

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme
D'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics*

Thème

**Etude en APS et APD du
CC sur 11 km avec conception
d'un carrefour**

Proposé par : D.T.P

Présenté par :
ARIBI SAMIR

METARFI RAMZI

Encadré par :
Mr. TAHHI NASSER EDDINE

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

والصلاة والسلام على اشرف المرسلين محمد بن عبد الله خاتم الأنبياء والمرسلين
اهدي هذا العمل المتواضع..
إلى التي تعبت وربت وسهرت الليالي إلى أعلى شيء في الوجود
في هذه الدنيا بعد الله ورسوله.
إلى أمي الحبيبة.
أسأل الله أن يطيل عمرها لكي أرى جزءاً من خيرها

(-جهد-رتيبة-سليمة- - - - مير- - - - زهراء- -
نضيرة-)

إلى كل الأهل والأقارب وإلى كل من ارتبط إسمي بهم

- - - - وليد- - - - هشام- - - - محمد
والى رفيق الدرب - **عريبي سمير**-
اشكر من أمدني بيد
” تاحي نصر الدين“
يوفقه و يجزيه

وإلى كل طلبة المدرسة الوطنية العليا العمومية وخص بالذكر دفعة السنة الخامسة-2012

أخوكم مطرفي رمزي



DEDICACE DEDICACE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Je dédie ce modeste travail à :

- *Mon père et ma mère qui m'ont toujours soutenus durant toutes les périodes de vie, que dieu le tout puissant les protègent et les gardent.*
- *Mes frères (KALED-ANTER- BILAL- MOUHAMED-CHAIMA ET SALSABOULA)*
- *Toute ma famille sans aucune exception.*
- *Mon ami et binôme M^{ED} RAMZI*
- *A tous mes amis .surtout (KHLLED –DJMAI- AISSAM-HAMZA-HAMZA HAMZA-YOUSAF- LHARACHI-SADDAM)*
- *A Notre encadreur Mr :TAHHI .*
- *A tous les Ingénieurs du ENSTP.*
- *A toute la promotion 2012.*
- *Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*
- *A Ma future femme.*

Mr : SAMIR ARIBI

<u>CHAPITRE</u>	<u>PAGE</u>
INTRODUCTION	1
Chapitre 1 PHASE APS	
1.introduction	2
2-Présentation des variantes	3
3.Comparaison entre les variantes	4
4.Conclusion	4
Chapitre 2 PRESENTATION DE PROJET	
1. Préface	5
1-1.M.SILA ville Algérie.....	5
1-2.Brève histoire de la ville.....	5
1-3.Situation géographique.....	6
2. Identification de projet.....	6
3.Découverte de la ville de M'Sila.....	7
Chapitre 3 ETUDE DU TRAFIC	
1-Introduction.....	8
2-Analyse de trafic.....	8
3-Différents types des trafics.....	9
4. Modèles de présentation de trafic	9
5- Calcul de la capacité.....	10
6- Application au projet	13
Chapitre 4 DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	
1-Introduction	15
2-La chaussée.....	15
3- Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée	18
4-Les principales méthodes de dimensionnement	19
5-Application au projet	23
6- Résumé	31
Chapitre 5 TRACE EN PLAN	
1- Les études de tracé	32
2- Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes	33
3- L'esprit de la conception géométrique routière	34
4- Exemple de calcul	41
Chapitre 6 PROFIL EN LONG	
1-Courbes de niveaux.....	46
2-Le profil en long	47
3-Eléments de composition du profil en long.....	48
4-Exemples de calcul.....	50
Chapitre 7 PROFIL EN TRAVERS	
1-Le profil en travers.....	54
2-Types Profil en travers.....	54
2-1-Profil en travers type (profil normal).....	54
2-2-Le profil en travers courant.....	56

Chapitre 8 GEOTECHNIQU

1-Introduction	57
2- Utilité de l'étude géotechnique	57
3- Les différents essais en laboratoire	57
4- Objectifs	58
5- Les essais d'identification.....	58
6-Les essais in situ	59
7- Conditions d'utilisation des sols en Remblais	60
8-Les Moyens de Reconnaissance	60

Chapitre 9 CUBATURES

1-Définition	61
2- cubature des terres	61
3- mouvement des terres.....	64
4- le foisonnement d'un sol	64

Chapitre 10 ASSAINISSEMENT

1.Etude hydrologique	65
2.L'Assainissement.....	65
3.La notion "source"	66
5.Dimensionnement des fossés.....	66
6.Dimensionnement des buses.....	71

Chapitre 11 IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

1-Introduction	73
2-Définition d'une étude d'impact	73
3-objectifs et utilités d'une étude d'impact sur l'environnement.....	73
4-Analyse de l'état initial	74
5-Impact des routes sur l'environnement	75
6-Évaluation des impacts	75
7-Identification et description des impacts	75
8-les mesures prises pour minimiser les impacts	78
9-Conclusion	80

Chapitre 12 CONCEPTION DU CARRREFOUR

1- Généralités	81
2- types de carrefours	81
3- Eléments de base pour l'aménagement des carrefours	82
4- Principes généraux de l'aménagement des carrefours	82
5- Application au projet	83

Chapitre 13 SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1-Caractéristiques générales des signaux verticaux et du marquage peints sur la route.....	84
2- Règle a respecté pour la signalisation.....	84
3- Type de signalisation	84
4- Application au projet.....	87
5- éclairage.....	89

Chapitre 14 DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Conclusion générale.....	93
---------------------------------	-----------

Bibliographie

Les Annexe

Introduction

A la fin du cycle de formation d'ingénieur d'état en travaux publics, les élèves ingénieurs passent un stage de trois mois de durée qui permettra d'évaluer et mettre en pratique leurs connaissances et de les synthétiser en pratique sur terrain.

Au cours de ce stage, et pour que l'élève ingénieur s'adapte avec les différentes étapes de l'étude d'un projet, l'école lui offre l'occasion d'étudier un projet réel qui lui demande beaucoup d'efforts afin de présenter un meilleur travail.

Parmi les différents domaines de travaux publics; on a choisi un projet routier «**Etude en APS et l'APD du CC sur 11 km** » portant de notre confiance qu'un développement d'un pays ne pourra être sans le développement des infrastructures des transports qui est facteur générateur du développement économique et social.

1.introduction :

La phase APS, c'est l'étape qui suit la phase préliminaire, dans le cas où cette dernière est prévue, elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de carte d'état major, de topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :

Les contraintes remarquées sur le site.

L'aspect économique du projet.

Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).

Comparaison des impacts sur l'environnement.

Enfin, après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

2-Présentation des variantes :

- **Variante (1) :**

Longueur total de tracé : **10560.158m**

Volume de déblai : **2985 m³**

Volume de remblai : **81397.3 m³**



Présentation de variant (1)

- **Variante (2) :**

Longueur total de tracé : **10881.324m**

Volume de déblai : **3401 m³**

Volume de remblai : **68635 m³**



Présentation de variant (2)

3.Comparaison entre les variantes :

	V ₁	V ₂	comparaison
Longueur total de tracé(m)	10560.158	10881.324	V₁<V₂
Volume de déblai (m ³)	2985	3401	V₁≈V₂
Volume de remblai (m ³)	81379.3	68635	V₁≈V₂

4.Conclusion :

L'analyse comparative des deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°1 qui présente les critères économiques les plus avantageuses .

1. Préface :

1.1. M.SILA ville Algérie :

M'sila, nom venant probablement de l'arabe Massil El Maa qui signifie écoulement d'eau, est une ville d'Algérie située à 248 km au sud-est d'Alger.

D'une superficie de 18.175km². La population de la wilaya est de 956 519 habitants.

Limitée par les wilayas de Bouira, Bordj-Bou-Argeridj, Batna, Sétif, Médéa, Djelfa et Biskra. Limitée par Bouira et Bordj Bou-Argeridj au Nord, Batna à l'Est, Médéa et Djelfa à l'Ouest et enfin Biskra au Sud.

20% de la superficie de la région est consacrée à l'agriculture notamment à la céréaliculture, l'arboriculture et le maraîchage. La steppe est prédominante qui représente 1 200 000 ha de la wilaya.

La wilaya de M'sila compte de nombreux sites touristiques et la ville de Bou-Saâda est celle qui attire le plus de touristes étrangers pour ses dunes, ses palmeraies, sa vieille Médina, le tombeau de Nasreddine Dinet, le vieux Ksar, le Fort Cavignac, le moulin Ferrero, le Souk de l'artisanat et la Zaouïa d'El Hamel.

On y trouve également la Kalâa des Béni Hammad à Maadid, les ruines romaines de Khoubana et de M'cif, les gisements de peintures rupestres et les tracés de dessins préhistoriques de Sidi Ameer et de Ben S'Rour.

Les sources thermales de Belaribi et de Hammam Delaâ sont connues par leurs effets bénéfiques contre le rhumatisme, les maladies gynécologiques et de la peau.

L'artisanat y est très développé comme la tapisserie, la poterie, les vanneries et la céramique.

C'est aussi une région attachante, par ses paysages contrastés, la chaleur humaine de sa population et des spécialités culinaires incontournables.

1.2. Brève histoire de la ville :

En 1007, Hammad Ibn Bologhine, adjoint des Zirides pour le Maghreb Central, obtint de ceux-ci la faveur de se construire une capitale. Elle fut construite en deux ans, d'après Ibn Khaldoun, et est embellie par les successeurs du fondateur de la dynastie Hammadide, En-Naceur et El-Mansour. En 1152, elle est détruite par les Almohades dirigés par Abd al-Mumin (Almohades) et seuls cinq palais (dont les Palais des Emirs et le Palais du Manar) et une grande mosquée témoignent de la splendeur passée de la ville.

Une mosaïque datant du III^e siècle a été découverte lors de travaux de construction dans la mechta d'Ouled Sidi Yahia, commune de Dehahna. De 6,18 mètres de long et 4,4 mètres de large, la mosaïque, œuvre d'artistes de l'empire romain, représente une

scène de chasse de sangliers. Elle est entourée de deux cadres ornementaux : le premier en forme de cercles entrecoupés et le second composé de motifs végétaux. La scène de chasse occupe, à elle seule, un rectangle de 2,4 mètres de long et de 92 centimètres de large. Une partie de la mosaïque est complètement détruite. Cette découverte historique a été faite lors des travaux de réalisation des fondations d'une salle de soins par l'APC de Dehahna.

1.3. Situation géographique :

M'Sila est un centre commercial et agricole situé dans une plaine de 500 mètres d'altitude, entre le Chott Hodna et les monts du Hodna.

Nous découvrons alors la Kalaa des Béni Hammad.

Le site est celui d'un plateau défensif dominant la plaine, l'intérêt de la position n'échappa pas aux Romains (on a mis au jour une mosaïque représentant le triomphe d'Amphitrite).



2. Identification du projet :

L'étude traitée un tracé neuf que est implanté dans un relief plan avec une sinuosité moyenne, la projection de la route se développe dans un relief plane le projet en étude prend son départ de la CW1 après il se dirige vers RN40

Donc le but de l'étude est construire en route que assure le lien entre les 02 routes.



3. Découverte de la ville de M'Sila :



1. Introduction :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des trafics :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération
- La nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

2. Analyse du trafic :

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires:

- **Comptages manuels**
- **Comptages automatiques**

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

Les enquêtes de type cordon .elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

Les enquêtes qualitatives .elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement....

3. Différents types de trafics :

3.1. Trafic normal :

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

3.2. Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent la même point.

3.3. 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 une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

3.4. Trafics total :

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

4. Modèles de présentation de trafic :

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

De hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence

les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humains.

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

Prolongation de l'évolution passée.

- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

4.1. Prolongation de l'évolution passée :

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

Le trafic T_n à l'année n sera :

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

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

τ : est le taux de croissance

n : nombre d'année

4.2. Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

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

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

4.3. Modèle gravitaire :

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

4.4. Modèle de facteurs croissance :

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

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

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

5. Calcul de la capacité :

5.1. Définition de la capacité :

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

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.

5.2.détermination de nombre de voies :

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance. Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de la, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix de nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 20^{ème} années d'exploitation.

(Quelques définitions du cours route):

Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :

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

T_0, τ, n : sont définies précédemment.

Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine,...)

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif donné par la relation :

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

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Routes	E_1	E_2	E_3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Tableau : Ce tableau nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une **traction** du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$

$\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en UVP/h.

Débit horaire admissible :

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvp/h}) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité

C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Avec : **Valeurs de K_1** :

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Valeurs de K_2 :

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Valeurs de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Calcul le nombre de voies :**- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \geq Q$

-Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport : $S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie

6. application au projet :**Donnée de trafics :**

Le trafic à l'année 2011 $TJMA_{2011} = 2500 \text{ v/j}$

Catégorie des routes : C5.

Environnement : E1.

Taux d'accroissement du trafic $\tau = 4 \%$.

Pourcentage de poids lourds $Z = 25 \%$.

La mise en service de la route 2013

La durée de vie de la route 20 ans.

Calcul de TJMA horizon :

$$TJMA_n = (1+\tau)^n \times TJMA_{2011}$$

$$TJMA_{2013} = (1 + 0.04)^2 \times 2500$$

$$TJMA_{2013} = 2704 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2033} = (1 + 0.04)^{20} \times 2704$$

$$TJMA_{2033} = 5924.79 \text{ v/j}$$

Calcul des trafics effectifs :

$P = 3$ (pour route à deux voies et un environnement : E_1)

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.25) + 3 \times 0.25] \times 5924.797$$

$$T_{\text{eff}} = 8887.195 \text{ uvp/j.}$$

Débit de pointe horaire normal :

$$Q = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$1066.4635Q = 0.12 \times 8888$$

$$Q = 1066.46 \text{ uvp/h}$$

Débit admissible :

$$Q_{\text{adm}} = k_1 \times k_2 \times C_{\text{th}} = 0.75 \times 1 \times 1800$$

donc :

$$Q_{\text{adm}} = 1350 \text{ uvp/h}$$

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

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

$$\Rightarrow Q \leq K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

$$\Rightarrow C_{\text{th}} \geq Q / K_1 \times K_2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Catégorie } C_5 \\ \text{Environnement 1} \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_1 = 0.75 \\ K_2 = 1 \end{array}$$

$$\Rightarrow C_{\text{th}} \geq 1066.4635 / (0.75 \times 1)$$

$$\Rightarrow C_{\text{th}} \geq 1421.9513 \text{ uvp/h}$$

Détermination du nombre de voies :

$$n = (2/3) \times (Q / Q_{\text{adm}})$$

$$n = (2 \times Q) / (3 \times K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} / \text{voie})$$

$$n = (2 \times 381.46) / (3 \times 1 \times 0.75 \times 1800) = 0.5266$$

Donc : n = 1voies par sens

1. Introduction :

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

Le dimensionnement 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 chaussée.

2. La chaussée :

2.1. Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

2.2. Les différents types de chaussée :

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

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

Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

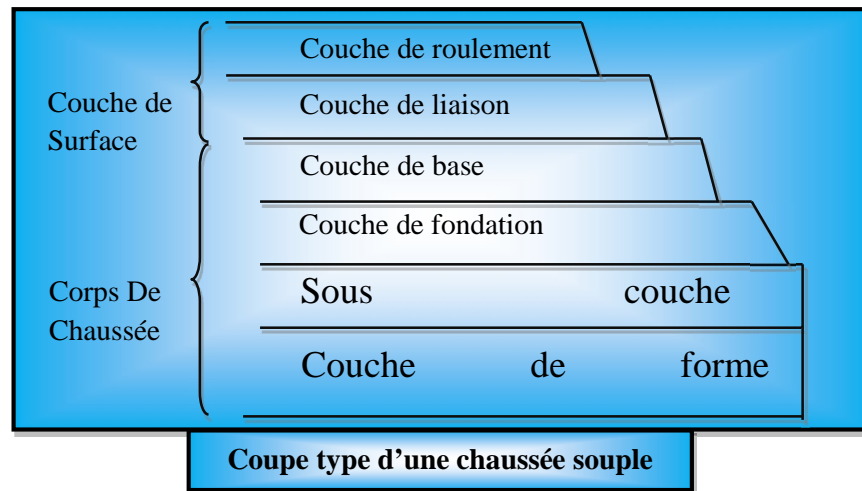
Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm



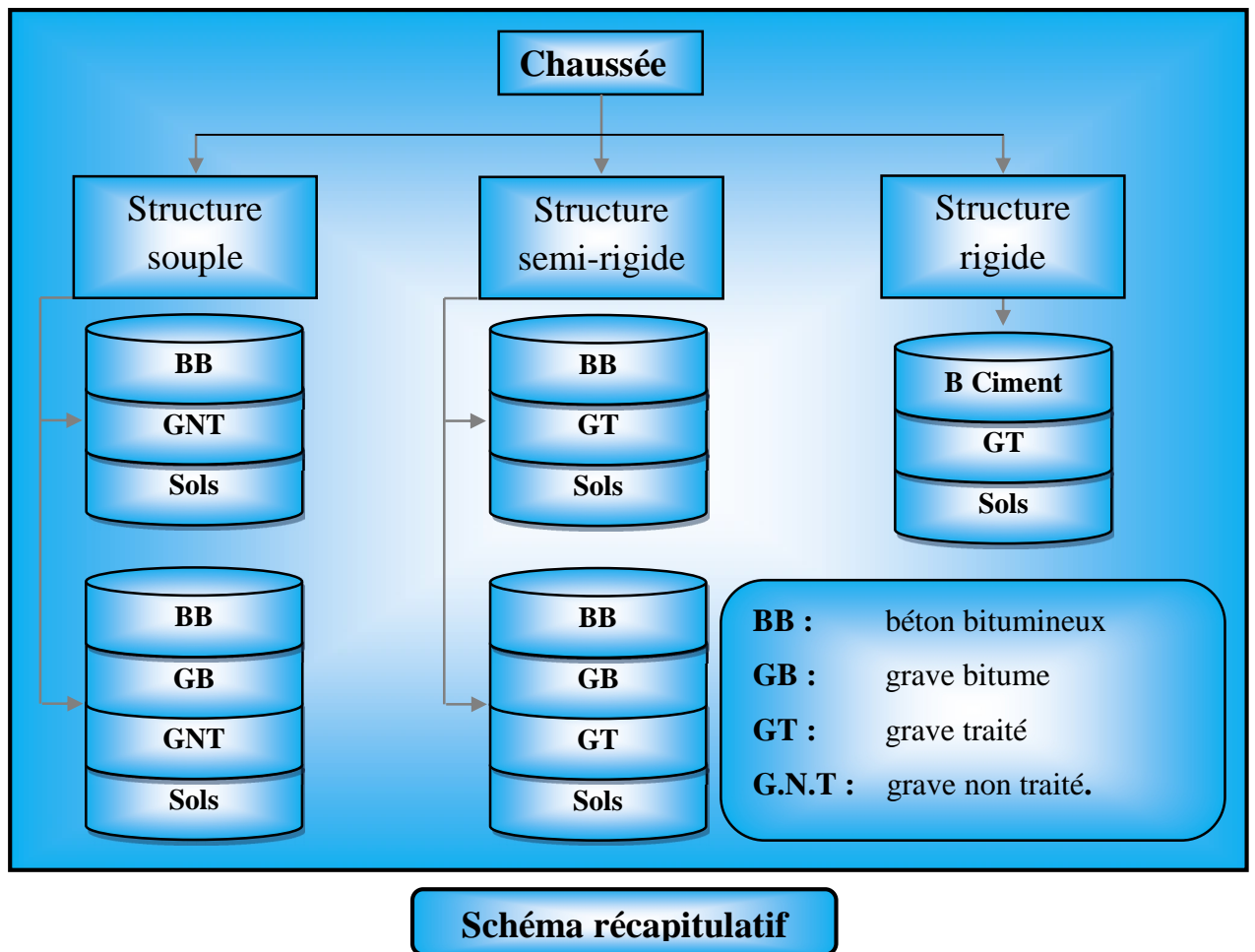
Chaussée semi-rigide :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

3.1. Trafic :

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

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

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

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

$$N = T.A.C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul

$$C = [(1 + r)^p - 1] / r$$

r : Taux de croissance du trafic.

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

3.2. Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

3.3. Le Sol Support :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

3.4. Matériaux :

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

4. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

4.1. 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.

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: 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 (essieu 13 t)

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

Où:

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau -1- : 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
GNT	1
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

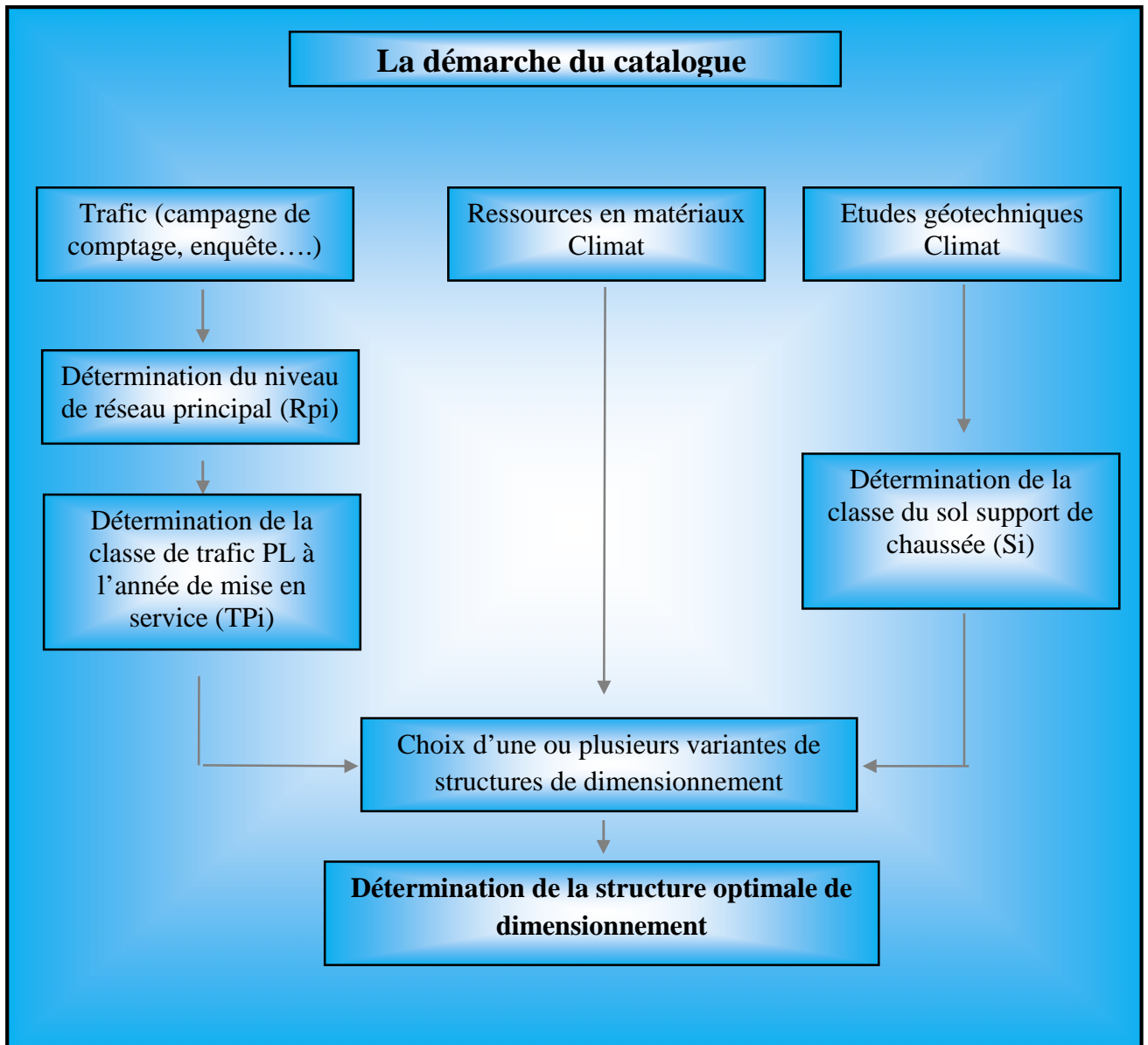
4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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.



