	109975.000	29.662	29.618	777406.774	3710255.999	297.153g	2.50	-2.50
4401	110000.000	29.590	29.670	777407.892	3710231.024	297.153g	2.50	-2.50
4402	110025.000	29.647	29.721	777409.009	3710206.049	297.153g	2.50	-2.50
4403	110050.000	29.717	29.772	777410.127	3710181.074	297.153g	2.50	-2.50
4404	110075.000	29.684	29.824	777411.244	3710156.099	297.153g	2.50	-2.50
4405	110100.000	29.706	29.875	777412.362	3710131.124	297.153g	2.50	-2.50
4406	110125.000	29.722	29.927	777413.479	3710106.149	297.153g	2.50	-2.50
4407	110150.000	29.771	29.979	777414.597	3710081.174	297.153g	2.50	-2.50
4408	110175.000	29.819	30.030	777415.714	3710056.199	297.153g	2.50	-2.50
4409	110200.000	29.842	30.082	777416.832	3710031.224	297.153g	2.50	-2.50
4410	110225.000	30.011	30.137	777417.949	3710006.249	297.153g	2.50	-2.50

ANNEX

4411	110250.000	30.226	30.210	777419.067	3709981.274	297.153g	2.50	-2.50
4412	110275.000	30.495	30.304	777420.184	3709956.299	297.153g	2.50	-2.50
4413	110300.000	30.560	30.419	777421.302	3709931.324	297.153g	2.50	-2.50
4414	110325.000	30.625	30.554	777422.419	3709906.349	297.153g	2.50	-2.50
4415	110350.000	30.689	30.710	777423.537	3709881.374	297.153g	2.50	-2.50
4416	110375.000	30.786	30.871	777424.655	3709856.399	297.153g	2.50	-2.50
4417	110400.000	30.951	31.030	777425.772	3709831.424	297.153g	2.50	-2.50
4418	110425.000	31.116	31.166	777426.890	3709806.449	297.153g	2.50	-2.50
4419	110450.000	31.112	31.280	777428.007	3709781.474	297.153g	2.50	-2.50
4420	110475.000	31.173	31.391	777429.125	3709756.499	297.153g	2.50	-2.50
4421	110500.000	31.234	31.502	777430.242	3709731.524	297.153g	2.50	-2.50
4422	110525.000	31.382	31.612	777431.360	3709706.549	297.153g	2.50	-2.50
4423	110550.000	31.462	31.721	777432.477	3709681.574	297.153g	2.50	-2.50
4424	110575.000	31.547	31.829	777433.595	3709656.599	297.153g	2.50	-2.50
4425	110600.000	31.416	31.937	777434.712	3709631.624	297.153g	2.50	-2.50
4426	110625.000	31.592	32.044	777435.830	3709606.649	297.153g	2.50	-2.50
4427	110650.000	31.866	32.150	777436.947	3709581.674	297.153g	2.50	-2.50
4428	110675.000	32.138	32.233	777438.065	3709556.699	297.153g	2.50	-2.50
4429	110700.000	32.096	32.219	777439.182	3709531.724	297.153g	2.50	-2.50
4430	110725.000	32.053	32.146	777440.300	3709506.749	297.153g	2.50	-2.50
4431	110750.000	31.922	32.096	777441.417	3709481.774	297.153g	2.50	-2.50
4432	110775.000	31.896	32.072	777442.535	3709456.799	297.153g	2.50	-2.50
4433	110800.000	31.941	32.075	777443.652	3709431.824	297.153g	2.50	-2.50
4434	110825.000	31.999	32.103	777444.770	3709406.849	297.153g	2.50	-2.50
4435	110850.000	32.056	32.158	777445.888	3709381.874	297.153g	2.50	-2.50
4436	110875.000	31.944	32.239	777447.005	3709356.899	297.153g	2.50	-2.50
4437	110900.000	31.992	32.341	777448.123	3709331.924	297.153g	2.50	-2.50
4438	110925.000	32.096	32.403	777449.240	3709306.949	297.153g	2.50	-2.50
4439	110950.000	32.133	32.410	777450.358	3709281.974	297.153g	2.50	-2.50
4440	110975.000	31.739	32.362	777451.475	3709256.999	297.153g	2.50	-2.50
4441	111000.000	31.602	32.272	777452.593	3709232.024	297.153g	2.50	-2.50
4442	111025.000	31.739	32.179	777453.710	3709207.049	297.153g	2.50	-2.50
4443	111050.000	31.637	32.101	777454.797	3709182.072	297.490g	-2.50	-2.50
4444	111075.000	31.601	32.055	777455.640	3709157.087	298.214g	-2.50	-2.50
4445	111100.000	31.656	32.041	777456.200	3709132.093	298.937g	-2.50	-2.50
4446	111125.000	31.802	32.059	777456.475	3709107.095	299.661g	-2.50	-2.50
4447	111150.000	32.070	32.108	777456.466	3709082.095	300.384g	-2.50	-2.50
4448	111175.000	32.261	32.188	777456.173	3709057.097	301.107g	-2.50	-2.50
4449	111200.000	32.338	32.270	777455.597	3709032.104	301.831g	-2.50	-2.50
4450	111225.000	32.410	32.342	777454.736	3709007.119	302.554g	-2.50	-2.50
4451	111250.000	32.457	32.405	777453.591	3708982.145	303.278g	-2.50	-2.50
4452	111275.000	32.497	32.458	777452.167	3708957.186	303.877g	2.50	-2.50
4453	111300.000	32.353	32.501	777450.645	3708932.232	303.877g	2.50	-2.50
4454	111325.000	32.309	32.535	777449.124	3708907.278	303.877g	2.50	-2.50