5. Application au projet :

5.1. Méthode C.B.R :

Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- $TJMA_{2009}=2500$ v/j
- Mise en service : 2013
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $r = 4$ %
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 25$ %
- $I_{CBR}=10.2\%$

Détermination de N_{PL2033} :

$$\begin{aligned} TJMA_{2013} &= TJMA_{2011} (1 + r)^2 \\ &= 2500 (1 + 0.04)^2 \\ &= 2704 \text{ v/j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{PL2033} &= TJMA_{2013} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + r)^{20} \\ &= 2704 \times 0.5 \times 0.25 \times (1 + 0.04)^{20} \\ &= 741 \text{ PL/j/sens} \end{aligned}$$

Détermination de l'épaisseur équivalente :

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

$$E_{\text{équi}} = \left[100 + \sqrt{13} (75 + 50 \log_{10} (741/10)) \right] / (10.2 + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = 35 \text{ cm}$$

Donc l'épaisseur équivalente : $a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3 = 35 \text{ cm}$

Où

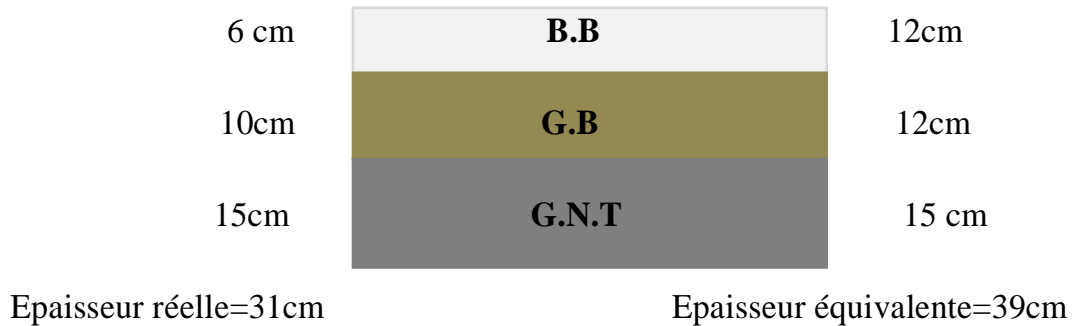
a_i : coefficient d'équivalente des différents matériaux.

On suppose:

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

$$e_3 = 35 - (2 \times 6 + 1,2 \times 10) / 1$$

On prend e_3 **15cm**



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

Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- TJMA2011=2500 v/j
- Mise en service : 2013
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : = 4 %
- Pourcentage de poids lourds : Z = 25 %
- CBR =10.2%.

▪ **Détermination du type de réseaux principaux :**

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

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

$$TJMA_{2011} = 2500 (V/j).$$

2500(V/j) > 1500(V/j) → le réseau principal est RP1.

▪ **Détermination de la classe de trafic :**

Définition du poids lourd :

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

- $TJMA_{2013} = 2704 \text{ v/j}$.
- $Z = 4\%$ et $Z=25\%$.
- $TPL = 2704 \times 0.25 = 676 \text{ PL/j/sens}$.

Répartition transversale du trafic :

En l’absence d’informations précises sur la répartition de poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur suivante :

- chaussée bidirectionnelles à 2voies :50% du trafic PL.

$TPL_{2013} = 676 \text{ (PL/j/sens)}$.

Détermination de la classe de 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 par jour et par sens à l’année de mise en service.

Classe TPL_i pour RP1 :

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

$TPL = 676 \text{ (PL/j/sens)}$. —————> La classe de trafic est TPL₅.

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

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

Portance (S _i)	CBR
S ₄	<5
S ₃	5-10
S ₂	10-25
S ₁	25-40
S ₀	>40

Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

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

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

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

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

$$E \text{ (MPA)} = 5 \times 10.2 = 51 \text{ (MPA)} \longrightarrow S_2.$$

▪ **Choix de différentes couches constitue de la chaussée :**

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

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

Détermination de la zone climatique :

D’après la carte de la zone climatique de l’Algérie

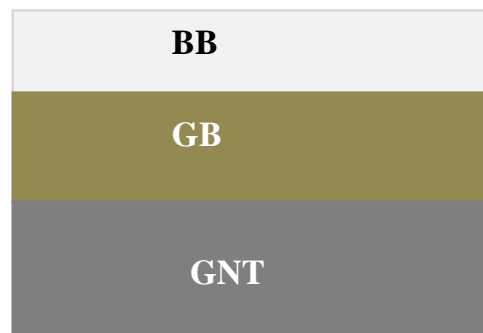
Le projet est à M’SILA (zone climatique II : pluviométrie 600>350mm/an).

Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II, durée de vie de 20 ans, taux d’accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL₅).

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

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB = 20 cm.
- couche de fondation : GNT = 30 cm.



2 RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1) GB/GNT
FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE

Type : MTB
 Zone climatique : I et II
 Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7				
3000 TPL6				
1500 TPL5				
600 TPL4				
300 TPL3				

Si : Classe de sol support, TPLi : Classe de trafic PL/jour/sens
 BB : Béton bitumineux, GB : Grave bitume (0/20), GNT : Grave non traitée
 Epaisseurs de mise en œuvre : GB (min = 10, max = 15), GNT : (min = 15, max = 25)

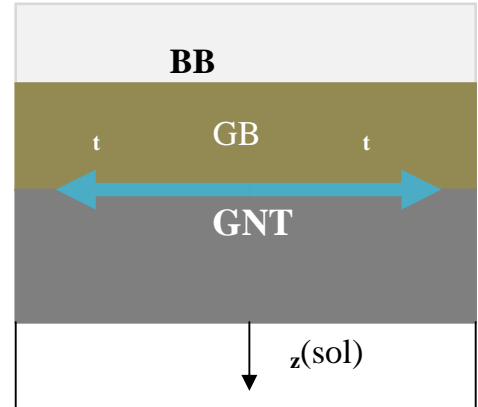
Toutes les épaisseurs sont données en cm

5.3. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

Il faudra vérifier que t_z et t_c calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $t_{z, adm}$ et $t_{c, adm}$.

$$z_{.ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times \frac{TCEi^{.235}}{TCEi^{.235}}$$

$$t_{.ad} = \epsilon(10^{\circ}C, 25Hz) \times Kne \times K \times Kr \times x$$



Calcul de la déformation admissible sur le sol support :

$$z_{.ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

$$TCEi = TPLi \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \times 365 \times A$$

- Coefficient d'agressivité : **A= 0.6**
 Donc **TCEi = 2.20.10⁶ essieux équivalents de 13 tonnes**

$$z_{.ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times (2,2 \times 10^6)^{-0.235} = 710,8 \cdot 10^{-6}$$

Calcul de la déformation admissible t.ad à la base de GB :

$$t_{.ad} = \epsilon(10^{\circ}C, 25Hz) \times Kne \times K \times Kr \times Kc$$

Zone climatique			
Température équivalentes	I et II	III	IV
	20	25	30

Tableau : Choix des températures équivalentes

matériaux	E 30°C, 10Hz	E 25°C, 10Hz	E 20°C, 10Hz	E 10°,10Hz	ϵ 10°C,25 Hz	-1/b	SN	Sh	v	K _C
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Tableau : Performances mécaniques des matériaux bitumineux

- **K θ** : facteur lie à la température.
- **K ne** : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.
- **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.

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEI}{10^6}\right)^b = \left(\frac{2.20.10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.89$$

$$K = \left(\frac{E(10^\circ C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{7000}\right)^{0.5} = 1.34$$

$$K_r = 10^{-tb^\delta}, \quad \text{avec } r=15\%, \text{ d'ou } t = 1.036$$

$$b = -0.146$$

$$= \sqrt{\left(SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2\right)}$$

$$= \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2\right)} = 0.61$$

$$\text{Donc: } K_r = 10^{0.092} = 1.24$$

$$t_{ad} = 100.10^{-6} \times 0.89 \times 1.34 \times 1.24 \times 1.3 = 192.10^{-6}$$

Modélisation :

	Épaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	15GB	7000	0.35
Couche de fondation 2	15GNT	500	0.25
Couche de fondation 1	20 GNT	127.5	0.25
Sol support	sol	51	0.35

Résultats de calcul par Alize III :

```

*
*
pfe 2012
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 5

*****
* * * * *
* Z * * EPSILON T * SIGMAT * EPSILON Z * SIGMA Z *
*****
* .00* * .130E-03C* .107E+02B* -.107E-03C* .662E+01A*
* * E= 40000. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H1= 6.00 * * * * *
* 6.00* * .540E-04C* .579E+01B* -.567E-04C* .588E+01B*
*-----* COLLE-----*
* 6.00* * .540E-04C* .776E+01B* -.592E-04C* .588E+01B*
* * E= 70000. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H2= 15.00 * * * * *
* 21.00* * -.106E-03C* -.990E+01B* .102E-03B* .759E+00B*
*-----* COLLE-----*
* 21.00* * 106E-03C * -.416E+00C* .185E-03B* .759E+00B*
* * E= 5000. * * * * *
* * NU= .25 * * * * *
* * H3= 15.00 * * * * *
* 36.00* * -.155E-03C* -.875E+00C* .145E-03C* .323E+00C*
*-----* COLLE-----*
* 36.00* * -.155E-03C* -.143E+00C* .302E-03C* .323E+00C*
* * E= 1275. * * * * *
* * NU= .25 * * * * *
* * H4= 20.00 * * * * *
* 56.00* * -.155E-03C* -.194E+00C* .220E-03C* .188E+00C*
*-----* COLLE-----*
* 56.00* * -.155E-03C* -.162E-01C* 387E-03C * .188E+00C*
* * E= 510. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H5=INFINI * * * * *
* * * * *

*****
* D * 55.71MM/100 * R*D *
* R * 643.48M * 35845.01M*MM/100 *
*****

MODULES ET CONTRAINTES EN BARS

```

	Déformations admissibles	Déformations calculées
z sol support	$710,8 \cdot 10^{-6}$	$387 \cdot 10^{-6}$
t à la base de GB	$192 \cdot 10^{-6}$	$106 \cdot 10^{-6}$

Résultats de la simulation:

Donc La structure **6BB + 15GB + 35GNT** est donc vérifiée, car :

$$t < t_{ad} \text{ et } z < z_{ad}$$

6. Résumé :

Les deux méthodes de dimensionnement utilisées étant empiriques ce qui explique ces différences et ces distorsions en matière d'épaisseur. Aussi par souci de stabilité et de sauvegardé d'un niveau de service acceptable à long terme (pour toute la durée de service) nous optons pour le dimensionnement obtenu par la méthode de CBR, et cela pour des raisons d'exécutions et d'économies.

Récapitulatif des épaisseurs de corps de chaussée selon les différentes méthodes :

METHODE	
CBR	Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves
6BB + 10GB + 15 GNT	6BB+15GB+35GNT

1. Les études de tracé :

1.1. Définition :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

Le tracé en plan représente la reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressives.

Le tracé est caractérisé par une vitesse de référence ou vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer ou définir toutes les caractéristiques géométriques de la route, le tracé en plan doit être étudié en fonction des données économiques qu'on peut recueillir.

Toutes ces considérations sont à prendre en compte dès le début de l'étude, ce qui conduit à travailler par approches successives.

De ces éléments se dégagent 5 aspects essentiels :

l'aspect Génie civil ou art du volume :

C'est l'intégration dans le milieu naturel d'un volume artificiel (la route). L'art consiste à réaliser des ouvrages équilibrés, stables et dont la pérennité ne saurait être menacée par les éléments extérieurs ou les forces internes.

l'aspect fonctionnel ou art de la surface :

L'art consiste à réaliser des ouvrages dont les caractéristiques géométriques et l'état de la surface assureront l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de confort et de sécurité pour les personnes et les biens transportés.

l'aspect économique ou art du compromis :

L'art consiste à rechercher le projet ayant les caractéristiques les plus larges possibles en grevant le moins le coût - et en veillant à ce que la solution technique ne soit pas sacrifiée à la recherche absolue du moins coûteux.

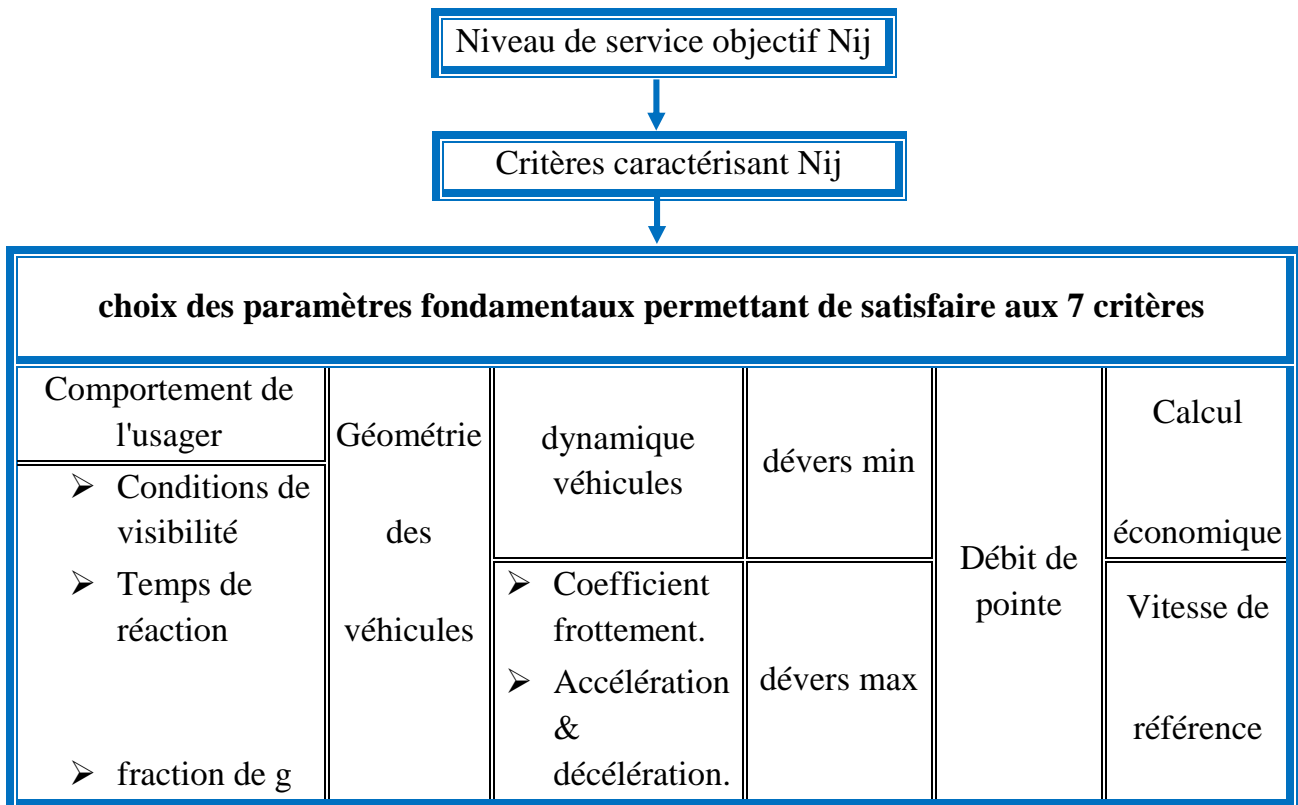
l'aspect environnement ou art de l'ouverture :

En plus de l'usager, le riverain est pris en considération. L'art consiste à prendre en compte l'impact de l'infrastructure sur l'aménagement régional, le respect du cadre de vie, l'intégration au paysage.

l'aspect politique ou art du réalisme :

L'art consiste à exposer les avantages et les inconvénients des différentes solutions pour aider le décideur dans son choix. Le réalisme repose sur la nécessité de bien signaler les inconvénients les plus graves.

2. Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes :



2-1. Distance d'arrêt :

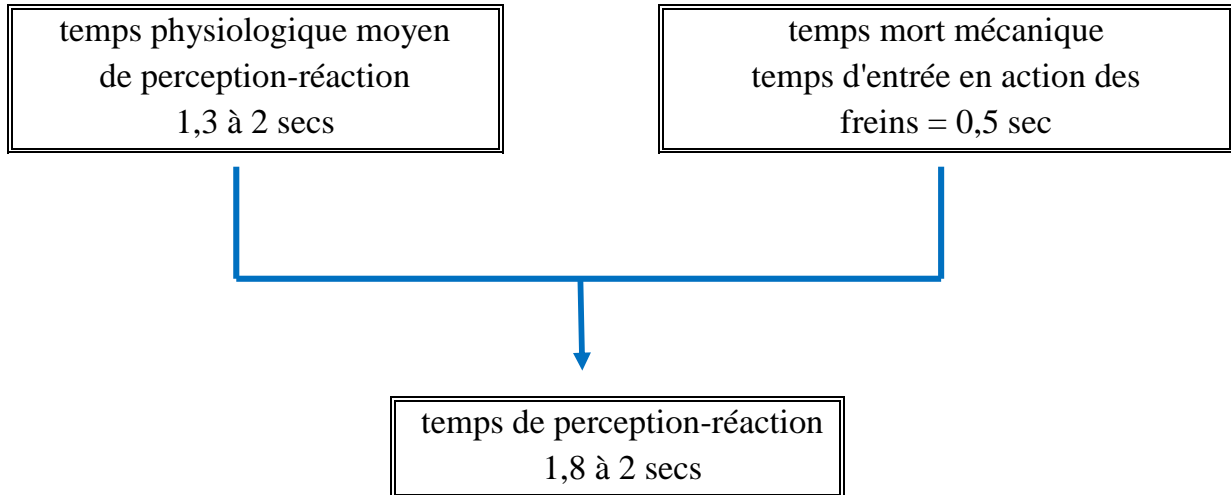
La **distance d'arrêt** d'un véhicule est la distance conventionnelle théorique nécessaire à un véhicule pour s'arrêter compte tenu de sa vitesse.

Cette distance est en réalité le cumul de la **distance de freinage**, distance conventionnelle nécessaire à un véhicule pour passer de sa vitesse initiale à la vitesse nulle,

Et de la **distance de perception-réaction**, distance parcourue par un véhicule à vitesse constante pendant le temps de perception-réaction du conducteur

2-2.Distance de perception-réaction :

- ◆ Je vois un obstacle.
- ◆ J'appuis sur la pédale de frein 1,3 à 1,5 sec plus tard.



2-3.Facteurs influant sur la distance de perception-réaction :

Les facteurs influant sur la distance de perception réaction sont entre autres :

- l'alcool, qui agit directement sur le cerveau, rétrécit le champ visuel, et altère la perception latérale des objets, comme le relief, la profondeur et les distances ;
- les drogues,
- la fatigue,
- toute activité susceptible de réduire l'attention du conducteur (téléphone portable, écoute radio, soucis passagers, etc.).

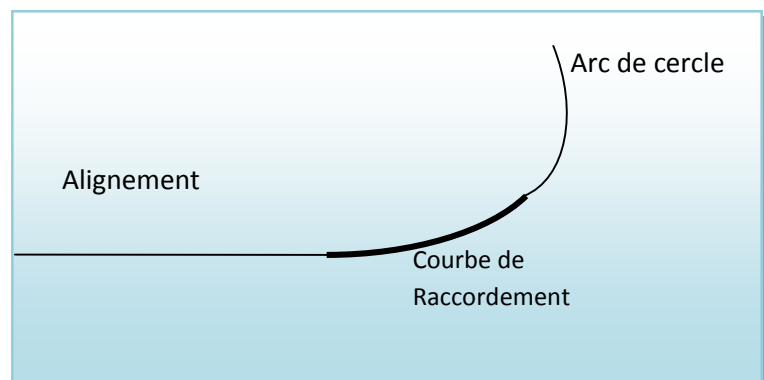
3.L'esprit de la conception géométrique routière :

3-1.Tracé en plan d'une route :

3-1-1.Définitions :

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route.

3-1-2.Le tracé en plan comporte : - des alignements droits - des arcs de cercle - des arcs de courbe à courbure progressive : essentiellement des arcs de clothoïde comme schématisé ci-dessous :



Les alignements droits :

Les alignements droits sont, en premier, définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes).

Ils serviront éventuellement de raccordement entre 2 cercles. Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits, et on limite à 30 % les courbes à courbure progressive telles que les clothoïdes. Bien entendu les contraintes du projet peuvent de fait contraindre à des ratios différents.

⊕ La longueur minimum=celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation. $L_{\min}=v \times t$ avec $t=5$ secondes. **$L_{\min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$**

V_B : Km/h.

⊕ La longueur maximum = celle qui correspond à un chemin parcouru pendant 1 minute à la vitesse v . $L_{\max}=v \times t$ avec $t=60$ secondes **$L_{\max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$**

V_B : Km/h.

Les arcs de cercle :

Ils peuvent correspondre d'emblée à une certaine portion du tracé. Ils servent également éventuellement en association avec des arcs de clothoïde à relier deux alignements droits.