ANNEX

4455	111350.000	32.266	32.563	777447.602	3708882.325	303.877g	2.50	-2.50
4456	111375.000	32.271	32.591	777446.081	3708857.371	303.877g	2.50	-2.50
4457	111400.000	32.307	32.619	777444.559	3708832.417	303.877g	2.50	-2.50
4458	111425.000	32.360	32.648	777443.038	3708807.464	303.877g	2.50	-2.50
4459	111450.000	32.412	32.676	777441.516	3708782.510	303.877g	2.50	-2.50
4460	111475.000	32.467	32.705	777439.995	3708757.556	303.877g	2.50	-2.50
4461	111500.000	32.420	32.733	777438.473	3708732.603	303.877g	2.50	-2.50
4462	111525.000	32.550	32.762	777436.952	3708707.649	303.877g	2.50	-2.50
4463	111550.000	31.997	32.790	777435.430	3708682.695	303.877g	2.50	-2.50
4464	111575.000	32.718	32.819	777433.909	3708657.742	303.877g	2.50	-2.50
4465	111600.000	32.838	32.848	777432.387	3708632.788	303.877g	2.50	-2.50
4466	111625.000	32.699	32.876	777430.866	3708607.834	303.877g	2.50	-2.50
4467	111650.000	32.587	32.888	777429.344	3708582.881	303.877g	2.50	-2.50
4468	111675.000	32.613	32.874	777427.823	3708557.927	303.877g	2.50	-2.50
4469	111700.000	32.628	32.835	777426.301	3708532.973	303.877g	2.50	-2.50
4470	111725.000	32.498	32.793	777424.780	3708508.020	303.877g	2.50	-2.50
4471	111750.000	32.557	32.751	777423.258	3708483.066	303.877g	2.50	-2.50
4472	111775.000	32.588	32.710	777421.737	3708458.112	303.877g	2.50	-2.50
4473	111800.000	32.445	32.669	777420.215	3708433.159	303.877g	2.50	-2.50
4474	111825.000	32.372	32.629	777418.694	3708408.205	303.877g	2.50	-2.50
4475	111850.000	32.497	32.602	777417.172	3708383.251	303.877g	2.50	-2.50
4476	111875.000	32.570	32.631	777415.651	3708358.298	303.877g	2.50	-2.50
4477	111900.000	32.643	32.722	777414.129	3708333.344	303.877g	2.50	-2.50
4478	111925.000	32.597	32.860	777412.608	3708308.390	303.877g	2.50	-2.50
4479	111950.000	32.610	33.001	777411.086	3708283.437	303.877g	2.50	-2.50
4480	111975.000	32.717	33.143	777409.565	3708258.483	303.877g	2.50	-2.50
4481	112000.000	32.983	33.285	777408.043	3708233.530	303.877g	2.50	-2.50
4482	112025.000	32.993	33.427	777406.522	3708208.576	303.877g	2.50	-2.50
4483	112050.000	33.328	33.569	777405.000	3708183.622	303.877g	2.50	-2.50
4484	112075.000	33.135	33.710	777403.479	3708158.669	303.877g	2.50	-2.50
4485	112100.000	33.583	33.821	777401.957	3708133.715	303.877g	2.50	-2.50
4486	112125.000	33.665	33.868	777400.436	3708108.761	303.877g	2.50	-2.50
4487	112150.000	33.752	33.852	777398.914	3708083.808	303.877g	2.50	-2.50
4488	112175.000	33.426	33.773	777397.393	3708058.854	303.877g	2.50	-2.50
4489	112200.000	33.218	33.680	777395.871	3708033.900	303.877g	2.50	-2.50
4490	112225.000	33.160	33.589	777394.350	3708008.947	303.877g	2.50	-2.50
4491	112250.000	33.317	33.517	777392.828	3707983.993	303.877g	2.50	-2.50
4492	112275.000	33.264	33.475	777391.307	3707959.039	303.877g	2.50	-2.50
4493	112300.000	33.206	33.454	777389.785	3707934.086	303.877g	2.50	-2.50
4494	112325.000	33.148	33.434	777388.264	3707909.132	303.877g	2.50	-2.50
4495	112350.000	33.165	33.414	777386.742	3707884.178	303.877g	2.50	-2.50
4496	112375.000	33.116	33.395	777385.221	3707859.225	303.877g	2.50	-2.50
4497	112400.000	33.313	33.386	777383.699	3707834.271	303.877g	2.50	-2.50
4498	112425.000	33.454	33.461	777382.178	3707809.317	303.877g	2.50	-2.50

ANNEX

4499	112450.000	33.596	33.640	777380.656	3707784.364	303.877g	2.50	-2.50
4500	112475.000	33.683	33.922	777379.135	3707759.410	303.877g	2.50	-2.50
4501	112500.000	34.263	34.295	777377.613	3707734.456	303.877g	2.50	-2.50
4502	112525.000	34.706	34.678	777376.092	3707709.503	303.877g	2.50	-2.50
4503	112550.000	34.975	35.004	777374.570	3707684.549	303.877g	2.50	-2.50
4504	112575.000	35.145	35.241	777373.049	3707659.595	303.877g	2.50	-2.50
4505	112600.000	35.304	35.388	777371.527	3707634.642	303.877g	2.50	-2.50
4506	112625.000	35.275	35.445	777370.006	3707609.688	303.877g	2.50	-2.50
4507	112650.000	35.161	35.414	777368.484	3707584.734	303.877g	2.50	-2.50
4508	112675.000	35.046	35.293	777366.963	3707559.781	303.877g	2.50	-2.50
4509	112700.000	34.746	35.083	777365.441	3707534.827	303.877g	2.50	-2.50
4510	112725.000	34.588	34.833	777363.920	3707509.873	303.877g	2.50	-2.50
4511	112750.000	34.382	34.624	777362.398	3707484.920	303.877g	2.50	-2.50
4512	112775.000	34.302	34.485	777360.877	3707459.966	303.877g	2.50	-2.50
4513	112800.000	34.202	34.415	777359.355	3707435.012	303.877g	2.50	-2.50
4514	112825.000	34.123	34.414	777357.834	3707410.059	303.877g	2.50	-2.50
4515	112850.000	34.208	34.483	777356.312	3707385.105	303.877g	2.50	-2.50
4516	112875.000	34.369	34.622	777354.791	3707360.152	303.877g	2.50	-2.50
4517	112900.000	34.434	34.827	777353.269	3707335.198	303.877g	2.50	-2.50
4518	112925.000	34.861	35.049	777351.748	3707310.244	303.877g	2.50	-2.50
4519	112950.000	35.034	35.271	777350.225	3707285.291	303.901g	2.09	-2.50
4520	112975.000	35.246	35.493	777348.655	3707260.340	304.141g	1.14	-2.50
4521	113000.000	35.490	35.715	777346.941	3707235.399	304.638g	0.20	-2.50
4522	113025.000	35.707	35.937	777344.982	3707210.476	305.392g	-0.75	-2.50
4523	113050.000	36.037	36.159	777342.678	3707185.583	306.403g	-1.70	-2.50
4524	113075.000	36.248	36.373	777339.929	3707160.735	307.670g	-2.64	-2.64
4525	113100.000	36.434	36.532	777336.635	3707135.953	309.195g	-3.59	-3.59
4526	113125.000	36.551	36.629	777332.713	3707111.263	310.853g	-3.33	-3.33
4527	113150.000	36.384	36.664	777328.182	3707086.678	312.308g	-2.38	-2.50
4528	113175.000	36.431	36.636	777323.141	3707062.192	313.505g	-1.44	-2.50
4529	113200.000	36.390	36.548	777317.688	3707037.794	314.446g	-0.49	-2.50
4530	113225.000	36.312	36.451	777311.924	3707013.468	315.131g	0.45	-2.50
4531	113250.000	36.220	36.368	777305.949	3706989.192	315.558g	1.40	-2.50
4532	113275.000	35.976	36.297	777299.859	3706964.945	315.728g	2.35	-2.50
4533	113300.000	35.960	36.239	777293.744	3706940.705	315.732g	2.50	-2.50
4534	113325.000	35.944	36.194	777287.629	3706916.464	315.732g	2.50	-2.50
4535	113350.000	35.804	36.162	777281.514	3706892.224	315.732g	2.50	-2.50
4536	113375.000	35.886	36.143	777275.399	3706867.983	315.732g	2.50	-2.50
4537	113400.000	35.968	36.137	777269.284	3706843.742	315.732g	2.50	-2.50
4538	113425.000	36.000	36.134	777263.169	3706819.502	315.732g	2.50	-2.50
4539	113450.000	35.938	36.058	777257.054	3706795.261	315.732g	2.50	-2.50
4540	113475.000	35.789	35.932	777250.938	3706771.021	315.732g	2.50	-2.50
4541	113500.000	35.476	35.806	777244.823	3706746.780	315.732g	2.50	-2.50
4542	113525.000	35.511	35.680	777238.708	3706722.540	315.732g	2.50	-2.50

ANNEX

4543	113550.000	35.476	35.584	777232.593	3706698.299	315.732g	2.50	-2.50
4544	113575.000	35.466	35.551	777226.478	3706674.058	315.732g	2.50	-2.50
4545	113600.000	35.495	35.579	777220.363	3706649.818	315.732g	2.50	-2.50
4546	113625.000	35.547	35.665	777214.248	3706625.577	315.732g	2.50	-2.50
4547	113650.000	35.658	35.762	777208.133	3706601.337	315.732g	2.50	-2.50
4548	113675.000	35.733	35.861	777202.017	3706577.096	315.732g	2.50	-2.50
4549	113700.000	35.891	35.960	777195.902	3706552.856	315.732g	2.50	-2.50
4550	113725.000	35.869	36.027	777189.787	3706528.615	315.732g	2.50	-2.50
4551	113750.000	35.814	36.041	777183.672	3706504.374	315.732g	2.50	-2.50
4552	113775.000	35.845	36.003	777177.557	3706480.134	315.732g	2.50	-2.50
4553	113800.000	35.670	35.912	777171.442	3706455.893	315.732g	2.50	-2.50
4554	113825.000	35.614	35.782	777165.327	3706431.653	315.732g	2.50	-2.50
4555	113850.000	35.414	35.651	777159.212	3706407.412	315.732g	2.50	-2.50
4556	113875.000	35.275	35.519	777153.097	3706383.172	315.732g	2.50	-2.50
4557	113900.000	35.219	35.387	777146.981	3706358.931	315.732g	2.50	-2.50
4558	113925.000	35.079	35.256	777140.866	3706334.690	315.732g	2.50	-2.50
4559	113950.000	34.996	35.135	777134.751	3706310.450	315.732g	2.50	-2.50
4560	113975.000	34.915	35.039	777128.635	3706286.210	315.748g	2.50	-2.50
4561	114000.000	34.913	34.965	777122.507	3706261.972	315.779g	2.50	-2.50
4562	114025.000	34.886	34.916	777116.368	3706237.738	315.811g	2.50	-2.50
4563	114050.000	34.859	34.890	777110.217	3706213.506	315.843g	2.50	-2.50
4564	114075.000	34.831	34.875	777104.053	3706189.278	315.875g	2.50	-2.50
4565	114100.000	34.718	34.860	777097.877	3706165.053	315.907g	2.50	-2.50
4566	114125.000	34.708	34.845	777091.689	3706140.831	315.938g	2.50	-2.50
4567	114150.000	34.693	34.830	777085.490	3706116.612	315.970g	2.50	-2.50
4568	114175.000	34.795	34.815	777079.278	3706092.396	316.002g	2.50	-2.50
4569	114200.000	34.779	34.800	777073.054	3706068.183	316.027g	2.50	-2.50
4570	114225.000	34.711	34.785	777066.826	3706043.971	316.027g	2.50	-2.50
4571	114250.000	34.594	34.771	777060.599	3706019.759	316.027g	2.50	-2.50
4572	114275.000	34.527	34.756	777054.372	3705995.547	316.027g	2.50	-2.50
4573	114300.000	34.497	34.742	777048.144	3705971.335	316.027g	2.50	-2.50
4574	114325.000	34.572	34.727	777041.917	3705947.123	316.027g	2.50	-2.50
4575	114350.000	34.545	34.713	777035.689	3705922.911	316.027g	2.50	-2.50
4576	114375.000	34.550	34.699	777029.462	3705898.699	316.027g	2.50	-2.50
4577	114400.000	34.549	34.705	777023.235	3705874.487	316.027g	2.50	-2.50
4578	114425.000	34.593	34.752	777017.007	3705850.275	316.027g	2.50	-2.50
4579	114450.000	34.645	34.829	777010.780	3705826.063	316.027g	2.50	-2.50
4580	114475.000	34.709	34.908	777004.553	3705801.851	316.027g	2.50	-2.50
4581	114500.000	34.822	34.987	776998.325	3705777.639	316.027g	2.50	-2.50
4582	114525.000	34.904	35.067	776992.098	3705753.427	316.027g	2.50	-2.50
4583	114550.000	34.862	35.146	776985.870	3705729.215	316.027g	2.50	-2.50
4584	114575.000	34.925	35.225	776979.643	3705705.003	316.027g	2.50	-2.50
4585	114600.000	35.049	35.305	776973.416	3705680.791	316.027g	2.50	-2.50
4586	114625.000	35.207	35.385	776967.188	3705656.579	316.027g	2.50	-2.50

ANNEX

4587	114650.000	35.366	35.465	776960.961	3705632.367	316.027g	2.50	-2.50
4588	114675.000	35.535	35.546	776954.733	3705608.155	316.027g	2.50	-2.50
4589	114700.000	35.558	35.652	776948.506	3705583.943	316.027g	2.50	-2.50
4590	114725.000	35.628	35.788	776942.279	3705559.731	316.027g	2.50	-2.50
4591	114750.000	35.781	35.947	776936.080	3705535.512	315.872g	2.50	-2.50
4592	114775.000	35.903	36.107	776929.930	3705511.280	315.812g	2.50	-2.50
4593	114800.000	35.990	36.268	776923.784	3705487.047	315.812g	2.50	-2.50
4594	114825.000	36.132	36.401	776917.639	3705462.815	315.812g	2.50	-2.50
4595	114850.000	36.136	36.442	776911.493	3705438.582	315.812g	2.50	-2.50
4596	114875.000	36.128	36.391	776905.347	3705414.349	315.812g	2.50	-2.50
4597	114900.000	36.023	36.312	776899.201	3705390.116	315.812g	2.50	-2.50
4598	114925.000	35.918	36.243	776893.056	3705365.883	315.812g	2.50	-2.50
4599	114950.000	35.826	36.182	776886.910	3705341.650	315.812g	2.50	-2.50
4600	114975.000	35.829	36.131	776880.764	3705317.418	315.812g	2.50	-2.50
4601	115000.000	35.764	36.088	776874.619	3705293.185	315.812g	2.50	-2.50
4602	115025.000	35.699	36.054	776868.473	3705268.952	315.812g	2.50	-2.50
4603	115050.000	35.694	36.029	776862.327	3705244.719	315.812g	2.50	-2.50
4604	115075.000	35.700	36.012	776856.181	3705220.486	315.812g	2.50	-2.50
4605	115100.000	35.510	35.999	776850.036	3705196.253	315.812g	2.50	-2.50
4606	115125.000	35.506	35.985	776843.890	3705172.021	315.812g	2.50	-2.50
4607	115150.000	35.527	35.972	776837.744	3705147.788	315.812g	2.50	-2.50
4608	115175.000	35.548	35.960	776831.599	3705123.555	315.812g	2.50	-2.50
4609	115200.000	35.769	35.961	776825.453	3705099.322	315.812g	2.50	-2.50
4610	115225.000	35.416	35.984	776819.307	3705075.089	315.812g	2.50	-2.50
4611	115250.000	35.810	36.008	776813.161	3705050.856	315.812g	2.50	-2.50
4612	115275.000	35.853	36.032	776807.016	3705026.624	315.812g	2.50	-2.50
4613	115300.000	35.981	36.056	776800.870	3705002.391	315.812g	2.50	-2.50
4614	115325.000	35.922	36.080	776794.724	3704978.158	315.812g	2.50	-2.50
4615	115350.000	35.898	36.104	776788.579	3704953.925	315.812g	2.50	-2.50
4616	115375.000	35.750	36.127	776782.433	3704929.692	315.812g	2.50	-2.50
4617	115400.000	35.651	36.151	776776.287	3704905.459	315.812g	2.50	-2.50
4618	115425.000	35.868	36.175	776770.141	3704881.227	315.812g	2.50	-2.50
4619	115450.000	36.017	36.197	776763.996	3704856.994	315.812g	2.50	-2.50
4620	115475.000	35.773	36.194	776757.850	3704832.761	315.812g	2.50	-2.50
4621	115500.000	36.052	36.161	776751.704	3704808.528	315.812g	2.50	-2.50
4622	115525.000	36.335	36.110	776745.559	3704784.295	315.812g	2.50	-2.50
4623	115550.000	36.360	36.058	776739.413	3704760.062	315.812g	2.50	-2.50
4624	115575.000	36.213	36.007	776733.267	3704735.830	315.812g	2.50	-2.50
4625	115600.000	35.922	35.956	776727.121	3704711.597	315.812g	2.50	-2.50
4626	115625.000	35.759	35.905	776720.976	3704687.364	315.812g	2.50	-2.50
4627	115650.000	35.639	35.854	776714.830	3704663.131	315.812g	2.50	-2.50
4628	115675.000	35.477	35.803	776708.684	3704638.898	315.812g	2.50	-2.50
4629	115700.000	35.500	35.752	776702.539	3704614.665	315.812g	2.50	-2.50
4630	115725.000	35.524	35.701	776696.393	3704590.433	315.812g	2.50	-2.50