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Le rayon des cercles se trouvera ainsi déterminé par la relation précédente, ainsi :

- Aux points singuliers le dévers prend sa valeur maximale absolue on peut y circuler à la vitesse V_B . Le rayon du cercle est **le rayon minimal absolu R_{Hm}** .

$$R \geq \frac{V_B^2}{127(f_t+d)} \quad \text{Pour } g = 10 \text{ m/s}^2$$

Le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée

$$R_{\min} = \frac{V_B^2}{127(f_t+d)} \quad \text{Pour } g = 10 \text{ m/s}^2$$

- Pour l'ensemble du tracé en dehors des zones correspondant aux points singuliers, le dévers ne peut atteindre que sa valeur normale, on peut y circuler à la vitesse $V = V_B + 20$ Le rayon du cercle est le **rayon minimal normal RHn**.

$$RHn = \frac{(V_B + 20)^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

- Pour assurer l'évacuation rapide de l'eau de la surface de la chaussée le dévers de la chaussée est au minimum de 2,5 % (béton bitumineux) ou 2% (béton hydraulique) (voir Profil en travers). Le rayon des cercles où ce dévers doit exister doit être au moins égal au "**rayon; au dévers minimal" RHd**".

$$RHd = \frac{V_B^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

- Si de plus la chaussée, est "non déversée" (dévers inverse de celui nécessité par l'effet des forces centrifuges considérées dans ce cas comme négligeables dans le cas des chaussées situées côté extérieur de la courbe de façon à évacuer les eaux directement à l'extérieur de la plateforme), le rayon du cercle doit être au moins égal au **rayon "non déversé" RHnd**".

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

Les arcs de clothoïde :

Rôles et nécessités de la courbe de raccordement:

- Assurer la stabilité transversale des véhicules ;
- Assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et en particulier dans les zones de variations de devers (condition de gauchissement) ;
- Assurer le confort des usagers ;
- Tracé souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Leurs domaines d'utilisation sont les suivants :

- Ils peuvent constituer d'emblée une partie du tracé.
- Ils servent de raccordement entre deux alignements droits entre deux cercles, entre cercle et alignements droits,
- Ils sont utilisés pour toutes les zones où le dévers doit varier.

La clothoïde est définie par une seule donnée :

1. Soit sa longueur $L=A^2/R$.
2. Soit son paramètre A .

Le choix d'une clothoïde doit respecter les conditions suivantes :

1. **Condition optique :** la clothoïde doit aider à la lisibilité de la route en annonçant doit être 3° pour être perceptible à l'œil.
2. **Condition de confort dynamique :** la condition consiste à limiter pendant le temps de parcours t du raccordement, la variation par unité de temps, de l'accélération transversale.
3. **Condition de gauchissement :** La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

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

3-2.Raccordement entre éléments de tracés :

3-2-1.Raccordement entre alignements droits :

Les alignements droits sont raccordés entre eux par des arcs de cercle, éventuellement associés à des arcs de clothoïde, ou par des arcs de clothoïde seuls.

Le rayon de courbure de l'arc de clothoïde variant avec la longueur d'arc décrit, il peut diminuer jusqu'à atteindre des valeurs nécessitant une variation de dévers : la longueur d'arc de clothoïde doit alors être telle que la variation de dévers ne varie pas plus de 2% par seconde (si on décrit l'arc à la vitesse de référence).

3-2-2.Raccordement entre cercle et alignement droit :

Tous les cercles de rayon inférieur à R_{Hnd} (correspondant aux chaussées "non déversées") sont munis d'arcs de courbe à courbure progressive (clothoïdes) qui font la transition entre arc de cercle à rayon de courbure fini et alignement droit à rayon de courbure infini (confort, dynamique et optique).

La longueur L minimale du raccordement progressif doit permettre une variation de dévers de 2% par seconde : elle dépend à la fois de la vitesse de référence et du rayon du cercle. Tous les cercles de rayon égal ou supérieur à R_{Hnd} peuvent être raccordés directement à un alignement droit s'il n'entraîne pas de variation de dévers.

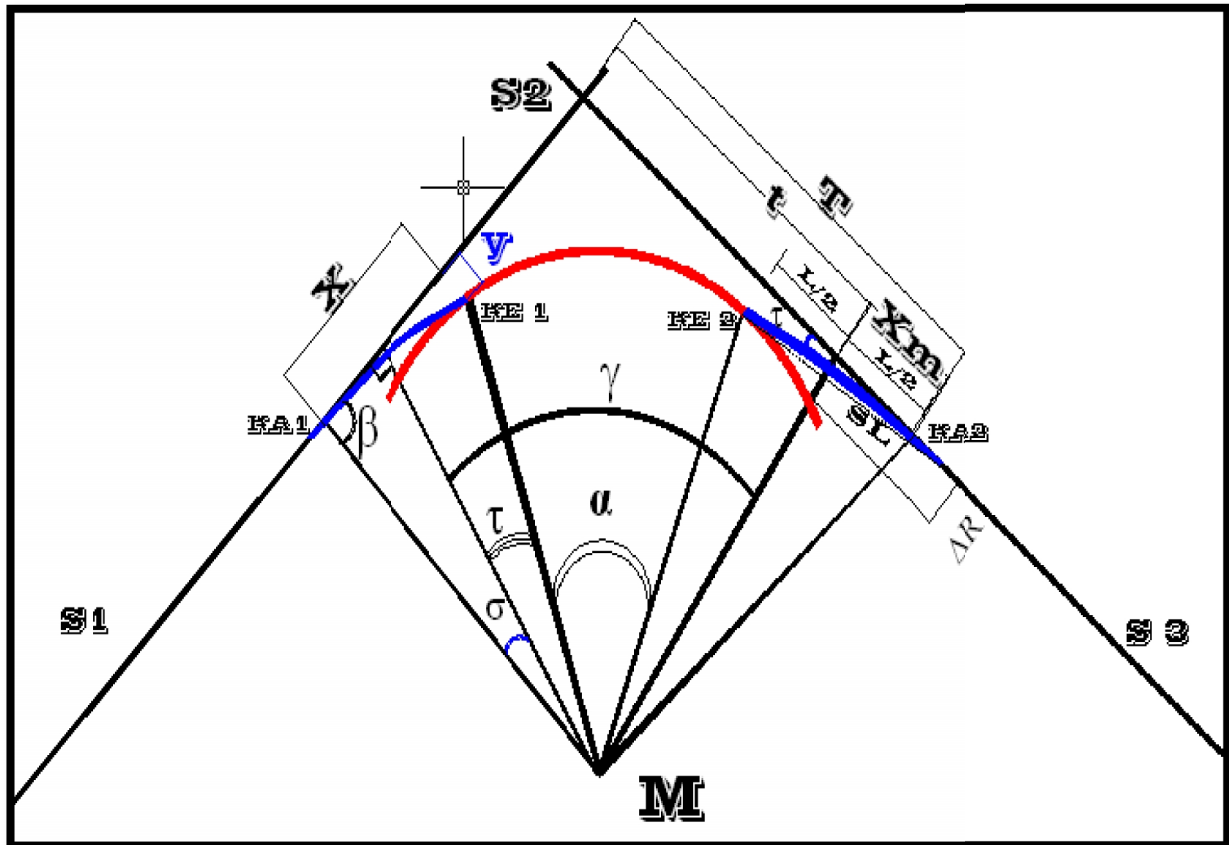
En extrémité d'alignements droits importants (plus de 1 km) et quelle que soit la catégorie, il est recommandé, en tracé neuf, d'éviter des courbes de rayon inférieur à 300 m.

En extrémités d'alignements plus courts (de 500 m à 1 km) on évitera des courbes de rayon inférieur à 300 m.

3-3. Aménagements particuliers du tracé en plan :

On distinguera :

- Les aménagements pour raison de visibilité,
- Les créneaux de dépassements,
- Les élargissements pour les véhicules lents en rampe.



3-4. Élément de la clothoïde :

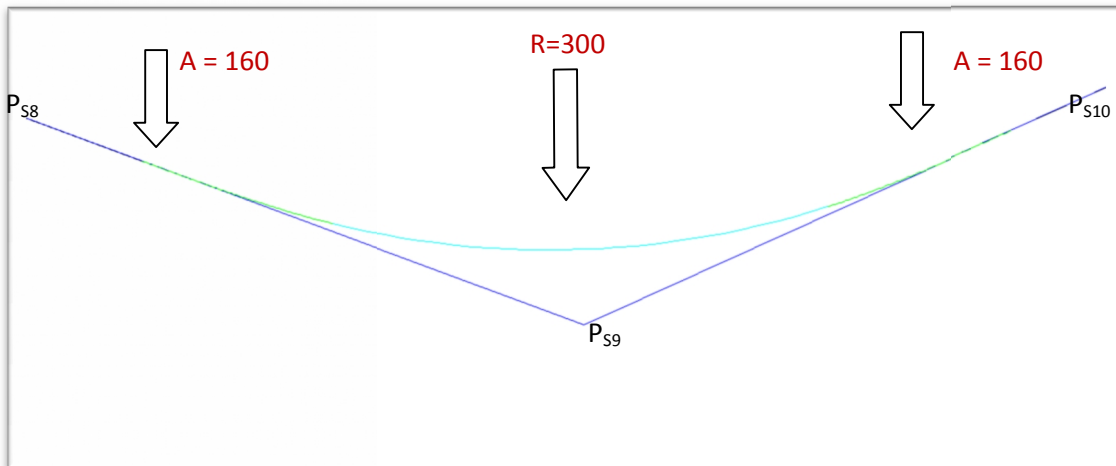
- ◆ **R** : Rayon du cercle.
- ◆ **L** : Longueur de la branche de clothoïde.
- ◆ **A** : Paramètre de la clothoïde.
- ◆ **KA** : origine de la clothoïde.
- ◆ **KE** : extrémité de la clothoïde.
- ◆ **R** : ripage.
- ◆ α : Angle des tangentes.
- ◆ **t** : tangente courte.
- ◆ **T** : tangente longue.
- ◆ **SL** : corde KE –KA.
- ◆ **M** : centre du cercle d'abscisse XM.
- ◆ **Xm** : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.
- ◆ **Ym** : Origine de K_E .

3-5. Paramètres fondamentaux du projet routier :

Paramètres		Catégorie
		C5
A. Indépendants de l'environnement		
1. Manque : œil h_0		1.10m
Obstacle h_1		0.20m
Obstacle h_2		1.20m
2. Profil en travers		2 voies
3. Dévers	Minimal d_{min}	3%
	Maximal d_{max}	9%
	Normal d_{RHn}	6%
B. Dépendants de l'environnement et/ou de la vitesse de base		
E ₁	◆ $V_{VL}-V_{PL}$	80 Km/h
	◆ Temps de réaction	1.8s
	◆ Accélération verticale	g/30
	◆ F_1-F_t	0.43-0.15
	◆ Accélération-décélération	0.95-2.00 m/s ²
	◆ d_0 (longueur de freinage)	65m
	◆ d_1 (longueur d'arrêt)	109m
	◆ d_m (longueur de visibilité de dépassement minimale)	320m 480m
◆ d_N (longueur de visibilité de dépassement normal)	200m	
◆ dMd (longueur de visibilité de manœuvre de dépassement).		
◆ L_{min}	112m	
◆ L_{max}	1333m	
◆ RHm	210m	
◆ RHn	350m	
◆ RHd	800m	
◆ RHnd	1100m	

4. Exemple de calcul :

Pour le cas de notre étude on a choisi notre exemple à partir du 10^{ème} rayon rencontré dans l’itinéraire dont les coordonnées des sommets et le rayon qui sont les suivants:



	X(m)	Y(m)
P_{S8}	98112.951	501645.605
P_{S9}	98294.267	501157.659
P_{S10}	99472.439	500832.729

Avec : Rayon de sommet P_{S9} **R= 300m**

➤ **Caractéristiques de la courbe de raccordement**

Détermination de A : On sait que $A^2 = L \cdot R$

Détermination de L :

1 . Condition de confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où : } 100 \leq A_{\min} \leq 300 \text{ m}$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{Comme } R = 300\text{m} < 1100\text{m} \quad R = 1$$

$$\text{Donc : } L \geq \sqrt{24 \times 300 \times 1} = 84,85\text{m} \dots\dots\dots(1)$$

2 . Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d V_B$$

$\Delta d = ?$

$$\Delta d = d - (-3)$$

$$R = 300 \text{ m} \Rightarrow d = 6,75 \% \Rightarrow \Delta d = 6,75 - (-3) = 9,75 \%$$

$$L = \frac{5}{36} \times 9,75 \times 80 = 108,33 \text{ m} \dots\dots\dots(2)$$

De (1) et (2) on aura: $L \geq 108,33 \text{ m}$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 180,27 \text{ m}$$

On prend: $A = 160 \text{ m}$ $L = A^2/R$ donc :

$$L = 85,33 \text{ m}$$

Calcul de R :

$$R = L^2 / 24R = 85,33^2 / (24 \times 300) = 1,01 \text{ m}$$

$$R = 1,01 \text{ m}$$

Calcul des Gisements :

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$P_{S8} P_{S9} \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{PS9} - X_{PS8}| = 181.316 \\ |\Delta Y| = |Y_{PS9} - Y_{PS8}| = -487.946 \end{array} \right.$$

$$P_{S9} P_{S10} \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{PS10} - X_{PS9}| = 1178.172 \\ |\Delta Y_1| = |Y_{PS10} - Y_{PS9}| = -324.93 \end{array} \right.$$

D'où:

$$G_{PS9}^{PS8} = 100 + \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 177,34 \text{ gra.}$$

$$G_{S10}^{S9} = \arctg \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 117,13 \text{ gra.}$$

Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = | G_{PS9}^{PS8} - G_{PS10}^{PS9} | = 60.21 \text{ gra}$$

$$\gamma = 60.21 \text{ gra}$$

Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{f} = \frac{85.33}{2 \times 300} \times \frac{200}{f}$$

$$\tau = 9,05 \text{ gra}$$

Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 9,05 \text{ gra}$$

$\gamma/2 = 60.21/2 = 30.10$ grades D'où : $\tau < \gamma/2 \Rightarrow$ pas de chevauchement.

Calcul des distances :

$$\overline{P_{S8}P_{S9}} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{181.316^2 + (-487.946)^2} = 520.544 \text{ m}$$

$$\overline{P_{S9}P_{S10}} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{1178.172^2 + (-324.93)^2} = 1222.157 \text{ m}$$

Caractéristiques de la courbe de raccordement :

$$\text{On a: } \frac{L}{R} = \frac{85.33}{300} = 0,28443333$$

Selon les tables de clothoïde, ligne N° 424, page 72, on tire les valeurs suivantes:

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.00336961 \quad \Rightarrow \Delta R = 1.01 \text{ m}$$

$$\frac{X_m}{R} = 0.14212612 \quad \Rightarrow X_m = 42.638 \text{ m}$$

$$\frac{X}{R} = 0.283870252 \quad \Rightarrow X = 85.161 \text{ m}$$

$$\frac{Y}{R} = 0.013465242 \quad \Rightarrow Y = 4.040 \text{ m}$$

$$T = X_m + (R + \Delta R) \text{tg}(\gamma/2) \text{ (m)}$$

$$T = 42.638 + (300 + 1.01) \text{tg}30.10$$

$$T = 196.657 \text{ m}$$

Calcul des Coordonnées S_L :

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

Avec : $S_L = \sqrt{(85.161)^2 + (4.0395)^2} = 85.257 \text{ m}$

Calcul de † :

$$\sigma = \arctg \frac{Y}{X} = \frac{4.040}{85.161} = 3.018 \text{ grades}$$

$\sigma = 3.018\text{gra}$

Calcul de l'arc :

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{[f \cdot R(x - 2†)]}{200}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{[f \cdot 300(60.21 - 2 \times 9.05)]}{200} = 411.70 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = X_{p8} + (\overline{P_8 P_9} - T) \times \sin G_{p9}^{p8} \\ Y_{KA1} = Y_{p8} + (\overline{P_8 P_9} - T) \times \cos G_{p9}^{p8} \end{cases}$$

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = 98112.951 + (520.544 - 196.657) \times \sin (177.34) = 98225.777\text{m} \\ Y_{KA1} = 501645.605 + (520.544 - 196.657) \times \cos (177.34) = 501342.000 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + S_L \times \sin (G_{p9}^{p8} - \sigma) \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + S_L \times \cos (G_{p9}^{p8} - \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = 98253.23 + 85.257 \times \sin (122.64 - 3.018) = 98259.229 \text{ m} \\ Y_{KE1} = 501593.50 + 85.257 \times \cos (122.64 - 3.018) = 501263.58 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = X_{P9} + T \times \sin G_{P10}^{P9} \\ Y_{KA2} = Y_{P9} + T \times \cos G_{P10}^{P9} \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = 98294.267 + 196.657 \sin (117,13) = \mathbf{98483.861 \text{ m}} \\ Y_{KA2} = 501157.659 + 196.657 \times \cos (117,13) = \mathbf{501105.375 \text{ m}} \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - S_L \times \sin (G_{P10}^{P9} + \sigma) \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S_L \times \cos (G_{P10}^{P9} + \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = 98483.861 - 85.256 \times \sin (117,13 + 3.017) = \mathbf{98402.839 \text{ m}} \\ Y_{KE2} = 501105.375 - 85.256 \times \cos (117,13 + 3.017) = \mathbf{501131.911 \text{ m}}. \end{cases}$$

Remarque :

Les calculs d'axe sont faits à l'aide du logiciel PISTE + et sont joints dans l'annexe.

1. Courbes de niveaux :

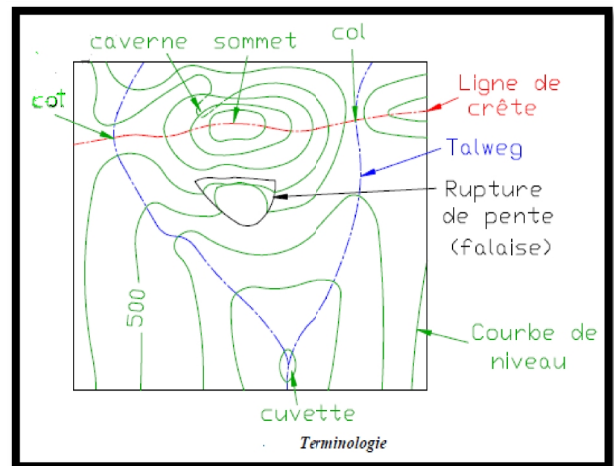
1.1. Définitions :

Les courbes de niveau sont destinées à donner sur une carte un aperçu du relief réel. Une courbe de niveau est l'intersection du relief réel avec un plan horizontal d'altitude donnée en cote ronde (généralement un nombre entier).

Les courbes sont équidistantes en altitude ; leur espacement horizontal dépend de la déclivité du terrain à représenter et de l'échelle du plan ou de la carte.

On visualise en trois dimensions le terrain dessiné à plat sur la carte. Cela est renforcé sur les cartes par des coloriages pour souligner les lignes de crête : ils représentent l'ombre créée par une lumière fictive qui viendrait du nord-ouest de la carte.

Sur l'exemple ci-après, on peut lire sur la vue en plan les pentes du terrain naturel ; on repère les **sommets**, les **cols topographiques**, les **cuvettes** (ou dolines), les **ruptures de pente**.



1.2. Principe de l'interpolation :

Comprendre l'interpolation permet de choisir judicieusement le nombre et la position des points à lever.

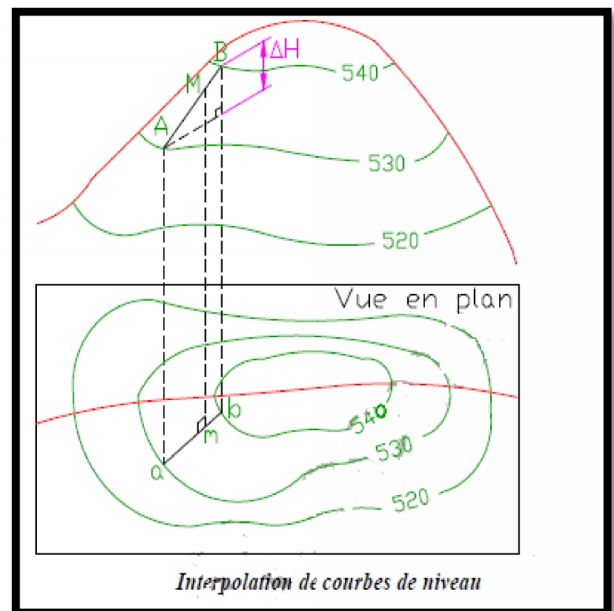
L'altitude au point M situé entre les courbes de niveau 530m et 540m (exemple) est déterminée en considérant le terrain en pente constante entre A et B. Les points A et B sont les points les plus proches de M sur les courbes de niveau 530m et 540m ; ici $H = 10\text{ m}$.

La pente au point M vaut : $p = H / AB$

La distance AB est la distance réelle, c'est-à-dire la distance mesurée sur le plan et divisée par l'échelle du plan.

L'altitude de M est : $H_M = H_A + AM \cdot H / AB$

On peut appliquer cette dernière formule avec les distances mesurées sur le plan ; le facteur d'échelle se simplifie.



2. Le profil en long :

Le profil en long est un **graphique** sur lequel sont reportés tous les points du terrain naturel et de l'axe du projet. Il est établi en premier lieu.

Distances et altitudes sont données en mètres au centimètre près.

On choisit en général un plan de comparaison d'altitude inférieure à l'altitude du point le plus bas du projet ou du terrain naturel.

Sur l'axe des ordonnées, sont reportées les altitudes.

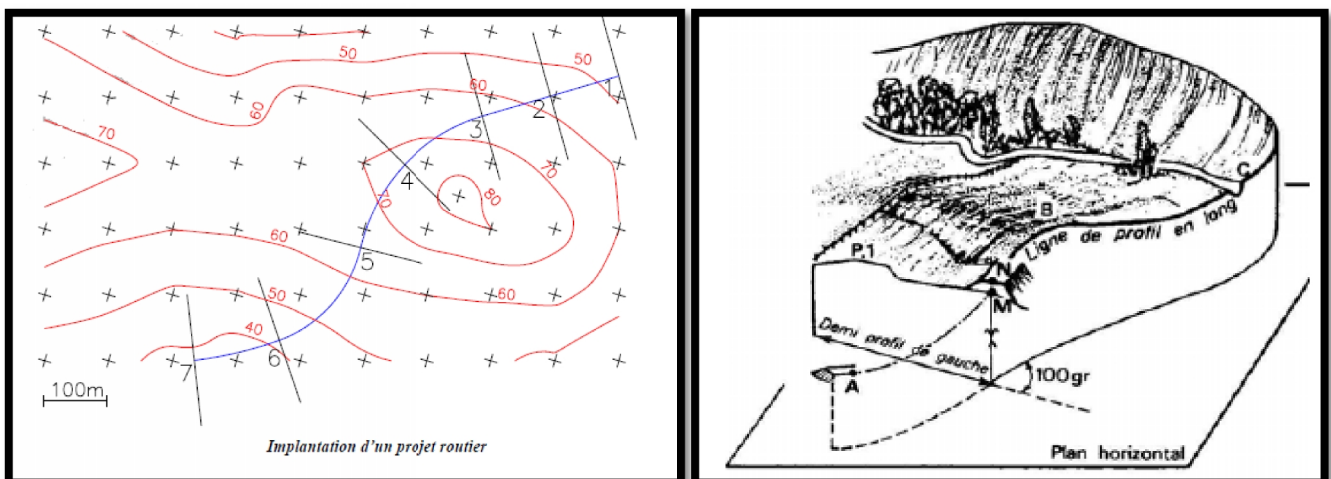
Les échelles de représentation peuvent être différentes en abscisse et en ordonnées (en rapport de l'ordre de 1/5 à 1/10) de manière à souligner le relief qui peut ne pas apparaître sur un projet de grande longueur.