ANNEX

4631	115750.000	35.280	35.651	776690.247	3704566.200	315.812g	2.50	-2.50
4632	115775.000	35.277	35.600	776684.101	3704541.967	315.812g	2.50	-2.50
4633	115800.000	35.060	35.549	776677.956	3704517.734	315.812g	2.50	-2.50
4634	115825.000	35.097	35.505	776671.810	3704493.501	315.812g	2.50	-2.50
4635	115850.000	35.184	35.541	776665.664	3704469.269	315.812g	2.50	-2.50
4636	115875.000	35.301	35.634	776659.519	3704445.036	315.812g	2.50	-2.50
4637	115900.000	35.551	35.729	776653.373	3704420.803	315.812g	2.50	-2.50
4638	115925.000	35.666	35.823	776647.227	3704396.570	315.812g	2.50	-2.50
4639	115950.000	35.693	35.918	776641.081	3704372.337	315.812g	2.50	-2.50
4640	115975.000	35.878	36.014	776634.936	3704348.104	315.812g	2.50	-2.50
4641	116000.000	36.081	36.110	776628.791	3704323.871	315.740g	2.50	-2.50
4642	116025.000	36.144	36.242	776622.811	3704299.597	315.017g	2.50	-2.50
4643	116050.000	36.436	36.425	776617.107	3704275.257	314.293g	2.50	-2.50
4644	116075.000	36.645	36.612	776611.679	3704250.853	313.570g	2.50	-2.50
4645	116100.000	36.844	36.800	776606.530	3704226.389	312.846g	2.50	-2.50
4646	116125.000	37.042	36.987	776601.658	3704201.869	312.123g	2.50	-2.50
4647	116150.000	37.251	37.175	776597.066	3704177.294	311.399g	2.50	-2.50
4648	116175.000	37.432	37.362	776592.753	3704152.669	310.676g	2.50	-2.50
4649	116200.000	37.555	37.550	776588.720	3704127.997	309.953g	2.50	-2.50
4650	116225.000	37.653	37.738	776584.968	3704103.280	309.229g	2.50	-2.50
4651	116250.000	37.781	37.925	776581.497	3704078.522	308.506g	2.50	-2.50
4652	116275.000	37.891	38.088	776578.308	3704053.727	307.782g	2.50	-2.50
4653	116300.000	37.945	38.151	776575.401	3704028.897	307.059g	2.50	-2.50
4654	116325.000	37.914	38.109	776572.775	3704004.035	306.335g	2.50	-2.50
4655	116350.000	37.721	37.964	776570.433	3703979.145	305.612g	2.50	-2.50
4656	116375.000	37.377	37.741	776568.374	3703954.230	304.889g	2.50	-2.50
4657	116400.000	36.977	37.514	776566.597	3703929.293	304.165g	2.50	-2.50
4658	116425.000	36.928	37.286	776565.105	3703904.338	303.442g	2.50	-2.50
4659	116450.000	36.866	37.059	776563.896	3703879.368	302.718g	2.50	-2.50
4660	116475.000	36.720	36.846	776562.970	3703854.385	301.995g	2.50	-2.50
4661	116500.000	36.422	36.724	776562.206	3703829.396	301.945g	2.50	-2.50
4662	116525.000	36.350	36.701	776561.442	3703804.408	301.945g	2.50	-2.50
4663	116550.000	36.364	36.708	776560.679	3703779.420	301.945g	2.50	-2.50
4664	116575.000	36.509	36.716	776559.915	3703754.431	301.945g	2.50	-2.50
4665	116600.000	36.474	36.725	776559.151	3703729.443	301.945g	2.50	-2.50
4666	116625.000	36.669	36.734	776558.388	3703704.455	301.945g	2.50	-2.50
4667	116650.000	36.619	36.743	776557.624	3703679.466	301.945g	2.50	-2.50
4668	116675.000	36.594	36.753	776556.860	3703654.478	301.945g	2.50	-2.50
4669	116700.000	36.551	36.763	776556.097	3703629.490	301.945g	2.50	-2.50
4670	116725.000	36.605	36.774	776555.333	3703604.501	301.945g	2.50	-2.50
4671	116750.000	36.666	36.785	776554.569	3703579.513	301.945g	2.50	-2.50
4672	116775.000	36.691	36.797	776553.806	3703554.525	301.945g	2.50	-2.50
4673	116800.000	36.708	36.809	776553.042	3703529.536	301.945g	2.50	-2.50
4674	116825.000	36.811	36.823	776552.279	3703504.548	301.945g	2.50	-2.50

ANNEX

4675	116850.000	36.662	36.847	776551.515	3703479.560	301.945g	2.50	-2.50
4676	116875.000	36.649	36.881	776550.751	3703454.571	301.945g	2.50	-2.50
4677	116900.000	36.737	36.918	776549.988	3703429.583	301.945g	2.50	-2.50
4678	116925.000	36.639	36.952	776549.224	3703404.595	301.945g	2.50	-2.50
4679	116950.000	36.754	36.981	776548.460	3703379.606	301.945g	2.50	-2.50
4680	116975.000	36.900	37.006	776547.697	3703354.618	301.945g	2.50	-2.50
4681	117000.000	36.882	37.027	776546.933	3703329.630	301.945g	2.50	-2.50
4682	117025.000	36.864	37.044	776546.169	3703304.641	301.945g	2.50	-2.50
4683	117050.000	36.847	37.056	776545.406	3703279.653	301.945g	2.50	-2.50
4684	117075.000	36.829	37.065	776544.642	3703254.665	301.945g	2.50	-2.50
4685	117100.000	36.699	37.069	776543.878	3703229.676	301.945g	2.50	-2.50
4686	117125.000	36.648	37.070	776543.115	3703204.688	301.945g	2.50	-2.50
4687	117150.000	36.597	37.070	776542.351	3703179.700	301.945g	2.50	-2.50
4688	117175.000	36.854	37.071	776541.587	3703154.711	301.945g	2.50	-2.50
4689	117200.000	36.753	37.072	776540.824	3703129.723	301.945g	2.50	-2.50
4690	117225.000	36.711	37.073	776540.060	3703104.735	301.945g	2.50	-2.50
4691	117250.000	36.807	37.074	776539.296	3703079.746	301.945g	2.50	-2.50
4692	117275.000	36.940	37.075	776538.533	3703054.758	301.945g	2.50	-2.50
4693	117300.000	36.984	37.077	776537.769	3703029.770	301.945g	2.50	-2.50
4694	117325.000	37.047	37.078	776537.005	3703004.781	301.945g	2.50	-2.50
Longue Total	10000							