Son tracé est donné par la position de chaque point d'axe d'un profil en travers, le terrain naturel étant supposé rectiligne entre ces points. On reporte en même temps dans le cartouche des renseignements en bas du graphique : les distances horizontales entre profils en travers dites distances partielles, les distances cumulées (appelées aussi abscisses curvilignes) depuis l'origine du projet et l'altitude de chaque point.

Les calculs des positions des points caractéristiques se ramènent à des intersections droites-droites, droites-paraboles dans le repère associé au profil en long.

On peut colorier de manière différente les **remblais** (en rouge) et les **déblais** (en jaune).

Les profils en travers fictifs (surface nulle) dont on doit déterminer la position (abscisse et éventuellement l'altitude) sont les points d'intersection entre le terrain naturel et l'axe du projet ; ces profils particuliers sont utiles pour le calcul des cubatures. Il faut connaître leur position en abscisse par rapport aux deux profils en travers qui les encadrent.



3. Eléments de composition du profil en long :

Le profil en long est profondément marqué par la valeur très faible des pentes qu'on peut donner à la route pour assurer des vitesses de circulation convenables et par les problèmes de visibilité nécessaire à une conduite non dangereuse.

Le profil en long est ainsi constitué d'une succession de segments de droites (ou pentes) et d'arcs de cercles (aussi appelés raccords paraboliques) permettant de raccorder entre eux les segments de droites.

3-1.Choix des segments de droites :

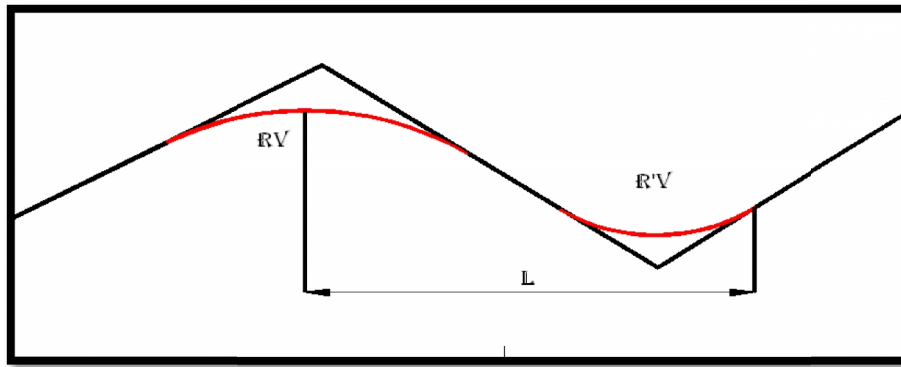
La pente des droites ne peut dépasser un certain maximum fixé pour chacune des catégories de route : 4 à 8 % selon les catégories.

D'autre part, on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux s'effectue facilement. On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- 0,5% dans les zones où la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0,5 %, s'il y a risque de verglas,
- Au moins 0,2 % dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval ;
- Au moins 0,2 % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

La position des droites par rapport au terrain naturel dépend de plusieurs facteurs tels que :

- éviter des terrassements inutiles : position proche de la surface du terrain naturel.
- minimiser le mouvement des terres.
- accentuer la position en déblais pour accroître les déblais d'un matériau utile, protéger l'environnement (vue, bruit...),
- accentuer la position en remblais pour éviter un mauvais matériau ou un matériau d'extraction onéreuse, rendre plus agréable la route à l'usager, éviter une zone inondable.
- Eviter les zones de discontinuité du tracé en perspective (perte de tracé) ; on s'efforcera de rendre visible une longueur de route au moins égale aux valeurs indiquées au tableau ci-dessous, correspondant aux distances d'accommodation moyennes pour les vitesses considérées (celle qui séparent le conducteur du point sur lequel il fixe normalement son attention pour une vitesse donnée).



On a: $V_B=80 \text{ Km/h}$ \longrightarrow $L=400\text{m}$.

3.2. Choix des raccordements verticaux :

Les rayons des raccordements verticaux sont essentiellement en relation avec la visibilité qu'on doit assurer, éventuellement avec un confort dynamique. Les distances de visibilité nécessaires dépendent de la manœuvre que l'on veut assurer (s'arrêter ou dépasser un véhicule) et de la vitesse à laquelle on peut circuler.

On définit ainsi des distances d'arrêt et des distances de visibilité.

Il existe des relations entre les rayons des courbes du profil en long et les distances de visibilité pour respecter les conditions de visibilité nécessaires à la conduite des véhicules. $RV = f [d, \text{vitesse, type de raccordement (saillant, rentrant)]$

- En angle saillant, on veut assurer :
 - ✿ seulement la possibilité "d'arrêt" sur les chaussées unidirectionnelles (2 ou 4 voies) puisqu'il n'y a pas de problème de dépassement ;
- En angle rentrant :

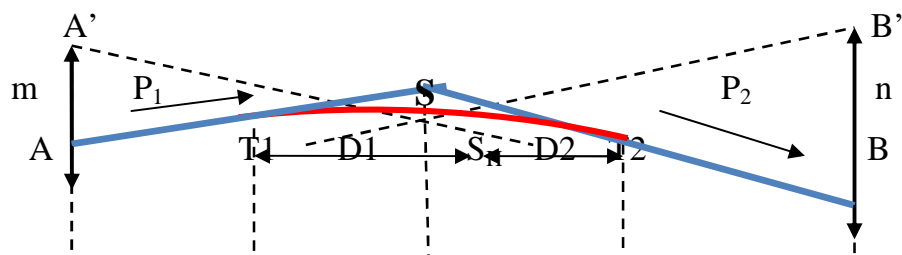
Il faut assurer seulement la visibilité pour la distance d'arrêt, la visibilité de dépassement étant toujours assurée. Leur dimensionnement est essentiellement fonction de considérations liées au confort dynamique, aux conditions de visibilité nocturne et aux conditions de ruissellement.

La présence d'un passage supérieur au droit d'un angle rentrant doit faire l'objet d'un examen particulier.

Catégorie		C5
Environnement		E1
Vitesse de base V_B Km/h		80
Rayon en angle saillant	2 voies ◆ Minimal absolu RVm1 ◆ Minimal normal RVN1	3500 8000
Rayon en angle rentrant	◆ Minimal absolu R'Vm ◆ Minimal normal R'VN	1600 2100
Déclivité maximale i_{max}		6%
Vitesse V_{PL} (Km/h)		...

4. Exemples de calcul :

➤ **5^{eme} rayon : R=9000m**



Cotes	494,360	495,820	494,046
Distances cumulées	791,54	1079,59	1360,00

Détermination des déclivités :

CALCUL DES PENTES :

$$P1 = \frac{495,820 - 494,36}{288,05} = 0,0051 = 0,51\%$$

$$P2 = \frac{494,046 - 495,820}{280,41} = -0,0063 = -0,63\%$$

Calcul du sommet des déclivités S :

$$D = X_B - X_A = 1360,00 - 791,54 = 568,46m$$

$$m = (Z_B + D \times P_2) - Z_A = (494,046 + 568,46 \times 0,0063) - 494,36 = 3,267$$

$$n = D \times P_1 + (Z_A - Z_B) = 568,46 \times 0,005 + (494,36 - 494,046) = 3,156$$

$$X_A = 0m$$

$$X = \frac{m \times D}{n + n}$$

Donc : $S : \begin{cases} X_S = X_A + \frac{m \times D}{m + n} = 289,142 \text{ m} \\ Z_S = Z_A + X \times P_1 = 494,36 + 289,142 \times 0,005 = 495,805 \end{cases}$

Calcul de tangente T1:

$$T_1 = T_2 = R \cdot (P_1 + P_2) / 2$$

$$T_1 = 9000 \times (0,0063 + 0,0051) / 2 = 51,28 \text{ m}$$

Calcul de Bissectrice B_x:

$$B_x = T^2 / 2R$$

$$B_x = (50,85)^2 / (2 \times 14000) = 0,144 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées des points tangences T₁, T₂:

$$T_1 : \begin{cases} X_{T1} = X_S - T_1 = 289,142 - 50,85 = 1028,312 \text{ m} \\ Z_{T1} = Z_S - T_1 P_1 = 495,560 \text{ m} \end{cases}$$

$$T_2 : \begin{cases} X_{T2} = X_S + T_2 = 1130,868 \text{ m} \\ Z_{T2} = Z_S - T_2 P_2 = 495,496 \text{ m} \end{cases}$$

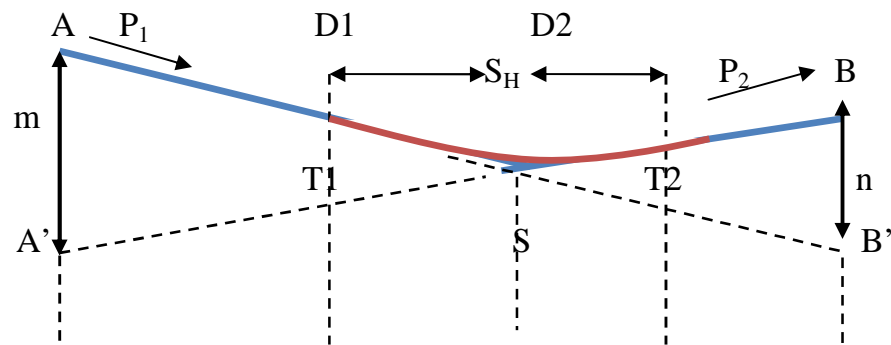
Calcul des coordonnées du point S_H:

$$D1 = R \times P_1 = 9000 \times 0,0051 = 45,9 \text{ m}$$

$$D2 = R \times P_2 = 9000 \times 0,0063 = 56,7 \text{ m}$$

$$S_H : \begin{cases} X_{SH} = X_{T1} + D1 = 1028,312 + 45,9 = 1074,21 \text{ m} \\ Z_{SH} = Z_{T1} + [(D1)^2 / 2R] = 495,717 \text{ m} \end{cases}$$

8^{ème} rayon : **R=5000m**



Cotes	489,41	485,011	486,696
Distances cumulées	1959,64	2460,00	2740,00

Détermination des déclivités :**Calcul des pentes**

$$P_1 = \frac{485,011 - 489,410}{2460,00 - 1959,64} = -0,00879$$

$$P_1 = -0,88\%$$

$$P_2 = \frac{486,696 - 485,011}{2740,00 - 2460,00} = 0,00601$$

$$P_2 = 0,6\%$$

Calcul du sommet des déclivités S :

$$D = X_B - X_A = 2740,00 - 1959,64 = 780,36$$

$$m = (Z_A - Z_B) + D \times P_2 = (489,410 - 486,696) + 780,36 \times 0,006 = 7,396 \text{ m}$$

$$n = D \times P_1 - (Z_A - Z_B) = (780,36 \times 0,0088) - (489,410 - 486,696) = 4,153 \text{ m}$$

$$X = \frac{n \times D}{n + m} = 499,744$$

$$X_A = 1959,64 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } S : \begin{cases} X_S = X_A + \frac{m \times D}{m + n} = 2459,384 \text{ m} \\ Z_S = Z_A - X \times P_1 = 485,012 \text{ m} \end{cases}$$

calcul de tangente T1 :

$$T_1 = T_2 = R \cdot (P_1 + P_2) / 2$$

$$T_1 = 5000 \times (0,006 + 0,0088) / 2$$

$$T_1 = 37 \text{ m}$$

Calcul de Bissectrice B_x :

$$B_x = T^2 / 2R$$

$$B_x = (37)^2 / 2 \times 5000$$

$$B_x = 0,137 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées des points tangences T₁, T₂:

$$T_1: \begin{cases} X_{T1} = X_S - T_1 = 2459,384 - 37 = \mathbf{2422,384m} \\ Z_{T1} = Z_S + T_1 P_1 = 485,012 + (0,0088 \times 37) = \mathbf{485,338m} \end{cases}$$

$$T_2: \begin{cases} X_{T2} = X_S + T_2 = 2459,384 + 37 = \mathbf{2496,384m} \\ Z_{T2} = Z_S + T_2 P_2 = 485,012 + 0,006 \times 37 = \mathbf{485,234m} \end{cases}$$

Calcul des coordonnées du point S_H:

$$D1 = R \times P_1 = 5000 \times 0,0088 = \mathbf{44,00m}$$

$$D2 = R \times P_2 = 5000 \times 0,006 = \mathbf{30 m}$$

$$S_H: \begin{cases} X_{SH} = X_{T1} + D1 = 2422,384 + 44,00 = \mathbf{2466,384m} \\ Z_{SH} = Z_{T1} - [(D1)^2 / 2R] = \mathbf{485,144 m} \end{cases}$$

Remarque :

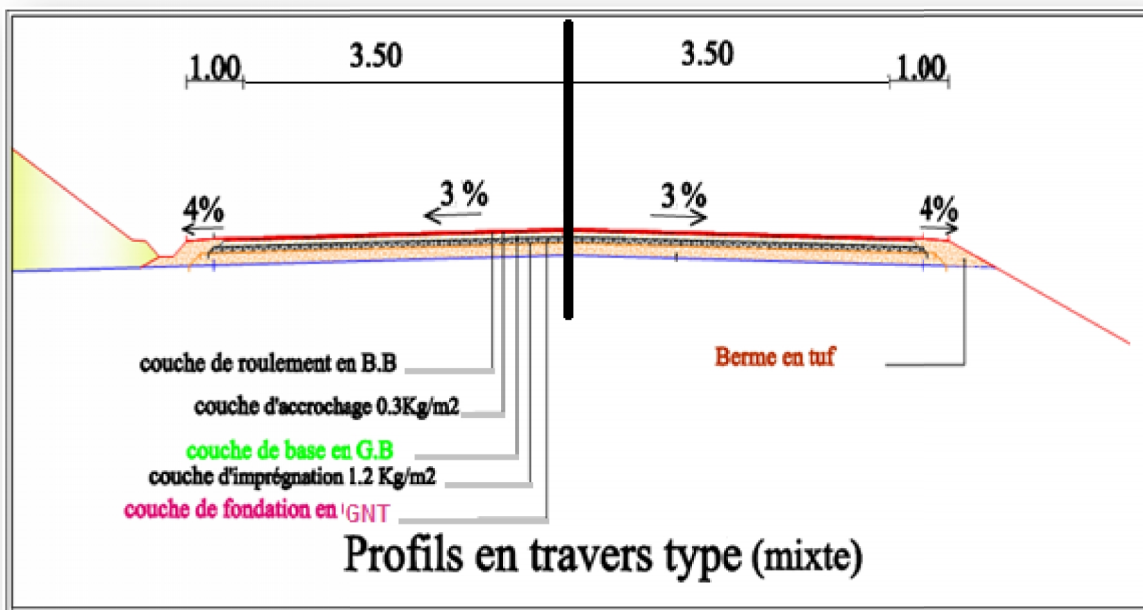
Les calculs d'axe sont faits à l'aide du logiciel PISTE + et sont joints dans l'annexe.

1. Le profil en travers :

Les profils en travers (sections transversales perpendiculaires à l'axe référence du projet) permettent de calculer les paramètres suivants :

- la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

Le profil en travers est représenté en vue de face pour une personne qui se déplacerait sur l'axe du projet de l'origine à l'extrémité du projet.



2. Types Profil en travers :

On distingue deux types :

2.1. Profil en travers type (profil normal) :

En établit un profil unique généralement à l'échelle 1/50 pour l'ensemble du projet, contenant toutes les démentions et tout les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées, autres bondes, talus, système d'évacuation des eaux, détails, etc...).

2.1.1. Nombre de voies :

Le choix du nombre de voies dépend du débit actuel et prévisible. Il doit permettre d'assurer le niveau de service nécessaire compte tenu du rôle économique de la route.

Le débit de dimensionnement varie selon les caractéristiques générales de l'itinéraire, la composition du trafic, les types d'usages (fonction de la route).

Diverses méthodes de dimensionnement liées au débit peuvent être utilisées en fonction des conditions réelles de trafic et des données disponibles.

Des mesures d'exploitation peuvent également permettre d'assurer la fluidité du trafic dans certaines conditions particulières.

2.1.2. Largeur des voies :

La largeur des voies est de 3,50 m pour les routes principales neuves en rase - campagne.

Celle-ci peut néanmoins être réduite à 3 m en cas de contrainte de site et lorsque le volume de circulation est faible.

Sur les routes en relief difficile, la largeur peut être inférieure. Par contre elle ne peut pas être inférieure à 3,50 m pour les routes de transit.

{ M'SILA situé dans un relief plat
25% de trafi PL → **Largeur de voie est de 3,50 m.**
pas de contrainte

2.1.3. Accotements:

L'accotement peut être considéré comme comprenant une partie stabilisée ou revêtue et une berme engazonnée ou couverte de gravier.

L'accotement comprend par définition : une bande dérasée dépourvue de tout obstacle bordée à l'extérieur d'une berme en herbée. Englobant la berme, on définit également une zone de sécurité pour limiter la gravité des accidents en cas de sorties de routes.

2-1-3-1. La zone de sécurité :


Cette zone, qui comprend la berme, doit être dépourvue de tout obstacle agressif (plantation de haute tige, poteau électrique ou d'éclairage public, tête de buse non protégée). Elle a la largeur suivante : 0.6 m, en présence de dispositifs de retenue, à une valeur de 1 m.

En alignement droit ou pratiquement droit, la pente transversale de la chaussée doit être comprise entre 2.5% à 3% pour faciliter l'écoulement des eaux.

Les zones de variation de dévers doivent être traitées avec un soin particulier de façon à assurer un bon écoulement des eaux.

2-2. Le profil en travers courant :

Est levé perpendiculairement à l'axe de la route et dessiné à l'échelle 1/100 ou 1/200 tous les 25m, 50m ou 100m selon le terrain naturel ; il contient comme indications l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route.

Terrain plat  on pose un profil à chaque 20m.

L'échelle en hauteur est la même que celle en longueur pour conserver les vrais pentes aux talus.

2-2-1. Talus :

L'inclinaison des talus dépend de la cohésion des sols, pour les talus de remblai et de déblai, on prendra une inclinaison à 1/1.5 (cas du projet) c'est -à-dire à 1 de hauteur pour 1.5 de base.

2.2.2. Fossés :

ils sont destinés à recevoir les eaux de ruissellement ou d'infiltration venant du terrain supérieur. Si la route est en déblai. Il y a obligation de prévoir un fossé de crête pour empêcher les eaux de ruisseler sur le talus et en raviner la surface.

Si la route est en remblai, le fossé est inutile à moins que le terrain ne présente une masquée vers le talus de remblai.

1. Introduction :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé l'axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologique, hydrogéologique, hydraulique de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

2. Utilité de l'étude géotechnique :

L'étude géotechnique permet de dimensionner la couche de chaussée ainsi que de fixer les pentes de remblai et de déblai. En effet un talus en remblai doit être vérifié à la stabilité au glissement et au poinçonnement.

On regroupe deux types d'essai, celui du laboratoire et celui sur terrain (in situ).

3. Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

- Analyse granulométrique.
- Equivalent de sable.
- Limites d'Atterberg.
- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

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

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

4. Objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisement.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles
-

5. Les essais d'identification:

5.1 Analyses granulométriques :

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

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

5.2. Equivalent de sable :

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

5.3. limites d'Atterberg :

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

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

5.4. Essai PROCTOR :

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

d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

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

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

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules 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.

Il ne concerne que les sols cohérents.

5.6. Essai Los Angeles :

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

– plus le *LA* est élevé, moins le granulat est dur.

5.7. Essai Micro Deval :

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

6 .Les essais in situ :

6.1. Les essais de plaque :

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol **E** en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie Z , le déplacement, la pression q_0 le rayon de charge a et les caractéristiques du massif E_2, ϵ_2 . Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante : **E = 5CBR**.

6.2. Les essais pressiométriques :

Pénétromètre statique ou dynamique.

7. Conditions d'utilisation des sols en Remblais :

L'idéal est de pouvoir réutiliser les terres provenant des déblais, mais ceci doit répondre à certaines conditions.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension $> 80 \text{ um}$.
- Matériaux plastique $I_p > 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

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

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

8. Les Moyens de Reconnaissance :

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

- l'étude des archives et documents existants ;
- Les visites de site ;
- les essais « in –situ » ;
- Les essais de laboratoire.

1. Introduction :

La réalisation d'un ouvrage nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai.

Soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge : déblai. Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

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

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

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

2. cubature des terres:

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

Deux types de profil en travers peuvent se rencontrer :

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

2.1. Méthode de calcul des cubatures :

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

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

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

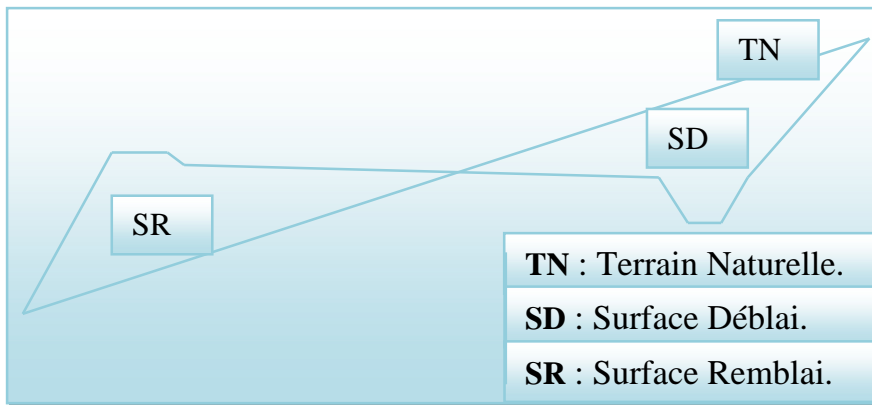


Fig :01

Ñ **Formule de Mr SARRAUS :**

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

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

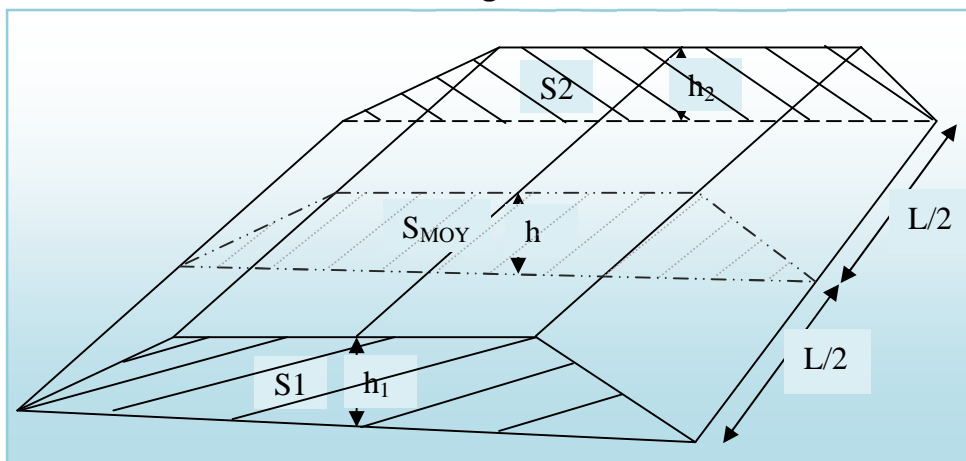


FIG:02

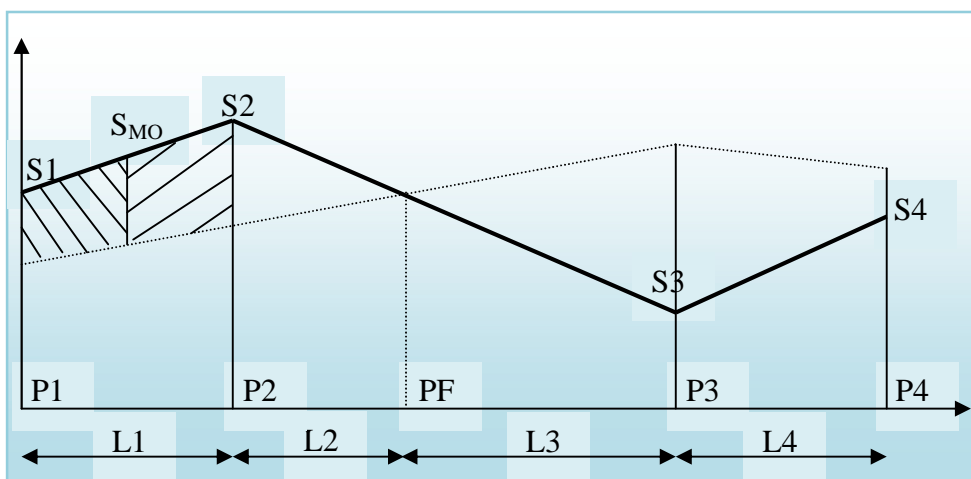


FIG:03

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

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

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

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

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

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

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

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

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

2.2. Calcul des cubatures de terrassement :

Les calculs d'axe sont faits à l'aide du logiciel PISTE + et sont joints dans l'annexe.

3. mouvement des terres:

3.1. Définition :

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

Deux facteurs interviennent à cette opération :

- Les cubes de terre à transporter
- distance de transport

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

3. 2. Moment de transport:

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

$$M = V \times d$$

Avec : v : Volume transporté.

d : distance de transport.

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

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

dernier :

Avec D : distance moyenne de transport.

4. le foisonnement d'un sol :

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

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

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

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

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

1. Etude hydrologique :

1.1. Introduction :

L'hydrologie est une science qui étudie la phase du cycle de l'eau qui débute avec l'arrivée de celle-ci sur la surface de la terre. Elle englobe les précipitations les eaux de la surface, l'évaporation et l'évapotranspiration, les eaux souterrains.

L'étude des eaux superficielles revêt plusieurs aspects abordés avec des principes et méthodes de recherche différents suivant la spécialité de l'ingénieur qui s'y consacre. Il existe deux courants philosophiques :

- Celui basé sur la recherche mathématique à basé de la statique.
- Celui basé sur la méthode naturaliste relevant de l'observation et d'intuition contrôlée par l'expérimentation.

Actuellement, l'hydrologie est devenue une science importante de l'art de l'ingénieur intéressé à l'exploitation et au contrôle des eaux naturelles. Des études hydrologiques plus ou moins poussées sont indispensables pour toute mise en œuvre de projet hydroélectrique, de distribution d'eau, de protection contre les crues, d'assainissement, de drainage, d'irrigation, de barrages et de navigation fluviale.

2. L'Assainissement :

2.1. introduction : un réseau d'assainissement est constitué d'un assemblage élémentaire linéaire ou ponctuel, superficiel ou enterré.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière, il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

2.2. Ouvrages élémentaires d'assainissement :

Les critères purement hydrauliques n'interviennent pas seules dans le choix de la nature de l'ouvrage et d'autres facteurs doivent être pris en considération.

2.2.1. la sécurité des usagers :

Les ouvrages et leur implantation doivent être choisis de manière à limiter au maximum les risques d'accident et éviter leur aggravation. tenant compte de catégorie de la voie des conditions de circulation.

2.2.2. Entretien et exploitation : le bon fonctionnement des ouvrages hydrauliques nécessite un entretien régulier, alors que l'expérience montre que les ouvrages difficiles à entretenir ne sont souvent pas entretenus du tout, il faut donc rechercher dès la conception du réseau la simplicité, la rapidité et la sécurité des opérations d'entretien afin de réduire le coût et la gêne au usager.

2.2.3. dimensionnement mécanique :

Certains ouvrages doivent être dimensionnés en tenant compte de surcharges permanentes ou temporaires.

2.2.4. Conditions économiques :

En toute rigueur, le calcul du coût total d'un ouvrage doit tenir compte :

- Le coût de l'ouvrage.
- Du coût de l'emprise et des terrassements supplémentaires.
- Du coût actualisé de l'entretien et de la gêne à l'utilisateur.

3. La notion "source" :

Les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement.

Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure.

L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain.

4. Le bassin versant :

En tout point d'un cours d'eau, nous serons amenés à définir son bassin versant et à caractériser son comportement hydrologique.

4.1. Notion de "bassin versant" :

Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval.

Selon la nature des terrains, nous serons amenés à considérer deux définitions.

4.2. Caractéristiques de la disposition dans le plan :

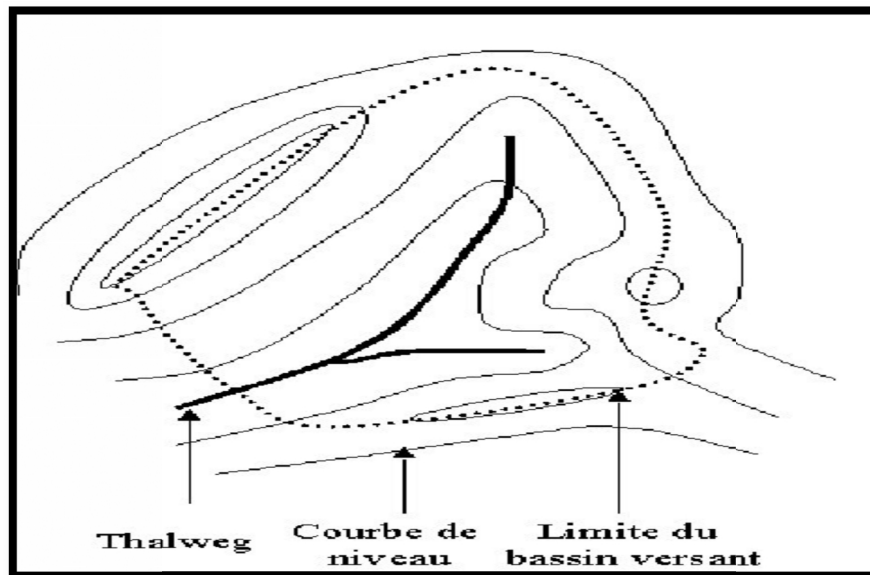
- **Surface A :**

La surface du bassin versant est la première et la plus importante des caractéristiques. Elle s'obtient par plan métrage sur une carte topographique après que l'on y ait tracé les limites topographiques et éventuellement hydrogéologiques. La surface A d'un bassin s'exprime généralement en km².

- **Longueur :**

On utilise différentes caractéristiques de longueur ; la première et une des plus utilisées est le "périmètre P du bassin

5. Dimensionnement des fossés :



La section transversale des fossés peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme trapézoïdale et triangulaire.

5.1. Fossé de notre projet :

On a entre PK 10+400 et PK 10+560 cotés gauche et droite

Pour le dimensionnement des fossés on prend :

- une période de retour de 20ans.
On cherche à dimensionner un fossé de caractéristique suivantes :

 1. longueur de fossé 160m
 2. accotement 1 ml pente 4.00%
 3. chaussée 3.50ml pente 3.00%

5.1.1. On utilise la méthode de Caquot :

Formule requit pour la zone de M' SILA est :

$$Q=0.52 \times C \times I^\beta \times A^V$$

avec :

- =1.11
- $\beta=0.2$
- $V=0.87$

5.1.2. Surface des B.V :

BV1 (chaussé)= $3.50 \times 160 \times 10^{-4} = 0.056 \text{HA}$

BV2: (accotement)= $1 \times 160 \times 10^{-4} = 0.016 \text{HA}$

BV3 (talus)= $1 \times 160 \times 10^{-4} = 0.016 \text{HA}$

5.1.3.Coefficient de ruissellement C :

$$c = \frac{\text{volume ruisselé}}{\text{volume precipité}}$$

MATERIAUX	COEF C
talus	0.2
Accotement non revêtu	0.4
Chaussée	0.9

β =coefficient de forme du BV considéré

$$M = L/\sqrt{A}$$

- L=longueur du point le plus éloigné de l'exutoire (distance du long parcours)
- A= surface du bassin
- $\beta = (M/2)^{-0.35}$

Accotement:

• $M = L/\sqrt{A} = 160/\sqrt{0.016 \times 10^4} = 12,65$

• $\beta = (M/2)^{-0.35} = 0.524$

Chaussée:

• $M = L/\sqrt{A} = 160/\sqrt{0,056 \times 10^4} = 6.761$

• $\beta = (M/2)^{-0.35} = 0.653$

Talus :

• $M = L/\sqrt{A} = 160/\sqrt{0.2829 \times 10^4} = 3.008$

• $\beta = (M/2)^{-0.35} = 0.867$

T=20 ans \rightarrow $f(t)=1.25$

$Q(T=20) = f(t)Q(T=10) = 1.25 \times 0.52 \times C^{1.11} \times I^{0.2} \times A^{0.87}$

$Q(T=20) = 0.65 \times C^{1.11} \times I^{0.2} \times A^{0.87}$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	β	Q (m ³ /s)
Chaussée(BV1)	0.056	0.9	3	160	6.761	0.653	0.015
Accotement(BV2)	0.016	0.4	4	160	12.65	0.524	0.002
Talus(BV3)	0.016	0.2	67	160	3.008	0.867	0.002

5.1.4. Assemblage en série entre BV (1) et BV(2) :

$$L_{eq} = \sum(L_i) = 160 + 160 = 320m$$

$$A = \sum A_i = 0.072HA$$

$$C_{eq} = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = 0.789$$

$$I_{\text{éq}} = \left(\frac{\sum L_i}{\sum (L_i)^{1/2}} \right)^2 = \left(\frac{160+160}{\frac{160}{\sqrt{3}} + \frac{160}{\sqrt{4}}} \right)^2 = 3.446\%$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M		Q(m ³ /s)
BVeq entre (BV1 et BV2)	0.072	0.789	3.446	320	11.925	0.535	0.014
Talus(BV3)	0.016	0.2	67	160	3.008	0.867	0.002

5.1.5. Assemblage en parallèle entre BVEQ (entre 1et 2) et BV(3) :

$$L_{eq} = \max(L_i) = \max(320 ; 160) = 320m$$

$$I_{\text{éq}} = \frac{\sum I_i \cdot Q_i}{\sum Q_i} = \frac{3.446 \times 0.014 + 67 \times 0.002}{0.014 + 0.002} = 11.39\%$$

$$A = \sum A_i = 0.3549HA$$

$$C = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = \frac{0.072 \times 0.789 + 0.016 \times 0.2}{0.072 + 0.016} = 0.682$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M		Q (m ³ /s)
BVeq total	0.088	0.319	0.1139	320	5.371	0.707	0.045

5.1.6. Dimensionnement des fosses :

Le profil en travers hypothétique de fossés est donné dans la figure ci-dessous avec

S_m : surface mouillée.

P_m : périmètre mouillé.

R : rayon hydraulique $R = S_m / P_m$

P : pente du talus $P = 1/1$

La surface mouillée :

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\text{Alors } S_m = bh + 2 \frac{h \cdot h}{2} = bh + h^2 = h(b+h)$$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2\sqrt{2} h$$

Le rayon hydraulique :

$$R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h(b+h)}{b+2\sqrt{2} h}$$

5-1-7. La formule de MANNING STRICKLER :

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

Avec :

R : rayon hydraulique.

I : pente de l'ouvrage d'évacuation.

n : coefficient de Manning

R = section mouille / périmètre mouille

$$Q = \frac{1}{n} \times \left[\frac{h(b+h)}{b+2\sqrt{2} h} \right]^{2/3} \times I^{1/2} \times h \cdot (b+h)$$

$$Q = h^{5/3} \times \frac{1}{n} \times \left[\frac{b+h}{b+2\sqrt{2} h} \right]^{2/3} \times I^{1/2} \times (b+h)$$

On prend :

$$b = 0.5 \text{ m}$$

$$I = 100\%$$

$$Q = 0.045 \text{ m}^3/\text{s}$$

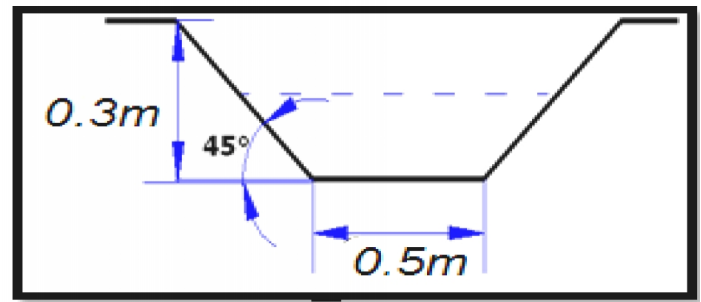
$$n = 0.015$$

$$h_{i+1} = 0.06 \times \frac{(b + 2\sqrt{2} h_i)^{2/5}}{(b + h_i)}$$

On choisit $h_0 = 0.2 \text{ m} \longrightarrow h_1 = 0.08 \text{ m}$

D'après l'itération :

Nous préconisons de creuser des fossés de section trapézoïdale talus a 1/1 de largeur au plafond égale a 0.5 m et h=0.3m. (Livre PERIMETRE DE KSOB).



6.Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses, on prend :

Avec:

Ce débit Q sera égalisé à :0.7m³/s

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que :

Ø 400, Ø 500, Ø 800, Ø 1000, Ø 1200, Ø 1500...etc.

$$S_m = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$P_m = \pi \times D$$

$$R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi \times \frac{D^2}{4}}{\pi \times D} = \frac{D}{4}$$

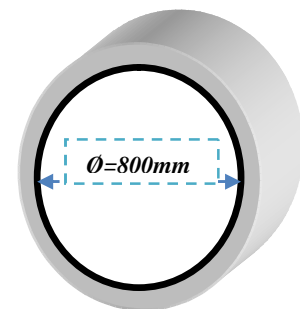
$$Q = \frac{1}{\dots} \cdot I^{1/2} \cdot S \cdot R^{2/3} \implies D = 1.55 \left[\frac{Q \times \eta}{I^{1/2}} \right]^{3/8}$$

I=0.9%.

$$Q = 0.7 \frac{m^3}{s} \\ = 0.015.$$

$$D = 1.55 \left[\frac{0.7 \times 0.015}{(0.009)^{1/2}} \right]^{3/8} = 0.679m.$$

Alors on choisit **Ø=800 mm.**



Tous les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

N°	PK (Km+m)	BASSINS VERSANTS		W
		P (%)	Q (m ³ /s)	
1	0+240	0.87	1.2	BUSE 1000
2	0+540	2.36	1.07	BUSE 800
3	2+360	0.92	1.53	BUSE 1000
4	3+60	0.78	1.53	BUSE 1000
5	3+800	0.29	0.55	BUSE 800
6	4+560	0.6	1.32	BUSE 1000
7	7+80	0.2	0.9	BUSE 1000
8	9+760	0.37	0.9	BUSE 1000
9	10+340	0.37	0.12	BUSE 600

1.Introduction :

Pour réaliser l'étude d'impact, toutes les thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain doivent être abordées.

Par ailleurs, une Directive Algérien impose aux grands projets et programmes une **EIE** (évaluation des incidences sur l'Environnement), ainsi qu'une consultation de la population avant d'accorder ou non l'autorisation de construction du projet. De même toute EIE déjà faite doit être actualisée si le projet subit des changements de nature à modifier considérablement son incidence globale par rapport au projet initial.

2.Définition d'une étude d'impact :

L'étude d'impact permet d'apprécier les effets naturel et humain. Elle s'inscrit dans l'enquête publique du projet. Sa réalisation et son contenu sont imposés par le code de l'environnement.

L'étude d'impact comprend notamment :

- une analyse de l'état initial du site et de son environnement,
- une analyse des effets directs et indirects du projet sur l'environnement,
- les mesures envisagées pour supprimer, réduire, et, si possible, compenser les conséquences dommageables.

3.objectifs et utilités d'une étude d'impact sur l'environnement :

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.

Elle a pour objectifs :

- assurer l'intégration des contraintes et des opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure;
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage;
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.
- Les mesures envisagées pour réduire, compenser les conséquences dommageables du projet.

4. Analyse de l'état initial :

L'analyse de l'état initial est une phase indispensable et déterminante pour la qualité et l'utilité de l'étude d'impact. En effet, avant la mise en place du projet, il est nécessaire d'étudier les différentes composantes du milieu pouvant être affectées par le projet. Cette phase est la base des prévisions des impacts mais n'est jamais une fin en soi. Elle doit répondre à des critères de pertinence vis à vis du problème posé et non d'exhaustivité.

L'étude d'impact d'un projet nécessite une bonne analyse de l'état initial du site et de son environnement.

4-1. Description du milieu physique :

4-1-1. Géomorphologie :

M'Sila est un centre commercial et agricole situé dans une plaine de 500 mètres d'altitude, entre le Chott Hodna et les monts du Hodna.

Le site est celui d'un plateau défensif dominant la plaine.

4-1-2. Hydrologie : la zone d'étude est constituée d'un réseau hydrographique.

Le tracé traversera les oueds suivants : Oued M'SILA, Oued Ksob etc.....

4-2. Description du milieu biologique :

4-2-1. Végétation : 20% de la superficie de la région est consacrée à l'agriculture notamment à la céréaliculture, l'arboriculture et le maraîchage. La steppe est prédominante qui représente 1 200 000 ha de la wilaya.

4-2-2. Faune : la faune dans le secteur d'étude est représentée par des oiseaux et quelques mammifères.

4-3. Description du milieu humain :

4-3-1. Population : La population de la wilaya est de 956 519 habitants.

Limitée par les wilayas de Bouira, Bordj-Bou-Argeridj, Batna, Sétif, Médéa, Djelfa et Biskra. Limitée par Bouira et Bordj Bou-Argeridj au Nord, Batna à l'Est, Médéa et Djelfa à l'Ouest et enfin Biskra au Sud.

4-3-2. Agriculture : On remarque une culture non organisée, la zone sud du projet ne connaît pas une activité agricole, tandis qu'à la zone nord on enregistre des pratiques de cultures très importantes.

4-3-3. Patrimoine archéologique et bâti :

La wilaya de M'sila compte de nombreux sites touristiques et la ville de Bou-Saâda est celle qui attire le plus de touristes étrangers pour ses dunes, ses palmeraies, sa vieille Médina, le tombeau de Nasreddine Dinet, le vieux Ksar, le Fort Cavignac, le moulin Ferrero, le Souk de l'artisanat et la Zaouïa d'El Hamel.

5.Impact des routes sur l'environnement :

La particularité de la route est son caractère linéaire et son impact sur des milieux de natures totalement différentes. On peut les inventorier avec un minimum de bon sens. Le domaine foncier pris au sens large est le premier impacté. La route interagit avec les zones urbaines, qu'elle la traverse, où qu'elle la desserve.

Elle impacte l'environnement, au sens étymologique, donc des écosystèmes définis par leurs composants : eau, air, faune, flore, sol et sous-sol. Les exigences sociales ont peu à peu forgé des outils législatifs et réglementaires qui encadrent ces domaines. La route touche aussi les zones urbaines.

Une nouvelle infrastructure modifiera le développement urbain, mais aussi le développement économique d'un territoire.

Il y a lieu tout d'abord de définir la zone d'étude pertinente pour le projet routier imaginé. Le périmètre de cette zone sera à adapter aux problématiques étudiées. Un recensement des contraintes sur le périmètre en question est alors fait. Il permet d'identifier des couloirs privilégiés en fonction des objectifs du projet attendu au regard de l'ensemble des contraintes.

6.Évaluation des impacts :

Les principales étapes menant à l'appréciation de l'importance des impacts sont L'évaluation de l'importance des impacts environnementaux fait appel à plusieurs paramètres, soit :

- la valeur environnementale du milieu affecté;
- le degré de perturbation ou de bonification (fort, moyen, faible);
- l'intensité de l'impact (qui est fonction des deux paramètres précités);
- l'étendue (ponctuelle, locale, régional) ;
- la durée (momentané, temporaire, permanent) ;
- la mise en œuvre éventuelle de mesures d'atténuation.

7.Identification et description des impacts :

L'analyse des effets du projet sur l'environnement est la phase centrale de toute étude d'impact.

L'identification des impacts d'un projet routier est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à implanter.

Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de pré- construction, de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

Cette tâche comprendra :

- L'identification des impacts directs et indirects sur le milieu naturel et le milieu créé afin de définir les mesures de limitation nécessaires;
- L'évaluation quantitative et/ou qualitative de ces effets afin de définir la gravité des impacts et le niveau de priorité à donner aux mesures correspondantes.

La réalisation du nouvel évitement de M'SILA, engendrera des effets sur l'environnement aussi bien positifs que négatifs.

7-1.Les impacts positifs du projet :

La réalisation du nouvel évitement de M'SILA, emmènera à la wilaya de M'SILA un développement sur le plan sécuritaire, économique, et touristique. Les retombées de cette voie :

- Elle permet de désengorger dans la ville de M'SILA;
- Une réponse aux besoins de confort, et de la sécurité dans le déplacement ;
- Une contribution au développement touristique de la wilaya de M'SILA,
- Le développement et la croissance économiques des régions traversées par le projet.

7-2.Les impacts négatifs du projet :

7-2-1.Impacts sur l'hydrologie et l'hydrogéologie :

Les principaux impacts sont :

7-2-1-1.Phase de chantier :

- Intervention d'engins de chantier provoque la pollution des eaux par les hydrocarbures (fuel, huiles) ;
- La pollution des eaux de surface et souterraine par le rejet des eaux de chantiers.
- La modification du régime d'écoulement des eaux de surfaces et souterraine a cause des travaux de terrassement, et déversement des eaux de chaussée dans les oueds (M'SILA etc...) est susceptible de les affecter.
- Diminution du coefficient d'infiltration dû au passage de la machinerie et les véhicules lourds pendant la phase de chantier.

7-2-1-2.Phase d'exploitation :

- Les eaux de ruissellement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées et des pièces des véhicules (plaquettes de frein, pneumatiques par exemple).

7-2-2.Pollution atmosphérique :

7-2-2-1. Pollution en phase de chantier : à ce stade la pollution de l'aire est temporaire due essentiellement aux différents polluants des engins de chantier et des émissions de poussière.

7-2-2-2.Pollution en phase d'exploitation : une partie importante de la pollution de l'aire est imputable à la circulation routière. Le trafic routier entraîne en général la libération de quantité importante de polluants atmosphériques tels que : Nox, Co, Hc, Pb. il s'agit d'un impact permanent.

7-2-3.Impact sur le bruit et les vibrations :

7-2-3-1.Phase de chantier :

- Nuisance sonore due aux émissions lors du fonctionnement d'engins de chantier (engins de terrassement, palplanche, engin de forage...)
- Emission de vibration à cause de l'intervention d'engins de chantier (engins de terrassement, marteaux piqueurs, palplanche, engin de fonçage...).

7-2-3-2. Phase d'exploitation :

Il est lié exclusivement à la circulation routière qui a pour origine le bruit émis par les moteurs des véhicules.

Le bruit lié au roulement est devenu la source principale émise par les véhicules en circulation pour des vitesses supérieures à 50 km/h et à partir de 70 km/h pour les PL. Deux facteurs sont à l'origine de ce bruit : le revêtement routier et le pneumatique.

7-2-4.Impact sur le milieu physique :

Il est lié essentiellement à :

- Les terrassements du sol conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines et empêche ainsi leur développement ;
- Désorganisation du territoire agricole ;
- La pollution atmosphérique ;
- Diminution de la surface agricole et notamment le décroissement du potentiel agricole;
- La pollution créée par les véhicules diminuera le rendement agricole ;
- Le déversement du Mazout conduira à la stérilisation des terrains agricoles.

7-2-5.Impacts sur le cadre humain :

- Une perturbation temporaire des habitudes de vie des résidents à proximité du projet.
- Pour la santé publique et la sécurité, on a un risque d'accidents routiers engendrés par la circulation de la machinerie pendant la phase de construction, et par les véhicules pendant la phase d'exploitation.

- Pour le niveau sonore, les propriétés qui se trouvent aux bords de 100 m de la route sont touchées par le bruit qui dépend du trafic.

7-2-6. Impact sur le paysage : L'infrastructure routière a un impact sérieux sur le paysage qu'elle traverse, même si dans certains cas les effets sont minimisés par l'existence de talus et par le relief.

Afin de permettre leur évaluation, on distingue deux catégories :

- Les tronçons qui sont à l'origine d'une défiguration du paysage pour la raison : de l'installation de la route en remblai à l'intérieur d'une zone où le terrain naturel qui sera clairement visible d'une distance éloignée.
- Les tronçons courts de l'infrastructure pour lesquels diverses solutions techniques peuvent être proposées, afin de réduire la défiguration du paysage, en général au niveau des points de traversée des oueds; ouvrages et échangeurs.

8. les mesures prises pour minimiser les impacts :

Il est important de définir de manière détaillée et opérationnelle les mesures qui seront

Prises pour prévenir, atténuer ou réparer les conséquences dommageables du projet sur l'environnement.

Les mesures que ces impacts sont susceptibles d'entraîner sont résumées dans le tableau suivant :

Impacts	Mesures
Eaux superficielles	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Etanchéifiassions des fossés ◆ Etanchéifiassions de la plate forme ◆ Construction de bassins de traitement des eaux de chaussée
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Etanchéifiassions de la plate forme ◆ Construction de bassin de traitement des eaux de chaussée
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rétablissement des cheminements ◆ Installation des clôtures ◆ Construction des chemins
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Butte antibruit. ◆ Réduction de la vitesse. ◆ Baisse du profil en long par rapport au terrain naturel. ◆ Murs anti-bruit. ◆ La législation a aussi modifié les niveaux sonores maximum d'un véhicule. Les évolutions réglementaires et techniques ont permis de diminuer considérablement les bruits des moteurs.
Patrimoine naturel	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Installation de clôture de limitation de chantier ◆ Rétablissement des cheminements de la faune
Patrimoine archéologique	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Périmètre de protection
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rétablissement des réseaux d'irrigation ou de drainage
Paysage	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Plantation des abords et aménagements esthétiques ◆ Traitement architectural des ouvrages d'art.

9. Conclusion:

Le réseau routier connaît et connaîtra un développement dont l'impact sur le paysage et l'environnement s'accroîtra sans cesse. La prise en charge de cette préoccupation passe obligatoirement par la maîtrise des nuisances et des impacts de cette infrastructure, il faut donc étudier les impacts que peut provoquer le projet sur le milieu naturel avant de passer à l'étape de réalisation.

L'implantation de la ville de M'SILA, est entreprise dans le but d'améliorer le réseau routier de la wilaya de M'SILA.

La construction de cette nouvelle évitement, va générer inévitablement un certain nombre d'effets préjudiciables sur le milieu naturel pendant la phase de chantier et durant son exploitation.

Les impacts identifiés pendant la phase de réalisation restent temporaire et disparaissent avec son levé, mais les impacts dus à l'utilisation de la route (pollution atmosphérique, bruit...) doivent être compensés par le suivi d'un certain nombre de mesures d'atténuation.

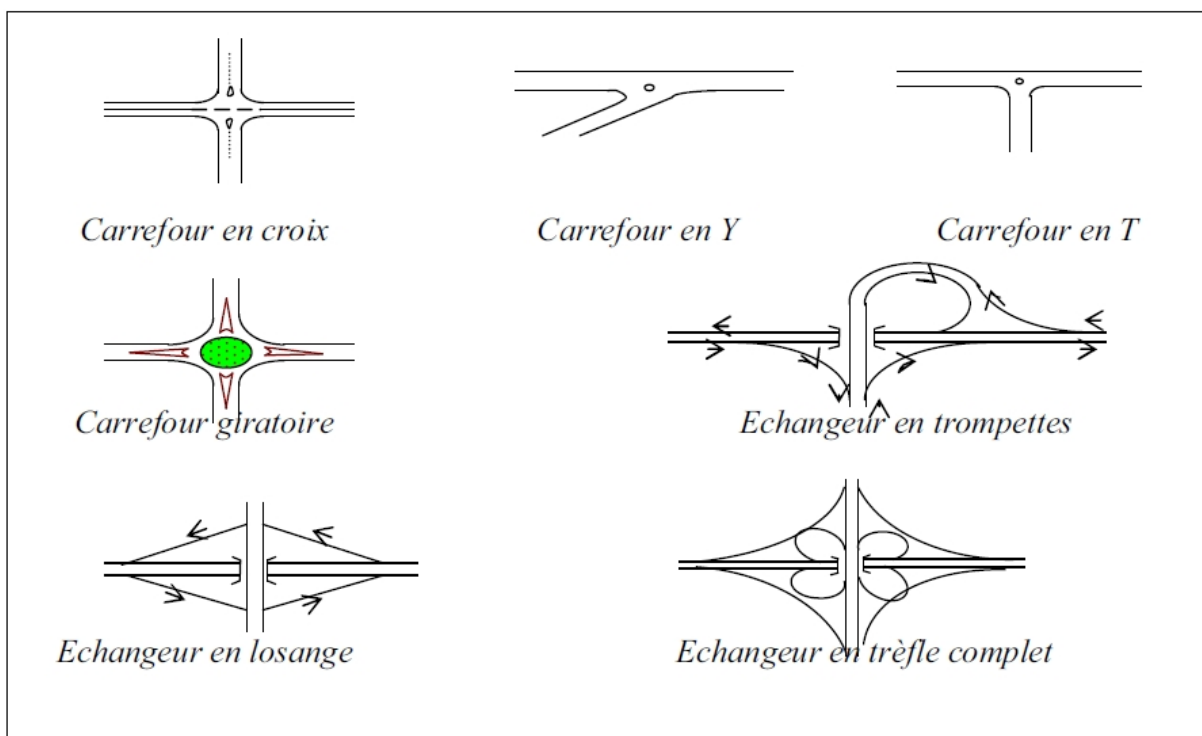
Si ces mesures sont rigoureusement respectées, elles peuvent alors réduire efficacement les impacts présentés.

1. Généralités :

L'existence des carrefours ou d'embranchements routiers à pour conséquence qu'une aire de chaussée peut être utilisée par des courants de circulation dont les directions sont différentes, l'aménagement des carrefours tend à permettre que ces courent puissent se succéder :

- sans risque de collision en réduisant au maximum la gêne (freinage, accélération, perte de temps, etc....) causée aux véhicules fréquentent le carrefour
- en laissant subsister des possibilités de débit suffisant dans les diverses directions.

2. Types de carrefours :



2-1 Carrefour à trois branches :

Les carrefours à 3 branches peuvent être repartis en deux (2) catégories :

2-1-1. 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°)

Carrefour en croix Carrefour en Y Carrefour en T.

Carrefour giratoire, Echangeur en trompettes.

Echangeur en losange, Echangeur en trèfle complet.

2-1-2. Carrefour à trois branches (en T) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires uniques et orthogonale, ou aussi ($\pm 20^\circ$), à l'axe principale. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2.2 Carrefour à quatre branches (en croix) :

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

2.3 Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

Le carrefour à sens giratoire est un carrefour plan qui comprend un terre plein central (en forme de cercle ou ovale généralement), ceinturé par une chaussée mise à sens unique.

L'îlot central a un rayant souvent supérieure à douze mètre, une courbe de petit rayant à l'entrée freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30° à 40°), la sortie doit de plus grand rayant pour rendre le dégagement plus facile.

Le carrefour giratoire est énoncé par une signalisation spécifique. Ce type de carrefours offre un bon niveau de sécurité si certains principes d'aménagement sont respectés (le choix de position et le dimensionnement du giratoire).

3. Eléments de base pour l'aménagement des carrefours :

Les données essentielles de base à l'aménagement d'un carrefour sont :

- Les conditions topographiques et la visibilité (plan, profil en long).
- Les conditions d'approche pratiquées par les véhicules sur les différentes voies.
- L'intensité de la circulation sur les différents courants.
- La composition du trafic, c'est-à-dire la proposition des véhicules lourds, encombrants en lents, sur les divers courants de circulation.

4. Principes généraux de l'aménagement des carrefours :

Un carrefour est une zone de communication entre deux ou plusieurs routes permettant aux véhicules le passage de l'une à l'autre, deux ou plusieurs courants de circulation se rencontre à niveau, l'aménagement d'un carrefour a pour objet d'accroître la sécurité, la commodité ou le débit de la circulation par des disposition convenable de la chaussée et des ces abords, l'aménagement des carrefours doit s'inspirer aux principes suivants :

- limitation de la vitesse sur les différents vois
- l'évitement de la possibilité qu'un véhicule puisse entrer en conflit
- cisaillements sous un angle voisin de 90°
- création de zone d'abris ou de stockage.
- Le dessin correct des couloirs et des îlots.
- prévision des voies d'accélération et de décélération.
- **Visibilité :**

Il est important d'assurer les meilleures conditions de visibilité possibles aux abords des carrefours.

- **Triangle de visibilité :**

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

- **Le point de conflit**

Le point limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse

- **Données de base:**
- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide (V0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base (référence).
- Les conditions topographiques.

- **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

- **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

- **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 :

Pour notre cas on prendre un carrefour en T en trois branches qui se trouve au niveau du rencontre de notre route avec la RN 40 (au PK 0+000)

1. Caractéristiques générales des signaux verticaux et du marquage peints sur la route :

La signalisation verticale et les marquages peints sur la route, effectués conformément aux principes énoncés dans les conventions et les accords internationaux, concourent à la lisibilité de la route et ils doivent donc être conçus et mis en œuvre de manière à être cohérents les uns avec les autres et avec l'ensemble des éléments du projet.

La signalisation, dont le préalable fondamental est l'homogénéité, s'adresse à des usagers en déplacement rapide et elle doit donc être visible d'assez loin, de jour comme de nuit, et être immédiatement compréhensible.

Des panneaux lumineux ou exécutés avec des matériaux rétro réfléchissants sont utilisés pour la signalisation des routes qui ne sont pas éclairées et peuvent également équiper les routes pourvues d'un éclairage permanent. Il est recommandé que le marquage des routes dépourvues d'éclairage permanent soit exécuté à l'aide de matériaux rétro réfléchissants.

Il est par ailleurs important d'éviter l'abus des signaux.

2. Règle à respecté pour la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout 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
- Simplicité: elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.
- Eviter la publicité irrégulière.

3. Type de signalisation :

La signalisation peut être divisée en deux familles :

- La signalisation horizontale
- La signalisation verticale

3.1. Marquages peints sur la route :

Le marquage doit être harmonisé avec la signalisation verticale et les matériaux utilisés doivent offrir une haute résistance au dérapage.

Les signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, elles sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers sur la route. Elle se divise en trois types :

- **Marquage longitudinal**
- **Marquage transversal**
- **Autre marquage**

3.1.1. Marquage longitudinal:

Lignes continues :

Ce sont des lignes qui peuvent être utilisées pour délimiter les voies de circulation (ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de la route) et il est strictement interdit à tout les véhicules de les franchir.

Lignes discontinues :

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est à dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue:

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour les quelles la longueur des traits est environ égale au tiers de leurs intervalles.
- Les lignes de rive ; les lignes de délimitation des voies d'accélération de décélération ou d'entrecroisement, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T ₁	3.00	10.00	Environ 1/3
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.50	Environ 1
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	Environ 3
T' ₃	20.00	6.00	

3.1.2. Marquage transversal :

Ligne STOP:

C'est une ligne continue qui oblige les usager de marquer un arrêt .

Autre marquage :

Les flèches de rabattement :

C'est une flèche légèrement incurvées signalant aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

Les flèches de sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

Largeur des lignes :

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

$U = 7,5$ cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

$U = 6$ cm sur les routes et Voies urbaines « trafic > 3000 V /j ».

$U = 5$ cm pour les autres routes.

3.2. Signalisation verticale :

Les signes de la route doivent être employés judicieusement. S'il y en a trop, les conducteurs seront distraits ou ennuyés. Il faut toutefois installer tous les panneaux requis pour assurer la sécurité des gens qui circulent sur un chemin donné. Il regroupe quelque genre :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent Un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

3.2.1. Signalisation avancée :

On dira qu'un signal est place en signal avance lorsqu'il sera implante a une distance suffisante pour prévenir l'usager de l'approche de l'objet du début de la zone ou du début du point singulier.

Le signal A 24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection, les usagers doivent marquer l'arrêt à l'intersection.

3.2.2. Signalisation de position :

Lorsque le signal sera placé approximativement a l'aplomb de l'objet du début de la zone ou du point ainsi signalé on dira qu'il est placé en position de position.

Le signal de type B2 (arrêt obligatoire) est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

Signalisation de direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'il se soit fixé.

Ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par pointe do flèche d'angle ou sommet égale à 75° .

3.2.3. Signalisation des chantiers et des situations d'urgence :

En cas de travaux, de situations d'urgence (accidents) ou d'opérations en cours comportant la fermeture de chaussées ou de voies au trafic, il conviendra de mettre en place une signalisation temporaire adéquate permettant de préserver la sécurité des usagers et du personnel préposé aux opérations en question. Ces signalisations doivent être enlevées dès qu'elles ne sont plus nécessaires.

Dans une zone où les routes sont éclairées, les panneaux de signalisation des chantiers doivent être rétro réfléchissants. Dans les zones où les routes ne sont pas éclairées, les panneaux doivent être rétro réfléchissants et, autant que possible, couplés à des dispositifs de guidage lumineux.

Les panneaux permanents qui sont en désaccord avec la signalisation temporaire devront être supprimés ou occultés.

4. Application au projet :

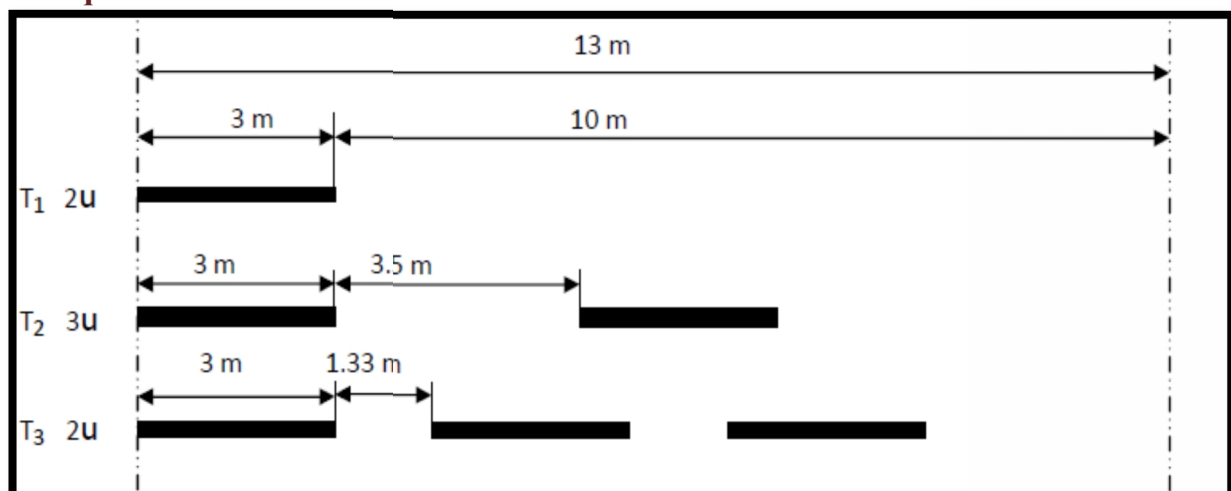
Dans le cadre de notre étude tout en respectant les critères énoncés ainsi que la réglementation routière algérienne (signalisation routière de 15/07/1974), on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

Les différents types de panneaux de signalisation dans cette étude sont :

4-1. La signalisation horizontale :

- Marquage longitudinal.
- Lignes continues.
- Lignes discontinues.

Marques sur chaussée :



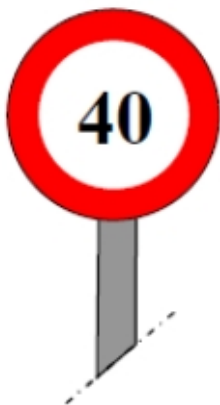
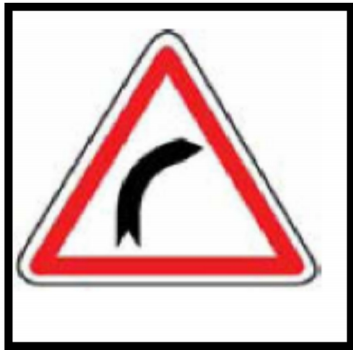
T1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie.

T2 3U : ligne de rive.

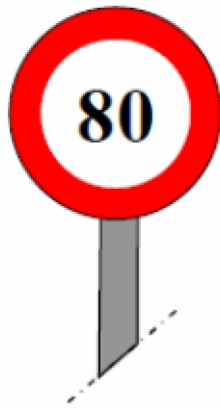
T3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

SCHEMAS DE MARQUAGE PAR HACHURES (sur le nez d'îlot):

14-4-2.La signalisation verticale :



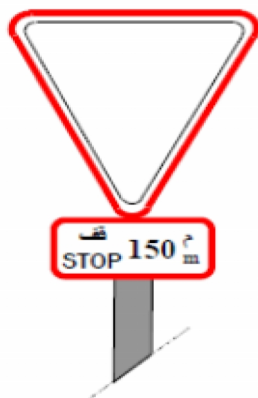
Hauteur limite de gabarit (C11)



Sens Interdit(C1)



Panneau Signalisation de Priorité (B2)



Panneau Signalisation d'avertissement de danger(A24)



5. éclairage

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, échangeur, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

5.1. éclairage d'un point singulier :

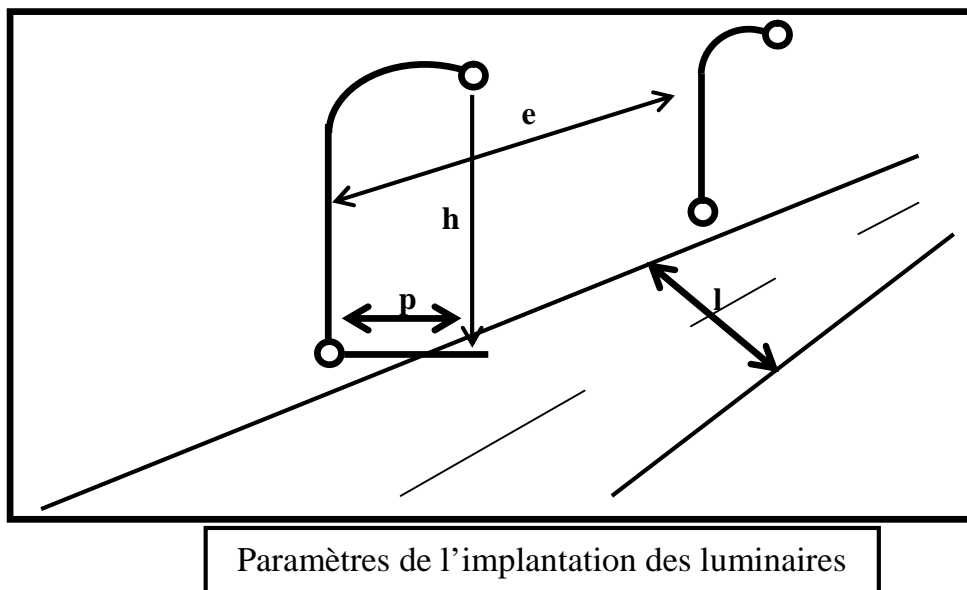
Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- 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.