• VOLUMES TERRASSEMENT PISTE 5.05 :

N° DU PROFIL	ABSCISSE CURVILIGNE	DEBLA SECTION	REMBLAI SECTION	VOLUME DEBLAI	VOLUME REMBLAI	DEBLAI CUMULE	REMBLAI CUMULE
4294	107325.000	19.68	0.00	246.1	0.0	246	0
4295	107350.000	17.31	0.01	432.7	0.2	679	0
4296	107375.000	21.48	0.00	536.9	0.0	1216	0
4297	107400.000	24.15	0.00	603.7	0.0	1819	0
4298	107425.000	20.11	0.04	502.9	1.0	2322	1
4299	107450.000	19.18	0.00	479.6	0.0	2802	1
4300	107475.000	19.30	0.01	482.4	0.2	3284	1
4301	107500.000	17.30	0.14	432.6	3.6	3717	5
4302	107525.000	13.23	0.51	330.7	12.8	4047	18
4303	107550.000	13.98	0.32	349.4	7.9	4397	26
4304	107575.000	14.33	0.30	358.2	7.6	4755	33
4305	107600.000	17.24	0.00	431.1	0.1	5186	33
4306	107625.000	17.59	0.00	439.7	0.0	5626	33
4307	107650.000	18.09	0.00	452.2	0.0	6078	33
4308	107675.000	17.95	0.00	448.8	0.0	6527	33
4309	107700.000	17.84	0.01	445.9	0.2	6973	34
4310	107725.000	16.16	0.17	404.1	4.1	7377	38
4311	107750.000	16.39	0.23	409.7	5.8	7787	43

ANNEX

4312	107775.000	16.84	0.38	421.1	9.5	8208	53
4313	107800.000	16.40	0.40	410.0	10.0	8618	63
4314	107825.000	16.30	0.60	407.4	15.1	9025	78
4315	107850.000	15.96	0.83	399.1	20.8	9424	99
4316	107875.000	14.10	1.51	352.6	37.8	9777	137
4317	107900.000	14.56	1.25	364.0	31.3	10141	168
4318	107925.000	15.48	1.13	387.0	28.2	10528	196
4319	107950.000	15.50	0.73	387.6	18.3	10915	214
4320	107975.000	14.29	1.25	357.3	31.3	11273	246
4321	108000.000	13.15	1.26	328.8	31.6	11601	277
4322	108025.000	13.25	1.33	331.2	33.2	11933	311
4323	108050.000	13.46	1.59	336.4	39.7	12269	350
4324	108075.000	12.94	0.89	323.3	22.2	12592	372
4325	108100.000	13.32	0.42	333.2	10.5	12925	383
4326	108125.000	14.38	0.30	359.8	7.4	13285	390
4327	108150.000	14.54	0.25	363.8	6.2	13649	397
4328	108175.000	14.99	0.26	375.2	6.5	14024	403
4329	108200.000	15.19	0.43	380.2	10.5	14404	414
4330	108225.000	14.88	0.53	372.6	13.0	14777	427
4331	108250.000	15.49	0.21	387.7	5.1	15165	432
4332	108275.000	15.49	0.20	387.6	5.0	15552	437
4333	108300.000	6.42	0.17	159.8	4.1	15712	441
4334	108325.000	3.62	0.47	90.2	11.5	15802	452
4335	108350.000	3.00	1.11	74.8	27.5	15877	480
4336	108375.000	3.03	1.03	75.7	25.7	15953	506
4337	108400.000	1.86	1.85	46.5	46.1	15999	552
4338	108425.000	1.39	2.41	34.8	60.1	16034	612
4339	108450.000	1.18	2.72	29.4	67.9	16063	680
4340	108475.000	1.66	1.64	41.5	41.0	16105	721
4341	108500.000	3.28	0.79	82.1	19.9	16187	741
4342	108525.000	4.39	0.69	109.7	17.3	16297	758
4343	108550.000	4.41	1.81	110.2	45.3	16407	803
4344	108575.000	2.02	3.24	50.6	81.0	16458	884
4345	108600.000	2.31	1.99	57.8	49.8	16515	934
4346	108625.000	3.01	0.61	75.3	15.2	16591	949
4347	108650.000	2.46	1.32	61.5	33.0	16652	982
4348	108675.000	2.37	2.45	59.1	61.2	16711	1043
4349	108700.000	2.04	2.31	51.0	57.7	16762	1101
4350	108725.000	2.23	1.98	55.8	49.4	16818	1150
4351	108750.000	2.35	1.55	58.6	38.7	16877	1189
4352	108775.000	1.88	1.75	46.9	43.9	16924	1233
4353	108800.000	1.55	1.53	38.8	38.3	16963	1271
4354	108825.000	1.76	2.74	43.9	68.4	17007	1340
4355	108850.000	2.15	2.76	53.7	68.9	17060	1409

ANNEX

4356	108875.000	2.42	2.19	60.5	54.8	17121	1463
4357	108900.000	2.25	2.26	56.3	56.5	17177	1520
4358	108925.000	2.51	1.85	62.8	46.2	17240	1566
4359	108950.000	3.17	1.22	79.3	30.5	17319	1597
4360	108975.000	3.03	1.43	75.8	35.7	17395	1632
4361	109000.000	2.80	1.75	70.1	43.6	17465	1676
4362	109025.000	2.17	2.44	54.2	61.1	17519	1737
4363	109050.000	2.16	2.21	54.1	55.2	17573	1792
4364	109075.000	2.47	1.76	61.6	44.0	17635	1836
4365	109100.000	2.74	1.26	68.5	31.4	17703	1868
4366	109125.000	3.07	1.01	76.8	25.3	17780	1893
4367	109150.000	3.26	2.37	81.4	59.2	17862	1952
4368	109175.000	1.71	4.91	42.8	122.7	17904	2075
4369	109200.000	2.25	4.10	56.2	102.6	17961	2177
4370	109225.000	2.83	2.76	70.8	69.1	18031	2247
4371	109250.000	3.40	1.55	85.0	38.6	18116	2285
4372	109275.000	3.10	1.69	77.5	42.2	18194	2327
4373	109300.000	2.54	2.11	63.5	52.7	18257	2380
4374	109325.000	2.05	2.32	51.3	58.0	18309	2438
4375	109350.000	3.04	2.35	76.0	58.9	18385	2497
4376	109375.000	3.65	3.43	91.3	85.8	18476	2583
4377	109400.000	3.11	3.21	77.7	80.3	18554	2663
4378	109425.000	2.82	2.15	70.5	53.7	18624	2717
4379	109450.000	3.24	1.27	80.9	31.8	18705	2749
4380	109475.000	4.00	0.84	100.1	20.9	18805	2769
4381	109500.000	3.96	0.77	99.0	19.3	18904	2789
4382	109525.000	4.27	0.63	106.6	15.8	19011	2805
4383	109550.000	3.91	0.66	97.6	16.6	19108	2821
4384	109575.000	3.51	0.52	87.9	13.0	19196	2834
4385	109600.000	3.98	0.31	99.5	7.7	19296	2842
4386	109625.000	4.22	0.30	105.4	7.6	19401	2849
4387	109650.000	7.36	0.05	183.9	1.3	19585	2851
4388	109675.000	7.58	0.04	189.6	1.0	19775	2852
4389	109700.000	6.99	0.06	174.7	1.6	19949	2853
4390	109725.000	5.40	0.16	135.0	3.9	20084	2857
4391	109750.000	5.20	0.10	130.0	2.5	20214	2860
4392	109775.000	5.34	0.11	133.4	2.6	20348	2862
4393	109800.000	5.74	0.10	143.4	2.5	20491	2865
4394	109825.000	6.64	0.07	165.9	1.8	20657	2867
4395	109850.000	7.52	0.05	187.9	1.4	20845	2868
4396	109875.000	7.32	0.03	183.1	0.7	21028	2869
4397	109900.000	9.43	0.00	235.6	0.1	21264	2869
4398	109925.000	9.45	0.00	236.2	0.1	21500	2869
4399	109950.000	9.92	0.00	247.9	0.0	21748	2869

ANNEX

4400	109975.000	11.08	0.00	277.0	0.0	22025	2869
4401	110000.000	9.29	0.00	232.3	0.1	22257	2869
4402	110025.000	7.63	0.04	190.7	0.9	22448	2870
4403	110050.000	7.81	0.02	195.1	0.4	22643	2870
4404	110075.000	6.02	0.04	150.6	1.1	22794	2871
4405	110100.000	6.14	0.06	153.6	1.4	22947	2873
4406	110125.000	5.89	0.08	147.3	2.0	23094	2875
4407	110150.000	5.58	0.10	139.5	2.4	23234	2877
4408	110175.000	5.22	0.12	130.5	2.9	23364	2880
4409	110200.000	4.82	0.14	120.5	3.5	23485	2884
4410	110225.000	6.47	0.04	161.6	1.1	23647	2885
4411	110250.000	7.87	0.02	196.8	0.5	23843	2885
4412	110275.000	8.69	0.02	217.1	0.4	24061	2886
4413	110300.000	7.87	0.04	196.7	0.9	24257	2886
4414	110325.000	6.89	0.06	172.2	1.4	24430	2888
4415	110350.000	6.08	0.07	151.9	1.7	24581	2890
4416	110375.000	8.00	0.01	200.0	0.3	24781	2890
4417	110400.000	6.96	0.04	174.1	1.1	24956	2891
4418	110425.000	4.58	0.32	114.6	8.1	25070	2899
4419	110450.000	1.86	0.95	46.4	23.6	25117	2923
4420	110475.000	0.90	1.07	22.4	26.8	25139	2949
4421	110500.000	0.55	2.21	13.8	55.2	25153	3005
4422	110525.000	1.07	2.76	26.7	69.0	25179	3074
4423	110550.000	1.99	2.01	49.8	50.3	25229	3124
4424	110575.000	2.26	1.38	56.6	34.4	25286	3158
4425	110600.000	0.36	1.51	9.1	37.9	25295	3196
4426	110625.000	0.53	1.37	13.3	34.1	25308	3230
4427	110650.000	0.83	1.09	20.8	27.3	25329	3258
4428	110675.000	3.24	0.53	81.1	13.2	25410	3271
4429	110700.000	6.86	0.09	171.6	2.2	25582	3273
4430	110725.000	4.84	0.26	120.9	6.4	25703	3279
4431	110750.000	4.57	0.22	114.2	5.5	25817	3285
4432	110775.000	7.98	0.04	199.5	0.9	26016	3286
4433	110800.000	5.73	0.12	143.3	3.1	26160	3289
4434	110825.000	6.47	0.14	161.6	3.4	26321	3292
4435	110850.000	3.39	0.31	84.7	7.8	26406	3300
4436	110875.000	2.07	0.58	51.7	14.5	26458	3315
4437	110900.000	2.01	0.71	50.3	17.7	26508	3332
4438	110925.000	0.58	0.94	14.5	23.4	26522	3356
4439	110950.000	1.13	1.53	28.4	38.2	26551	3394
4440	110975.000	1.52	1.20	38.0	30.1	26589	3424
4441	111000.000	0.29	0.92	7.3	22.9	26596	3447
4442	111025.000	0.27	1.64	6.9	41.0	26603	3488
4443	111050.000	0.26	4.72	6.6	118.4	26610	3606

ANNEX

4444	111075.000	0.28	4.87	7.1	122.3	26617	3729
4445	111100.000	0.52	3.63	13.1	91.0	26630	3820
4446	111125.000	1.13	2.67	28.3	67.0	26658	3887
4447	111150.000	12.42	1.97	310.0	49.4	26968	3936
4448	111175.000	13.76	1.58	343.5	39.7	27312	3976
4449	111200.000	13.77	1.28	344.0	32.2	27656	4008
4450	111225.000	13.40	1.03	334.9	25.9	27990	4034
4451	111250.000	18.61	0.25	465.2	6.4	28456	4040
4452	111275.000	21.16	0.00	529.0	0.0	28985	4040
4453	111300.000	15.49	0.20	387.4	4.9	29372	4045
4454	111325.000	14.47	0.18	361.9	4.5	29734	4050
4455	111350.000	3.48	0.22	87.1	5.4	29821	4055
4456	111375.000	3.40	0.20	85.0	5.0	29906	4060
4457	111400.000	3.16	0.20	79.0	5.1	29985	4065
4458	111425.000	2.83	0.23	70.8	5.9	30056	4071
4459	111450.000	2.51	0.28	62.8	7.0	30119	4078
4460	111475.000	2.18	0.33	54.4	8.3	30173	4086
4461	111500.000	2.11	0.40	52.7	10.1	30226	4096
4462	111525.000	2.17	0.77	54.2	19.3	30280	4116
4463	111550.000	1.72	2.36	43.0	58.9	30323	4175
4464	111575.000	8.49	0.01	212.3	0.2	30535	4175
4465	111600.000	9.12	0.00	227.9	0.0	30763	4175
4466	111625.000	3.86	0.37	96.5	9.2	30860	4184
4467	111650.000	4.23	0.25	105.6	6.3	30965	4190
4468	111675.000	3.68	0.26	92.0	6.4	31057	4197
4469	111700.000	3.06	0.26	76.6	6.5	31134	4203
4470	111725.000	3.16	0.28	79.1	6.9	31213	4210
4471	111750.000	4.05	0.19	101.4	4.6	31314	4215
4472	111775.000	4.86	0.13	121.6	3.2	31436	4218
4473	111800.000	7.24	0.08	180.9	1.9	31617	4220
4474	111825.000	7.00	0.05	175.1	1.2	31792	4221
4475	111850.000	5.00	0.09	124.9	2.3	31917	4223
4476	111875.000	6.49	0.16	162.1	4.0	32079	4227
4477	111900.000	4.93	0.25	123.2	6.2	32202	4234
4478	111925.000	3.86	0.22	96.6	5.6	32299	4239
4479	111950.000	3.48	0.38	87.1	9.6	32386	4249
4480	111975.000	2.30	0.48	57.6	11.9	32443	4261
4481	112000.000	3.11	0.50	77.8	12.6	32521	4273
4482	112025.000	2.76	0.59	68.9	14.7	32590	4288
4483	112050.000	0.61	1.00	15.3	24.9	32606	4313
4484	112075.000	2.18	0.53	54.4	13.2	32660	4326
4485	112100.000	4.65	0.33	116.1	8.2	32776	4334
4486	112125.000	6.89	0.10	172.2	2.6	32948	4337
4487	112150.000	7.22	0.06	180.5	1.4	33129	4338