5.2. paramètre de l'implantation des luminaires :

L'espacement (e) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

- 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.
- La porte à faux (p) du foyer par rapport au support.



1. Devis estimatif :

désignation	unité	Prix unitaire(DA)	quantité	montant
1) Acquisition de terrain	M2	700	65300	45710000
Total(1)= 45710000.00DA				
2) L'installation de chantier et repliement	F	3% du total (3+4+5)		
Total(2)=3549444.22DA				
3) préparation de terrain				
Débroussaillage d'arbre	M ²	250	0	0
Déplacement des poteaux électriques	Unité	300000	0	0
Total(3)=0DA				
4) Terrassement				
Décapage de terre végétale épaisseurs de 20 à 30 cm	M ²	50	124396.66	6219833.33
Déblais en terrain meuble mise en remblais	M ³	225	81397.3	18314392.50
Déblais excédentaires en terrain meuble mise en dépôt	M ³	175	2985	522375.00
Total(4)= 25056600.83DA				
5) chaussée				
Couche de fondation en GNT	M ³	1500	11088	16632000.00
Couche de base en grave bitume	T	7100	7392	52483200.00
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m ²	T	7800	59.13	461260.80
Couche d'accrochage dosée 200à 300g/m ²	T	5800	22.17	128620.80
Couche de roulement en béton bitumineux	T	5000	4435	22175000.00
Matériaux sélectionnés pour accotements	M ³	225	6125	1378125.00
Total(5)= 93258206.60DA				

6) Ouvrage d'art				
Ouvrage d'art	M ²	25000	0	0
Total(6)= 0 DA				
7) assainissement				
Buses Ø 600	ML	7000	10	7000
Buses Ø 800	ML	9000	20	180000
Buses Ø 1000	ML	12000	60	720000
Fossé trapézoïdal en béton	ML	900	1860	1674000
Total(7)=2581000.00				
10) Signalisation	F	2% du total (3+4+5)		
Total(10)=2366296.15DA				
11) Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F	2% du total (3+4+5)		
Total(11)= 2366296.15DA				
TOTAL GENERAL=174887844.00DA				

Arrêté le présent détail quantitatif, toutes taxes et impôts compris, à la somme de :

Cent soixante quatorze million huit cent quatre vingt sept mille huit cent quarante quatre dinars.

Conclusion générale :

On conclut que la monnaie courante de toute étude d'un projet routier est en premier lieu la sécurité puis l'économie.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tout les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation à fin de pouvoir diminuer la congestion que subit la ville de M'SILA.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans un environnement qui est varie entre facile et peut vallonner.

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE , l'AUTO PISTE et l'AUTO CAD.

BIBLIOGRAPHIE :

- Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP.
- Cours de 5^{ème} année ENSTP.
- Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP.
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- ENSTP : anciens mémoires de Fin d'étude.
- Cours de l'ENTPE (tome 01, tome 02).
- Site internet :

www.google.com.

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme
D'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics*

Thème

LES ANNEXES

Proposé par : D.T.P

Présenté par :
ARIBI SAMIR

METARFI RAMZI

Encadré par :
Mr. TAHHI NASSER EDDINE

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
		0.000	99962.576	500057.255	
D1	GIS = 318.363g	312.597			
		312.597	99662.894	500146.179	
L1	A = 146.000 Rf= -250.000 L = 85.264				
		397.861	99582.766	500175.000	
	XC= 99693.525 YC= 500399.127 R = -250.000 L = 253.022				
		650.883	99444.767	500374.237	
	Rd= -250.000 A = 146.000 L = 85.264	423.550			
		736.147	99445.957	500459.382	
D2	GIS = 4.507g	125.994			
		862.141	99454.870	500585.060	
L2	A = 146.000 Rf= 250.000 L = 85.264				
		947.405	99456.060	500670.206	
	XC= 99207.302 YC= 500645.315 R = 250.000 L = 257.873				
		1205.277	99313.692	500871.548	
	Rd= 250.000 A = 146.000 L = 85.264	428.401			
		1290.541	99233.020	500898.810	
D3	GIS = 317.128g	777.114			
		2067.655	98483.864	501105.380	
L3	A = 160.000 Rf= -300.000 L = 85.333				

			2152.989	98402.841	501131.912
	XC= 98522.774 YC= 501406.896 R = -300.000 L = 198.456				
			2351.445	98259.212	501263.594
	Rd= -300.000 A = 160.000 L = 85.333	369.123			
			2436.778	98225.762	501342.015
D4	GIS = 377.350g	134.479			
			2571.257	98178.920	501468.073
C4	XC= 95835.482 YC= 500597.271 R = 2500.000	378.064			
			2949.322	98020.989	501811.173
D5	GIS = 367.723g	516.358			
			3465.680	97770.266	502262.575
C5	XC= 102141.280 YC= 504690.380 R = -5000.000	324.165			
			3789.845	97622.157	502550.863
D6	GIS = 371.850g	290.359			
			4080.204	97497.912	502813.297
C6	XC= 102017.034 YC= 504952.813 R = -5000.000	692.011			
			4772.215	97245.956	503457.217
D7	GIS = 380.661g	154.484			
			4926.699	97199.746	503604.628
C7	XC= 101016.609 YC= 504801.105 R = -4000.000	465.927			
			5392.626	97086.558	504056.327
D8	GIS = 388.077g	777.374			
			6170.000	96941.815	504820.106
C8	XC= 98120.830 YC= 505043.540 R = -1200.000	247.043			
			6417.043	96921.038	505065.836
D9	GIS = 1.183g	367.210			
			6784.253	96927.860	505432.983

C9	XC= 94928.206 YC= 505470.143 R = 2000.000	275.026			
			7059.279	96914.078	505707.446
D10	GIS = 392.429g	156.305			
			7215.584	96895.532	505862.647
C10	XC= 98087.055 YC= 506005.029 R = -1200.000	284.581			
			7500.165	96895.431	506146.562
D11	GIS = 7.526g	571.865			
			8072.029	96962.878	506714.435
C11	XC= 77102.473 YC= 509073.311 R = 20000.000	325.398			
			8397.427	96998.627	507037.859
D12	GIS = 6.490g	859.407			
			9256.834	97086.091	507892.804
C12	XC= 77189.937 YC= 509928.256 R = 20000.000	595.359			
			9852.194	97137.859	508485.886
D13	GIS = 4.595g	707.964			
			10560.158	97188.916	509192.007

LONGUEUR DE L'AXE 10560.158

PROFIL EN LONG

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	499.463
D1	PENTE= -1.144 %	34.550		
			34.550	499.067
PR1	S= 86.0120 Z= 498.7732 R = 4500.00	90.501		
			125.050	498.943
D2	PENTE= 0.868 %	15.836		
			140.887	499.080
PR2	S= 197.2756 Z= 499.3245 R = -6500.00	209.807		
			350.693	497.514
D3	PENTE= -2.360 %	138.379		
			489.072	494.248
PR3	S= 571.6820 Z= 493.2730 R = 3500.00	100.655		
			589.728	493.319
D4	PENTE= 0.516 %	200.503		
			790.230	494.353
PR4	S= 944.9065 Z= 494.7520 R = -30000.00	2.619		
			792.850	494.367
D5	PENTE= 0.507 %	237.108		
			1029.958	495.568
PR5	S= 1075.5746 Z= 495.6840 R = -9000.00	99.265		
			1129.222	495.524
D6	PENTE= -0.596 %	223.444		
			1352.667	494.192
PR6	S= 1299.0187 Z= 494.3521 R = -9000.00	14.167		
			1366.833	494.097
D7	PENTE= -0.753 %	567.358		
			1934.192	489.822
PR7	S= 1708.1427 Z= 490.6732 R = -30000.00	50.857		

			1985.048	489.395
D8	PENTE= -0.923 %	436.838		
			2421.886	485.363
PR8	S= 2468.0371 Z= 485.1502 R = 5000.00	76.228		
			2498.114	485.241
D9	PENTE= 0.602 %	202.215		
			2700.329	486.457
PR9	S= 2507.8372 Z= 485.8781 R = 32000.00	79.343		
			2779.671	487.033
D10	PENTE= 0.849 %	85.952		
			2865.623	487.763
PR10	S= 3137.4577 Z= 488.9174 R = -32000.00	22.873		
			2888.497	487.949
D11	PENTE= 0.778 %	205.622		
			3094.118	489.549
PR11	S= 3144.6887 Z= 489.7454 R = -6500.00	244.543		
			3338.662	486.851
D12	PENTE= -2.984 %	14.341		
			3353.002	486.423
PR12	S= 3427.6072 Z= 485.3100 R = 2500.00	67.236		
			3420.238	485.321
D13	PENTE= -0.295 %	494.126		
			3914.364	483.864
PR13	S= 3886.3601 Z= 483.9056 R = -9500.00	9.733		
			3924.096	483.831
D14	PENTE= -0.397 %	290.765		
			4214.861	482.676
PR14	S= 3968.5833 Z= 483.1648 R = -62000.00	128.738		
			4343.599	482.031
D15	PENTE= -0.605 %	467.800		
			4811.399	479.201
PR15	S= 4992.8583 Z= 478.6523 R = 30000.00	59.882		
			4871.281	478.899
D16	PENTE= -0.405 %	659.152		

			5530.433	476.227
PR16	S= 5491.9334 Z= 476.3054 R = -9500.00	18.454		
			5548.887	476.135
D17	PENTE= -0.600 %	143.585		
			5692.472	475.274
PR17	S= 5702.0639 Z= 475.2451 R = 1600.00	14.637		
			5707.108	475.253
D18	PENTE= 0.315 %	208.503		
			5915.612	475.910
PR18	S= 5945.5622 Z= 475.9576 R = -9500.00	6.077		
			5921.688	475.928
D19	PENTE= 0.251 %	951.263		
			6872.952	478.318
PR19	S= 6948.3426 Z= 478.4129 R = -30000.00	14.097		
			6887.048	478.350
D20	PENTE= 0.204 %	675.825		
			7562.873	479.731
PR20	S= 7613.9515 Z= 479.7833 R = -25000.00	106.594		
			7669.467	479.722
D21	PENTE= -0.222 %	194.852		
			7864.319	479.289
PR21	S= 7919.8351 Z= 479.2273 R = 25000.00	116.141		
			7980.461	479.301
D22	PENTE= 0.243 %	548.058		
			8528.519	480.630
PR22	S= 8407.2676 Z= 480.4829 R = 50000.00	66.083		
			8594.601	480.834
D23	PENTE= 0.375 %	1965.557		
			10560.158	488.198

LONGUEUR DE L'AXE 10560.158

Le 07/06/2012 à 07:58 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 2007

C:\Users\ramzi\Desktop\ROJETF~1\TABULA~1.PIS

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	499.463	499.463	99962.576	500057.255	18.363g	3.00	-3.00
2	20.000	498.836	499.234	99943.402	500062.944	18.363g	3.00	-3.00
3	40.000	498.485	499.008	99924.228	500068.634	18.363g	3.00	-3.00
4	60.000	498.363	498.848	99905.055	500074.323	18.363g	3.00	-3.00
5	80.000	498.317	498.777	99885.881	500080.012	18.363g	3.00	-3.00
6	100.000	498.189	498.795	99866.707	500085.702	18.363g	3.00	-3.00
7	120.000	498.212	498.902	99847.534	500091.391	18.363g	3.00	-3.00
8	140.000	498.526	499.072	99828.360	500097.081	18.363g	3.00	-3.00
9	160.000	499.406	499.218	99809.186	500102.770	18.363g	3.00	-3.00
10	180.000	499.789	499.302	99790.012	500108.459	18.363g	3.00	-3.00
11	200.000	499.942	499.324	99770.839	500114.149	18.363g	3.00	-3.00
12	220.000	499.595	499.285	99751.665	500119.838	18.363g	3.00	-3.00
13	240.000	496.264	499.184	99732.491	500125.528	18.363g	3.00	-3.00
14	260.000	498.410	499.022	99713.318	500131.217	18.363g	3.00	-3.00
15	280.000	498.058	498.798	99694.144	500136.906	18.363g	3.00	-3.00
16	300.000	497.702	498.513	99674.970	500142.596	18.363g	3.00	-3.00
17	312.597	497.476	498.302	99662.894	500146.179	18.363g	3.00	-3.00
18	320.000	497.356	498.166	99655.797	500148.288	18.445g	2.06	-3.00
19	340.000	497.042	497.758	99636.669	500154.129	19.485g	-0.47	-3.00
20	360.000	496.678	497.294	99617.699	500160.458	21.719g	-3.00	-3.00
21	380.000	495.748	496.822	99599.029	500167.625	25.148g	-5.54	-5.54
22	397.861	495.027	496.401	99582.766	500175.000	29.220g	-7.80	-7.80
23	400.000	495.007	496.350	99580.852	500175.956	29.764g	-7.80	-7.80
24	420.000	494.762	495.878	99563.378	500185.674	34.857g	-7.80	-7.80
25	440.000	494.480	495.406	99546.736	500196.758	39.950g	-7.80	-7.80
26	460.000	494.049	494.934	99531.033	500209.135	45.043g	-7.80	-7.80
27	480.000	493.357	494.462	99516.370	500222.729	50.136g	-7.80	-7.80
28	500.000	492.803	494.007	99502.840	500237.450	55.229g	-7.80	-7.80
29	520.000	492.416	493.655	99490.529	500253.206	60.322g	-7.80	-7.80
30	540.000	492.201	493.416	99479.517	500269.895	65.415g	-7.80	-7.80
31	560.000	492.221	493.292	99469.874	500287.410	70.508g	-7.80	-7.80
32	580.000	492.660	493.283	99461.662	500305.640	75.601g	-7.80	-7.80
33	600.000	493.157	493.372	99454.932	500324.469	80.694g	-7.80	-7.80
34	620.000	493.027	493.476	99449.729	500343.774	85.787g	-7.80	-7.80
35	640.000	493.257	493.579	99446.086	500363.434	90.880g	-7.80	-7.80
36	650.883	493.298	493.635	99444.767	500374.237	93.651g	-7.80	-7.80
37	660.000	493.371	493.682	99444.019	500383.322	95.849g	-6.65	-6.65
38	680.000	493.374	493.785	99443.367	500403.308	99.800g	-4.11	-4.11
39	700.000	493.504	493.888	99443.768	500423.303	102.556g	-1.58	-3.00

40	720.000	493.512	493.991	99444.847	500443.273	104.118g	0.95	-3.00
41	736.147	493.624	494.074	99445.957	500459.382	104.507g	3.00	-3.00
42	740.000	493.709	494.094	99446.229	500463.225	104.507g	3.00	-3.00
43	760.000	493.937	494.197	99447.644	500483.175	104.507g	3.00	-3.00
44	780.000	493.753	494.301	99449.059	500503.125	104.507g	3.00	-3.00
45	800.000	493.886	494.403	99450.474	500523.075	104.507g	3.00	-3.00
46	820.000	493.993	494.504	99451.889	500543.025	104.507g	3.00	-3.00
47	840.000	494.100	494.606	99453.303	500562.975	104.507g	3.00	-3.00
48	860.000	494.199	494.707	99454.718	500582.925	104.507g	3.00	-3.00
49	862.141	494.209	494.718	99454.870	500585.060	104.507g	3.00	-3.00
50	880.000	494.278	494.808	99456.089	500602.877	104.031g	3.00	-0.74
51	900.000	494.352	494.910	99457.125	500622.850	102.367g	3.00	1.80
52	920.000	494.420	495.011	99457.450	500642.846	99.508g	4.33	4.33
53	940.000	494.569	495.112	99456.691	500662.828	95.455g	6.86	6.86
54	947.405	494.631	495.150	99456.060	500670.206	93.651g	7.80	7.80
55	960.000	494.736	495.214	99454.491	500682.701	90.444g	7.80	7.80
56	980.000	494.842	495.315	99450.712	500702.336	85.351g	7.80	7.80
57	1000.000	495.031	495.417	99445.377	500721.605	80.258g	7.80	7.80
58	1020.000	495.213	495.518	99438.519	500740.387	75.165g	7.80	7.80
59	1040.000	495.271	495.614	99430.182	500758.561	70.072g	7.80	7.80
60	1060.000	495.328	495.671	99420.419	500776.010	64.979g	7.80	7.80
61	1080.000	495.404	495.683	99409.293	500792.623	59.886g	7.80	7.80
62	1100.000	495.308	495.651	99396.875	500808.294	54.793g	7.80	7.80
63	1120.000	495.131	495.574	99383.244	500822.922	49.700g	7.80	7.80
64	1140.000	494.932	495.460	99368.488	500836.415	44.607g	7.80	7.80
65	1160.000	494.737	495.341	99352.701	500848.685	39.514g	7.80	7.80
66	1180.000	494.640	495.221	99335.984	500859.654	34.421g	7.80	7.80
67	1200.000	494.560	495.102	99318.443	500869.252	29.328g	7.80	7.80
68	1205.277	494.537	495.071	99313.692	500871.548	27.985g	7.80	7.80
69	1220.000	494.485	494.983	99300.202	500877.441	24.559g	5.94	5.94
70	1240.000	494.407	494.864	99281.457	500884.407	20.943g	3.40	3.40
71	1260.000	494.215	494.745	99262.402	500890.477	18.521g	3.00	0.87
72	1280.000	494.057	494.625	99243.179	500895.999	17.294g	3.00	-1.66
73	1290.541	493.963	494.563	99233.020	500898.810	17.128g	3.00	-3.00
74	1300.000	494.072	494.506	99223.901	500901.324	17.128g	3.00	-3.00
75	1320.000	494.117	494.387	99204.621	500906.640	17.128g	3.00	-3.00
76	1340.000	494.005	494.268	99185.340	500911.957	17.128g	3.00	-3.00
77	1360.000	494.046	494.146	99166.060	500917.273	17.128g	3.00	-3.00
78	1380.000	493.849	493.997	99146.780	500922.589	17.128g	3.00	-3.00
79	1400.000	493.542	493.847	99127.499	500927.906	17.128g	3.00	-3.00
80	1420.000	493.239	493.696	99108.219	500933.222	17.128g	3.00	-3.00
81	1440.000	492.935	493.545	99088.938	500938.538	17.128g	3.00	-3.00
82	1460.000	492.679	493.395	99069.658	500943.855	17.128g	3.00	-3.00
83	1480.000	492.544	493.244	99050.377	500949.171	17.128g	3.00	-3.00
84	1500.000	492.440	493.093	99031.097	500954.487	17.128g	3.00	-3.00
85	1520.000	492.338	492.943	99011.816	500959.804	17.128g	3.00	-3.00
86	1540.000	492.284	492.792	98992.536	500965.120	17.128g	3.00	-3.00
87	1560.000	492.235	492.641	98973.255	500970.436	17.128g	3.00	-3.00
88	1580.000	491.912	492.490	98953.975	500975.753	17.128g	3.00	-3.00
89	1600.000	491.649	492.340	98934.694	500981.069	17.128g	3.00	-3.00

90	1620.000	491.391	492.189	98915.414	500986.386	17.128g	3.00	-3.00
91	1640.000	491.286	492.038	98896.133	500991.702	17.128g	3.00	-3.00
92	1660.000	491.182	491.888	98876.853	500997.018	17.128g	3.00	-3.00
93	1680.000	491.074	491.737	98857.573	501002.335	17.128g	3.00	-3.00
94	1700.000	491.034	491.586	98838.292	501007.651	17.128g	3.00	-3.00
95	1720.000	490.900	491.436	98819.012	501012.967	17.128g	3.00	-3.00
96	1740.000	490.517	491.285	98799.731	501018.284	17.128g	3.00	-3.00
97	1760.000	490.319	491.134	98780.451	501023.600	17.128g	3.00	-3.00
98	1780.000	490.119	490.983	98761.170	501028.916	17.128g	3.00	-3.00
99	1800.000	489.971	490.833	98741.890	501034.233	17.128g	3.00	-3.00
100	1820.000	489.838	490.682	98722.609	501039.549	17.128g	3.00	-3.00
101	1840.000	489.732	490.531	98703.329	501044.866	17.128g	3.00	-3.00
102	1860.000	489.565	490.381	98684.048	501050.182	17.128g	3.00	-3.00
103	1880.000	489.373	490.230	98664.768	501055.498	17.128g	3.00	-3.00
104	1900.000	489.295	490.079	98645.487	501060.815	17.128g	3.00	-3.00
105	1920.000	489.217	489.929	98626.207	501066.131	17.128g	3.00	-3.00
106	1940.000	489.137	489.777	98606.927	501071.447	17.128g	3.00	-3.00
107	1960.000	489.059	489.616	98587.646	501076.764	17.128g	3.00	-3.00
108	1980.000	488.930	489.441	98568.366	501082.080	17.128g	3.00	-3.00
109	2000.000	488.580	489.257	98549.085	501087.396	17.128g	3.00	-3.00
110	2020.000	488.396	489.073	98529.805	501092.713	17.128g	3.00	-3.00
111	2040.000	488.248	488.888	98510.524	501098.029	17.128g	3.00	-3.00
112	2060.000	488.105	488.703	98491.244	501103.345	17.128g	3.00	-3.00
113	2067.655	488.050	488.633	98483.864	501105.380	17.128g	3.00	-3.00
114	2080.000	487.917	488.519	98471.967	501108.674	17.318g	1.59	-3.00
115	2100.000	487.673	488.334	98452.743	501114.190	18.429g	-0.70	-3.00
116	2120.000	487.441	488.150	98433.665	501120.191	20.535g	-2.98	-3.00
117	2140.000	487.160	487.965	98414.849	501126.965	23.636g	-5.27	-5.27
118	2152.989	486.894	487.845	98402.841	501131.912	26.183g	-6.75	-6.75
119	2160.000	486.746	487.780	98396.447	501134.790	27.670g	-6.75	-6.75
120	2180.000	486.652	487.596	98378.601	501143.810	31.915g	-6.75	-6.75
121	2200.000	486.509	487.411	98361.395	501153.999	36.159g	-6.75	-6.75
122	2220.000	486.393	487.227	98344.906	501165.311	40.403g	-6.75	-6.75
123	2240.000	486.253	487.042	98329.208	501177.697	44.647g	-6.75	-6.75
124	2260.000	486.077	486.857	98314.369	501191.101	48.891g	-6.75	-6.75
125	2280.000	485.864	486.673	98300.456	501205.464	53.135g	-6.75	-6.75
126	2300.000	485.560	486.488	98287.531	501220.721	57.379g	-6.75	-6.75
127	2320.000	485.277	486.304	98275.651	501236.806	61.623g	-6.75	-6.75
128	2340.000	484.917	486.119	98264.870	501253.647	65.868g	-6.75	-6.75
129	2351.445	484.588	486.013	98259.212	501263.594	68.296g	-6.75	-6.75
130	2360.000	484.531	485.934	98255.230	501271.166	70.021g	-5.77	-5.77
131	2380.000	484.958	485.750	98246.648	501289.229	73.342g	-3.49	-3.49
132	2400.000	485.091	485.565	98238.876	501307.655	75.669g	-1.20	-3.00
133	2420.000	485.199	485.381	98231.635	501326.299	77.000g	1.08	-3.00
134	2436.778	485.166	485.248	98225.762	501342.015	77.350g	3.00	-3.00
135	2440.000	485.145	485.229	98224.640	501345.035	77.350g	3.00	-3.00
136	2460.000	485.011	485.157	98217.674	501363.783	77.350g	3.00	-3.00
137	2480.000	484.953	485.165	98210.707	501382.530	77.350g	3.00	-3.00
138	2500.000	484.900	485.252	98203.741	501401.278	77.350g	3.00	-3.00
139	2520.000	484.853	485.372	98196.774	501420.025	77.350g	3.00	-3.00