ANNEX

4488	112175.000	2.60	0.68	65.1	17.0	33194	4355
4489	112200.000	1.35	0.81	33.7	20.1	33227	4375
4490	112225.000	0.63	0.94	15.7	23.4	33243	4399
4491	112250.000	0.76	1.17	19.1	29.3	33262	4428
4492	112275.000	1.10	0.58	27.6	14.6	33290	4443
4493	112300.000	1.62	0.46	40.5	11.6	33330	4454
4494	112325.000	2.15	0.39	53.9	9.6	33384	4464
4495	112350.000	2.12	0.39	53.0	9.7	33437	4474
4496	112375.000	2.09	0.40	52.3	10.1	33489	4484
4497	112400.000	2.92	0.31	72.9	7.8	33562	4491
4498	112425.000	3.58	0.25	89.5	6.3	33652	4498
4499	112450.000	3.32	0.21	82.9	5.3	33735	4503
4500	112475.000	4.47	0.13	111.9	3.3	33847	4506
4501	112500.000	7.50	0.00	187.5	0.0	34034	4506
4502	112525.000	11.26	0.00	281.4	0.0	34316	4506
4503	112550.000	11.73	0.00	293.2	0.0	34609	4506
4504	112575.000	7.42	0.01	185.4	0.2	34794	4507
4505	112600.000	4.46	0.15	111.5	3.8	34906	4510
4506	112625.000	2.02	0.33	50.5	8.2	34956	4519
4507	112650.000	0.72	0.89	18.0	22.3	34974	4541
4508	112675.000	0.65	1.39	16.3	34.8	34990	4576
4509	112700.000	0.68	1.01	16.9	25.2	35007	4601
4510	112725.000	1.80	0.36	45.1	9.0	35052	4610
4511	112750.000	3.60	0.38	89.9	9.6	35142	4619
4512	112775.000	3.92	0.33	98.0	8.1	35240	4628
4513	112800.000	4.21	0.27	105.3	6.7	35346	4634
4514	112825.000	4.16	0.26	103.9	6.6	35450	4641
4515	112850.000	3.31	0.28	82.7	7.0	35532	4648
4516	112875.000	2.89	0.31	72.3	7.8	35605	4656
4517	112900.000	2.66	0.37	66.4	9.1	35671	4665
4518	112925.000	5.40	0.24	135.0	5.9	35806	4671
4519	112950.000	4.86	0.29	121.4	7.3	35927	4678
4520	112975.000	4.30	0.31	107.4	7.8	36035	4686
4521	113000.000	3.89	0.27	97.0	6.7	36132	4693
4522	113025.000	3.67	0.24	91.4	5.9	36223	4698
4523	113050.000	7.45	0.04	185.5	1.1	36409	4700
4524	113075.000	7.93	0.03	197.2	0.7	36606	4700
4525	113100.000	8.82	0.01	219.2	0.2	36825	4700
4526	113125.000	9.31	0.00	231.5	0.1	37057	4700
4527	113150.000	5.70	0.09	141.8	2.3	37198	4703
4528	113175.000	3.66	0.17	91.2	4.3	37290	4707
4529	113200.000	2.84	0.26	70.8	6.6	37360	4714
4530	113225.000	2.70	0.30	67.4	7.4	37428	4721
4531	113250.000	2.32	0.38	58.0	9.4	37486	4730

ANNEX

4532	113275.000	1.28	0.69	32.1	17.2	37518	4748
4533	113300.000	1.32	1.19	33.0	29.6	37551	4777
4534	113325.000	1.14	2.11	28.4	52.8	37579	4830
4535	113350.000	0.77	2.75	19.3	68.7	37599	4899
4536	113375.000	1.11	2.11	27.7	52.7	37626	4951
4537	113400.000	1.46	1.75	36.4	43.7	37663	4995
4538	113425.000	2.82	0.30	70.5	7.4	37733	5003
4539	113450.000	5.52	0.26	138.1	6.6	37871	5009
4540	113475.000	5.27	0.31	131.7	7.9	38003	5017
4541	113500.000	2.49	0.49	62.4	12.2	38065	5029
4542	113525.000	5.22	0.10	130.4	2.5	38196	5032
4543	113550.000	7.26	0.03	181.6	0.8	38377	5033
4544	113575.000	5.65	0.16	141.3	3.9	38519	5037
4545	113600.000	6.21	0.16	155.3	4.1	38674	5041
4546	113625.000	5.55	0.21	138.8	5.2	38813	5046
4547	113650.000	4.05	0.26	101.2	6.5	38914	5052
4548	113675.000	4.03	0.26	100.6	6.4	39015	5059
4549	113700.000	4.38	0.17	109.6	4.1	39124	5063
4550	113725.000	4.63	0.13	115.6	3.1	39240	5066
4551	113750.000	3.80	0.18	95.1	4.5	39335	5070
4552	113775.000	3.67	0.27	91.8	6.8	39427	5077
4553	113800.000	3.07	0.33	76.7	8.3	39503	5086
4554	113825.000	2.17	0.44	54.3	11.0	39558	5097
4555	113850.000	1.90	0.65	47.4	16.3	39605	5113
4556	113875.000	1.73	0.56	43.2	14.1	39648	5127
4557	113900.000	1.85	0.49	46.2	12.3	39694	5139
4558	113925.000	2.55	0.40	63.7	9.9	39758	5149
4559	113950.000	4.37	0.31	109.1	7.8	39867	5157
4560	113975.000	4.79	0.29	119.7	7.4	39987	5164
4561	114000.000	6.95	0.19	173.8	4.7	40161	5169
4562	114025.000	8.40	0.01	210.1	0.3	40371	5169
4563	114050.000	8.39	0.01	209.7	0.3	40581	5170
4564	114075.000	6.10	0.15	152.6	3.8	40733	5173
4565	114100.000	4.95	0.18	123.9	4.4	40857	5178
4566	114125.000	5.23	0.17	130.6	4.3	40988	5182
4567	114150.000	5.50	0.15	137.6	3.8	41125	5186
4568	114175.000	9.33	0.00	233.3	0.1	41359	5186
4569	114200.000	9.13	0.01	228.3	0.2	41587	5186
4570	114225.000	7.08	0.08	177.0	2.1	41764	5188
4571	114250.000	5.99	0.16	149.9	4.0	41914	5192
4572	114275.000	4.98	0.21	124.4	5.1	42038	5198
4573	114300.000	4.60	0.20	115.1	4.9	42153	5202
4574	114325.000	5.83	0.17	145.8	4.3	42299	5207
4575	114350.000	6.44	0.10	161.1	2.6	42460	5209

ANNEX

4576	114375.000	6.27	0.11	156.7	2.7	42617	5212
4577	114400.000	5.96	0.13	148.9	3.3	42766	5215
4578	114425.000	5.56	0.19	139.1	4.7	42905	5220
4579	114450.000	5.19	0.27	129.7	6.8	43035	5227
4580	114475.000	5.65	0.24	141.2	6.0	43176	5233
4581	114500.000	6.09	0.18	152.1	4.5	43328	5237
4582	114525.000	5.97	0.14	149.2	3.5	43477	5241
4583	114550.000	4.50	0.27	112.5	6.6	43590	5248
4584	114575.000	3.08	0.39	77.0	9.8	43666	5257
4585	114600.000	2.43	0.45	60.8	11.3	43727	5269
4586	114625.000	3.86	0.30	96.4	7.5	43824	5276
4587	114650.000	5.47	0.18	136.6	4.6	43960	5281
4588	114675.000	7.69	0.04	192.3	1.0	44153	5282
4589	114700.000	6.02	0.10	150.6	2.4	44303	5284
4590	114725.000	4.36	0.23	109.1	5.7	44412	5290
4591	114750.000	3.34	0.33	83.5	8.4	44496	5298
4592	114775.000	2.64	0.42	65.9	10.6	44562	5309
4593	114800.000	2.35	0.49	58.8	12.3	44621	5321
4594	114825.000	2.57	0.50	64.3	12.5	44685	5334
4595	114850.000	4.10	0.42	102.5	10.6	44787	5344
4596	114875.000	3.49	0.28	87.3	7.0	44875	5351
4597	114900.000	2.39	0.40	59.8	10.0	44934	5361
4598	114925.000	2.35	0.39	58.7	9.8	44993	5371
4599	114950.000	2.06	0.40	51.6	9.9	45045	5381
4600	114975.000	1.90	0.39	47.5	9.8	45092	5391
4601	115000.000	1.67	0.43	41.8	10.6	45134	5401
4602	115025.000	1.31	0.48	32.8	11.9	45167	5413
4603	115050.000	1.70	0.41	42.5	10.3	45209	5424
4604	115075.000	2.14	0.33	53.4	8.3	45263	5432
4605	115100.000	2.37	0.36	59.3	9.0	45322	5441
4606	115125.000	2.42	0.38	60.4	9.6	45383	5451
4607	115150.000	2.28	0.42	57.1	10.5	45440	5461
4608	115175.000	1.75	0.58	43.8	14.5	45483	5476
4609	115200.000	3.15	0.50	78.7	12.4	45562	5488
4610	115225.000	0.99	0.61	24.8	15.3	45587	5503
4611	115250.000	3.54	0.46	88.5	11.4	45675	5515
4612	115275.000	3.02	0.47	75.5	11.7	45751	5526
4613	115300.000	1.97	0.47	49.4	11.8	45800	5538
4614	115325.000	2.01	0.40	50.4	10.0	45851	5548
4615	115350.000	1.48	0.40	37.0	10.0	45888	5558
4616	115375.000	0.84	0.55	21.0	13.8	45909	5572
4617	115400.000	1.35	0.51	33.7	12.8	45942	5585
4618	115425.000	2.13	0.47	53.3	11.7	45996	5597
4619	115450.000	1.65	0.63	41.2	15.8	46037	5612

ANNEX

4620	115475.000	3.45	0.27	86.1	6.8	46123	5619
4621	115500.000	8.99	0.01	224.8	0.2	46348	5619
4622	115525.000	10.82	0.00	270.5	0.0	46618	5619
4623	115550.000	14.22	0.00	355.5	0.0	46974	5619
4624	115575.000	13.25	0.00	331.4	0.0	47305	5619
4625	115600.000	6.20	0.13	155.1	3.3	47460	5623
4626	115625.000	6.70	0.03	167.5	0.9	47628	5624
4627	115650.000	3.67	0.22	91.7	5.6	47719	5629
4628	115675.000	1.56	0.74	39.1	18.6	47758	5648
4629	115700.000	3.12	0.48	78.1	11.9	47836	5660
4630	115725.000	4.50	0.31	112.6	7.6	47949	5667
4631	115750.000	3.78	0.29	94.6	7.4	48044	5675
4632	115775.000	4.23	0.32	105.6	7.9	48149	5683
4633	115800.000	2.83	0.34	70.7	8.5	48220	5691
4634	115825.000	3.82	0.23	95.4	5.7	48315	5697
4635	115850.000	3.72	0.19	93.1	4.7	48408	5701
4636	115875.000	2.89	0.20	72.1	5.0	48481	5706
4637	115900.000	2.75	0.21	68.7	5.3	48549	5712
4638	115925.000	3.05	0.25	76.3	6.3	48626	5718
4639	115950.000	3.57	0.22	89.1	5.5	48715	5724
4640	115975.000	4.13	0.16	103.2	4.0	48818	5728
4641	116000.000	4.82	0.11	120.6	2.7	48939	5730
4642	116025.000	5.04	0.10	126.4	2.6	49065	5733
4643	116050.000	5.33	0.12	133.4	3.1	49198	5736
4644	116075.000	5.43	0.25	135.9	6.3	49334	5742
4645	116100.000	14.75	0.27	368.5	6.9	49703	5749
4646	116125.000	15.39	0.34	384.7	8.5	50087	5758
4647	116150.000	17.20	0.12	430.1	3.0	50518	5761
4648	116175.000	18.65	0.15	466.6	3.8	50984	5764
4649	116200.000	17.11	0.26	428.1	6.5	51412	5771
4650	116225.000	16.86	0.14	422.0	3.4	51834	5774
4651	116250.000	5.60	0.12	139.7	3.0	51974	5777
4652	116275.000	5.64	0.12	140.8	3.0	52115	5780
4653	116300.000	5.92	0.09	147.8	2.2	52262	5782
4654	116325.000	6.59	0.05	164.4	1.3	52427	5784
4655	116350.000	4.01	0.47	100.1	11.8	52527	5796
4656	116375.000	2.37	0.81	59.3	20.1	52586	5816
4657	116400.000	0.83	3.81	20.8	94.9	52607	5911
4658	116425.000	0.73	0.66	18.2	16.4	52625	5927
4659	116450.000	8.52	0.03	212.4	0.7	52838	5928
4660	116475.000	4.58	0.15	114.3	3.6	52952	5931
4661	116500.000	1.75	0.45	43.8	11.3	52996	5943
4662	116525.000	2.61	0.30	65.2	7.5	53061	5950
4663	116550.000	4.01	0.13	100.2	3.4	53161	5954

ANNEX

4664	116575.000	6.34	0.03	158.5	0.6	53320	5954
4665	116600.000	7.62	0.06	190.5	1.5	53510	5956
4666	116625.000	7.12	0.06	178.1	1.5	53688	5957
4667	116650.000	5.97	0.06	149.3	1.4	53837	5959
4668	116675.000	5.65	0.06	141.1	1.6	53979	5960
4669	116700.000	5.82	0.07	145.5	1.8	54124	5962
4670	116725.000	4.32	0.22	108.1	5.6	54232	5968
4671	116750.000	4.25	0.24	106.2	6.0	54338	5974
4672	116775.000	5.23	0.46	130.8	11.6	54469	5985
4673	116800.000	7.76	0.01	194.0	0.2	54663	5985
4674	116825.000	9.26	0.01	231.5	0.2	54895	5986
4675	116850.000	5.34	0.09	133.6	2.3	55028	5988
4676	116875.000	4.11	0.12	102.8	3.0	55131	5991
4677	116900.000	3.99	0.22	99.6	5.5	55231	5996
4678	116925.000	5.06	0.18	126.6	4.6	55357	6001
4679	116950.000	6.13	0.18	153.3	4.5	55510	6005
4680	116975.000	6.27	0.16	156.7	4.0	55667	6009
4681	117000.000	5.85	0.20	146.1	4.9	55813	6014
4682	117025.000	5.47	0.23	136.7	5.8	55950	6020
4683	117050.000	5.13	0.27	128.2	6.6	56078	6027
4684	117075.000	4.83	0.30	120.8	7.4	56199	6034
4685	117100.000	1.40	0.49	34.9	12.2	56234	6046
4686	117125.000	1.37	0.52	34.3	12.9	56268	6059
4687	117150.000	1.30	0.55	32.6	13.6	56301	6073
4688	117175.000	5.78	0.19	144.4	4.7	56445	6078
4689	117200.000	6.55	0.12	163.7	3.1	56609	6081
4690	117225.000	5.56	0.11	138.9	2.7	56748	6083
4691	117250.000	4.38	0.13	109.5	3.2	56857	6087
4692	117275.000	3.64	0.21	90.9	5.2	56948	6092
4693	117300.000	3.30	0.35	82.6	8.6	57031	6100
4694	117325.000	8.12	0.01	203.1	0.3	57234	6101
					57234	6101	