140	2540.000	484.885	485.493	98189.808	501438.773	77.350g	3.00	-3.00
141	2560.000	484.930	485.613	98182.842	501457.520	77.350g	3.00	-3.00
142	2571.257	484.956	485.681	98178.920	501468.073	77.350g	3.00	-3.00
143	2580.000	484.975	485.733	98175.861	501476.262	77.128g	3.00	-3.00
144	2600.000	485.055	485.854	98168.754	501494.957	76.618g	3.00	-3.00
145	2620.000	485.188	485.974	98161.498	501513.594	76.109g	3.00	-3.00
146	2640.000	485.334	486.094	98154.093	501532.173	75.600g	3.00	-3.00
147	2660.000	485.477	486.214	98146.540	501550.692	75.091g	3.00	-3.00
148	2680.000	485.803	486.335	98138.839	501569.150	74.581g	3.00	-3.00
149	2700.000	486.145	486.455	98130.990	501587.545	74.072g	3.00	-3.00
150	2720.000	486.482	486.581	98122.994	501605.877	73.563g	3.00	-3.00
151	2740.000	486.696	486.720	98114.852	501624.145	73.053g	3.00	-3.00
152	2760.000	486.776	486.872	98106.565	501642.347	72.544g	3.00	-3.00
153	2780.000	486.852	487.035	98098.131	501660.482	72.035g	3.00	-3.00
154	2800.000	486.758	487.205	98089.553	501678.549	71.526g	3.00	-3.00
155	2820.000	486.706	487.375	98080.831	501696.547	71.016g	3.00	-3.00
156	2840.000	487.046	487.545	98071.965	501714.474	70.507g	3.00	-3.00
157	2860.000	487.381	487.715	98062.956	501732.330	69.998g	3.00	-3.00
158	2880.000	487.658	487.882	98053.804	501750.113	69.488g	3.00	-3.00
159	2900.000	487.820	488.038	98044.511	501767.823	68.979g	3.00	-3.00
160	2920.000	488.075	488.194	98035.076	501785.457	68.470g	3.00	-3.00
161	2940.000	488.263	488.350	98025.500	501803.016	67.960g	3.00	-3.00
162	2949.322	488.712	488.422	98020.989	501811.173	67.723g	3.00	-3.00
163	2960.000	488.510	488.505	98015.804	501820.508	67.723g	3.00	-3.00
164	2980.000	488.185	488.661	98006.093	501837.992	67.723g	3.00	-3.00
165	3000.000	488.341	488.816	97996.382	501855.476	67.723g	3.00	-3.00
166	3020.000	488.403	488.972	97986.670	501872.961	67.723g	3.00	-3.00
167	3040.000	487.980	489.128	97976.959	501890.445	67.723g	3.00	-3.00
168	3060.000	487.542	489.283	97967.248	501907.929	67.723g	3.00	-3.00
169	3080.000	487.957	489.439	97957.537	501925.413	67.723g	3.00	-3.00
170	3100.000	488.551	489.592	97947.825	501942.897	67.723g	3.00	-3.00
171	3120.000	489.172	489.699	97938.114	501960.381	67.723g	3.00	-3.00
172	3140.000	489.150	489.744	97928.403	501977.865	67.723g	3.00	-3.00
173	3160.000	489.277	489.727	97918.692	501995.349	67.723g	3.00	-3.00
174	3180.000	490.319	489.650	97908.981	502012.833	67.723g	3.00	-3.00
175	3200.000	491.654	489.510	97899.269	502030.317	67.723g	3.00	-3.00
176	3220.000	491.613	489.309	97889.558	502047.801	67.723g	3.00	-3.00
177	3240.000	490.321	489.047	97879.847	502065.285	67.723g	3.00	-3.00
178	3260.000	489.028	488.723	97870.136	502082.769	67.723g	3.00	-3.00
179	3280.000	487.834	488.337	97860.424	502100.253	67.723g	3.00	-3.00
180	3300.000	486.930	487.890	97850.713	502117.737	67.723g	3.00	-3.00
181	3320.000	485.978	487.381	97841.002	502135.221	67.723g	3.00	-3.00
182	3340.000	485.066	486.811	97831.291	502152.705	67.723g	3.00	-3.00
183	3360.000	484.570	486.224	97821.580	502170.190	67.723g	3.00	-3.00
184	3380.000	484.437	485.763	97811.868	502187.674	67.723g	3.00	-3.00
185	3400.000	484.425	485.462	97802.157	502205.158	67.723g	3.00	-3.00
186	3420.000	484.448	485.322	97792.446	502222.642	67.723g	3.00	-3.00
187	3440.000	484.457	485.263	97782.735	502240.126	67.723g	3.00	-3.00
188	3460.000	484.440	485.204	97773.023	502257.610	67.723g	3.00	-3.00
189	3465.680	484.433	485.187	97770.266	502262.575	67.723g	3.00	-3.00

190	3480.000	484.410	485.145	97763.330	502275.104	67.905g	3.00	-3.00
191	3500.000	484.342	485.086	97753.704	502292.635	68.160g	3.00	-3.00
192	3520.000	484.284	485.027	97744.148	502310.204	68.415g	3.00	-3.00
193	3540.000	484.263	484.968	97734.663	502327.812	68.669g	3.00	-3.00
194	3560.000	484.129	484.909	97725.248	502345.457	68.924g	3.00	-3.00
195	3580.000	483.983	484.850	97715.903	502363.140	69.179g	3.00	-3.00
196	3600.000	483.793	484.791	97706.630	502380.860	69.433g	3.00	-3.00
197	3620.000	483.624	484.732	97697.427	502398.617	69.688g	3.00	-3.00
198	3640.000	483.589	484.673	97688.296	502416.411	69.943g	3.00	-3.00
199	3660.000	483.567	484.614	97679.236	502434.241	70.197g	3.00	-3.00
200	3680.000	483.564	484.555	97670.247	502452.107	70.452g	3.00	-3.00
201	3700.000	483.516	484.496	97661.330	502470.009	70.707g	3.00	-3.00
202	3720.000	483.347	484.437	97652.484	502487.947	70.961g	3.00	-3.00
203	3740.000	483.188	484.378	97643.710	502505.919	71.216g	3.00	-3.00
204	3760.000	483.052	484.319	97635.008	502523.927	71.470g	3.00	-3.00
205	3780.000	482.950	484.260	97626.379	502541.969	71.725g	3.00	-3.00
206	3789.845	482.929	484.231	97622.157	502550.863	71.850g	3.00	-3.00
207	3800.000	482.906	484.201	97617.812	502560.042	71.850g	3.00	-3.00
208	3820.000	482.982	484.143	97609.254	502578.118	71.850g	3.00	-3.00
209	3840.000	483.243	484.084	97600.696	502596.195	71.850g	3.00	-3.00
210	3860.000	483.369	484.025	97592.138	502614.271	71.850g	3.00	-3.00
211	3880.000	483.458	483.966	97583.579	502632.348	71.850g	3.00	-3.00
212	3900.000	483.529	483.907	97575.021	502650.424	71.850g	3.00	-3.00
213	3920.000	483.620	483.846	97566.463	502668.501	71.850g	3.00	-3.00
214	3940.000	483.402	483.767	97557.905	502686.577	71.850g	3.00	-3.00
215	3960.000	483.120	483.688	97549.347	502704.654	71.850g	3.00	-3.00
216	3980.000	482.999	483.609	97540.789	502722.730	71.850g	3.00	-3.00
217	4000.000	482.978	483.529	97532.231	502740.807	71.850g	3.00	-3.00
218	4020.000	482.967	483.450	97523.673	502758.883	71.850g	3.00	-3.00
219	4040.000	482.995	483.370	97515.115	502776.960	71.850g	3.00	-3.00
220	4060.000	482.936	483.291	97506.557	502795.036	71.850g	3.00	-3.00
221	4080.000	482.866	483.211	97497.999	502813.113	71.850g	3.00	-3.00
222	4080.204	482.863	483.211	97497.912	502813.297	71.850g	3.00	-3.00
223	4100.000	482.630	483.132	97489.476	502831.206	72.103g	3.00	-3.00
224	4120.000	482.396	483.052	97481.026	502849.333	72.357g	3.00	-3.00
225	4140.000	482.350	482.973	97472.648	502867.494	72.612g	3.00	-3.00
226	4160.000	482.330	482.894	97464.343	502885.688	72.866g	3.00	-3.00
227	4180.000	482.132	482.814	97456.111	502903.915	73.121g	3.00	-3.00
228	4200.000	482.057	482.735	97447.952	502922.175	73.376g	3.00	-3.00
229	4220.000	482.019	482.655	97439.866	502940.468	73.630g	3.00	-3.00
230	4240.000	481.983	482.571	97431.854	502958.792	73.885g	3.00	-3.00
231	4260.000	481.978	482.480	97423.914	502977.149	74.140g	3.00	-3.00
232	4280.000	481.848	482.383	97416.048	502995.537	74.394g	3.00	-3.00
233	4300.000	481.707	482.279	97408.256	503013.957	74.649g	3.00	-3.00
234	4320.000	481.562	482.169	97400.538	503032.407	74.904g	3.00	-3.00
235	4340.000	481.359	482.052	97392.893	503050.889	75.158g	3.00	-3.00
236	4360.000	480.993	481.931	97385.322	503069.400	75.413g	3.00	-3.00
237	4380.000	480.842	481.810	97377.826	503087.942	75.668g	3.00	-3.00
238	4400.000	480.811	481.690	97370.403	503106.514	75.922g	3.00	-3.00
239	4420.000	480.852	481.569	97363.055	503125.115	76.177g	3.00	-3.00

240	4440.000	480.679	481.448	97355.782	503143.746	76.432g	3.00	-3.00
241	4460.000	480.311	481.327	97348.583	503162.405	76.686g	3.00	-3.00
242	4480.000	480.008	481.206	97341.458	503181.093	76.941g	3.00	-3.00
243	4500.000	479.737	481.085	97334.409	503199.810	77.195g	3.00	-3.00
244	4520.000	479.518	480.964	97327.434	503218.554	77.450g	3.00	-3.00
245	4540.000	479.305	480.843	97320.535	503237.326	77.705g	3.00	-3.00
246	4560.000	479.114	480.722	97313.711	503256.126	77.959g	3.00	-3.00
247	4580.000	479.122	480.601	97306.962	503274.953	78.214g	3.00	-3.00
248	4600.000	479.262	480.480	97300.288	503293.807	78.469g	3.00	-3.00
249	4620.000	479.355	480.359	97293.689	503312.687	78.723g	3.00	-3.00
250	4640.000	479.352	480.238	97287.167	503331.593	78.978g	3.00	-3.00
251	4660.000	479.124	480.117	97280.720	503350.526	79.233g	3.00	-3.00
252	4680.000	478.770	479.996	97274.349	503369.484	79.487g	3.00	-3.00
253	4700.000	478.638	479.875	97268.053	503388.467	79.742g	3.00	-3.00
254	4720.000	478.566	479.754	97261.834	503407.475	79.997g	3.00	-3.00
255	4740.000	478.543	479.633	97255.690	503426.509	80.251g	3.00	-3.00
256	4760.000	478.549	479.512	97249.623	503445.566	80.506g	3.00	-3.00
257	4772.215	478.552	479.438	97245.956	503457.217	80.661g	3.00	-3.00
258	4780.000	478.555	479.391	97243.627	503464.646	80.661g	3.00	-3.00
259	4800.000	478.524	479.270	97237.644	503483.730	80.661g	3.00	-3.00
260	4820.000	478.423	479.150	97231.662	503502.815	80.661g	3.00	-3.00
261	4840.000	478.323	479.042	97225.680	503521.899	80.661g	3.00	-3.00
262	4860.000	478.273	478.947	97219.697	503540.983	80.661g	3.00	-3.00
263	4880.000	478.433	478.863	97213.715	503560.067	80.661g	3.00	-3.00
264	4900.000	478.593	478.782	97207.732	503579.152	80.661g	3.00	-3.00
265	4920.000	478.407	478.701	97201.750	503598.236	80.661g	3.00	-3.00
266	4926.699	478.373	478.674	97199.746	503604.628	80.661g	3.00	-3.00
267	4940.000	478.357	478.620	97195.789	503617.327	80.873g	3.00	-3.00
268	4960.000	478.334	478.539	97189.918	503636.446	81.191g	3.00	-3.00
269	4980.000	478.311	478.458	97184.142	503655.594	81.510g	3.00	-3.00
270	5000.000	478.289	478.377	97178.463	503674.770	81.828g	3.00	-3.00
271	5020.000	478.264	478.296	97172.879	503693.975	82.146g	3.00	-3.00
272	5040.000	478.115	478.215	97167.391	503713.207	82.465g	3.00	-3.00
273	5060.000	477.935	478.134	97162.000	503732.467	82.783g	3.00	-3.00
274	5080.000	477.763	478.053	97156.705	503751.753	83.101g	3.00	-3.00
275	5100.000	477.514	477.972	97151.507	503771.066	83.420g	3.00	-3.00
276	5120.000	477.265	477.891	97146.405	503790.404	83.738g	3.00	-3.00
277	5140.000	477.083	477.810	97141.400	503809.768	84.056g	3.00	-3.00
278	5160.000	477.064	477.729	97136.491	503829.156	84.375g	3.00	-3.00
279	5180.000	477.098	477.648	97131.680	503848.569	84.693g	3.00	-3.00
280	5200.000	477.131	477.566	97126.966	503868.005	85.011g	3.00	-3.00
281	5220.000	477.087	477.485	97122.349	503887.465	85.329g	3.00	-3.00
282	5240.000	477.006	477.404	97117.830	503906.948	85.648g	3.00	-3.00
283	5260.000	476.926	477.323	97113.408	503926.453	85.966g	3.00	-3.00
284	5280.000	476.847	477.242	97109.083	503945.980	86.284g	3.00	-3.00
285	5300.000	476.768	477.161	97104.856	503965.528	86.603g	3.00	-3.00
286	5320.000	476.689	477.080	97100.727	503985.097	86.921g	3.00	-3.00
287	5340.000	476.611	476.999	97096.696	504004.687	87.239g	3.00	-3.00
288	5360.000	476.546	476.918	97092.763	504024.296	87.558g	3.00	-3.00
289	5380.000	476.563	476.837	97088.928	504043.925	87.876g	3.00	-3.00

290	5392.626	476.574	476.786	97086.558	504056.327	88.077g	3.00	-3.00
291	5400.000	476.580	476.756	97085.185	504063.571	88.077g	3.00	-3.00
292	5420.000	476.540	476.675	97081.461	504083.222	88.077g	3.00	-3.00
293	5440.000	476.492	476.594	97077.737	504102.872	88.077g	3.00	-3.00
294	5460.000	476.444	476.513	97074.013	504122.522	88.077g	3.00	-3.00
295	5480.000	476.367	476.432	97070.289	504142.172	88.077g	3.00	-3.00
296	5500.000	476.242	476.351	97066.565	504161.823	88.077g	3.00	-3.00
297	5520.000	476.114	476.270	97062.841	504181.473	88.077g	3.00	-3.00
298	5540.000	475.986	476.184	97059.118	504201.123	88.077g	3.00	-3.00
299	5560.000	475.843	476.068	97055.394	504220.773	88.077g	3.00	-3.00
300	5580.000	475.685	475.948	97051.670	504240.424	88.077g	3.00	-3.00
301	5600.000	475.537	475.828	97047.946	504260.074	88.077g	3.00	-3.00
302	5620.000	475.444	475.708	97044.222	504279.724	88.077g	3.00	-3.00
303	5640.000	475.296	475.588	97040.498	504299.374	88.077g	3.00	-3.00
304	5660.000	475.257	475.469	97036.774	504319.025	88.077g	3.00	-3.00
305	5680.000	475.217	475.349	97033.050	504338.675	88.077g	3.00	-3.00
306	5700.000	475.154	475.246	97029.326	504358.325	88.077g	3.00	-3.00
307	5720.000	475.131	475.294	97025.603	504377.975	88.077g	3.00	-3.00
308	5740.000	475.107	475.357	97021.879	504397.626	88.077g	3.00	-3.00
309	5760.000	475.074	475.420	97018.155	504417.276	88.077g	3.00	-3.00
310	5780.000	475.041	475.483	97014.431	504436.926	88.077g	3.00	-3.00
311	5800.000	475.163	475.546	97010.707	504456.576	88.077g	3.00	-3.00
312	5820.000	475.307	475.609	97006.983	504476.227	88.077g	3.00	-3.00
313	5840.000	475.451	475.672	97003.259	504495.877	88.077g	3.00	-3.00
314	5860.000	475.554	475.735	96999.535	504515.527	88.077g	3.00	-3.00
315	5880.000	475.571	475.798	96995.811	504535.178	88.077g	3.00	-3.00
316	5900.000	475.588	475.861	96992.087	504554.828	88.077g	3.00	-3.00
317	5920.000	475.634	475.923	96988.364	504574.478	88.077g	3.00	-3.00
318	5940.000	475.683	475.974	96984.640	504594.128	88.077g	3.00	-3.00
319	5960.000	475.732	476.024	96980.916	504613.779	88.077g	3.00	-3.00
320	5980.000	475.759	476.074	96977.192	504633.429	88.077g	3.00	-3.00
321	6000.000	475.721	476.124	96973.468	504653.079	88.077g	3.00	-3.00
322	6020.000	475.697	476.175	96969.744	504672.729	88.077g	3.00	-3.00
323	6040.000	475.685	476.225	96966.020	504692.380	88.077g	3.00	-3.00
324	6060.000	475.664	476.275	96962.296	504712.030	88.077g	3.00	-3.00
325	6080.000	475.646	476.325	96958.572	504731.680	88.077g	3.00	-3.00
326	6100.000	475.635	476.376	96954.849	504751.330	88.077g	3.00	-3.00
327	6120.000	475.617	476.426	96951.125	504770.981	88.077g	3.00	-3.00
328	6140.000	475.599	476.476	96947.401	504790.631	88.077g	3.00	-3.00
329	6160.000	475.590	476.527	96943.677	504810.281	88.077g	3.00	-3.00
330	6170.000	475.516	476.552	96941.815	504820.106	88.077g	3.00	-3.00
331	6180.000	475.439	476.577	96939.994	504829.939	88.607g	3.00	-3.00
332	6200.000	475.558	476.627	96936.598	504849.648	89.668g	3.00	-3.00
333	6220.000	475.656	476.677	96933.531	504869.412	90.729g	3.00	-3.00
334	6240.000	475.714	476.728	96930.794	504889.223	91.791g	3.00	-3.00
335	6260.000	475.804	476.778	96928.388	504909.078	92.852g	3.00	-3.00
336	6280.000	475.903	476.828	96926.312	504928.969	93.913g	3.00	-3.00
337	6300.000	475.993	476.878	96924.569	504948.893	94.974g	3.00	-3.00
338	6320.000	476.092	476.929	96923.157	504968.843	96.035g	3.00	-3.00
339	6340.000	476.195	476.979	96922.079	504988.814	97.096g	3.00	-3.00

340	6360.000	476.299	477.029	96921.333	505008.800	98.157g	3.00	-3.00
341	6380.000	476.408	477.079	96920.921	505028.795	99.218g	3.00	-3.00
342	6400.000	476.517	477.130	96920.842	505048.795	100.279g	3.00	-3.00
343	6417.043	476.611	477.172	96921.038	505065.836	101.183g	3.00	-3.00
344	6420.000	476.627	477.180	96921.092	505068.793	101.183g	3.00	-3.00
345	6440.000	476.738	477.230	96921.464	505088.789	101.183g	3.00	-3.00
346	6460.000	476.839	477.280	96921.836	505108.786	101.183g	3.00	-3.00
347	6480.000	476.914	477.331	96922.207	505128.783	101.183g	3.00	-3.00
348	6500.000	476.988	477.381	96922.579	505148.779	101.183g	3.00	-3.00
349	6520.000	477.069	477.431	96922.950	505168.776	101.183g	3.00	-3.00
350	6540.000	477.098	477.481	96923.322	505188.772	101.183g	3.00	-3.00
351	6560.000	477.128	477.532	96923.694	505208.769	101.183g	3.00	-3.00
352	6580.000	477.157	477.582	96924.065	505228.765	101.183g	3.00	-3.00
353	6600.000	477.181	477.632	96924.437	505248.762	101.183g	3.00	-3.00
354	6620.000	477.206	477.683	96924.809	505268.758	101.183g	3.00	-3.00
355	6640.000	477.242	477.733	96925.180	505288.755	101.183g	3.00	-3.00
356	6660.000	477.190	477.783	96925.552	505308.751	101.183g	3.00	-3.00
357	6680.000	477.146	477.833	96925.923	505328.748	101.183g	3.00	-3.00
358	6700.000	477.372	477.884	96926.295	505348.745	101.183g	3.00	-3.00
359	6720.000	477.485	477.934	96926.667	505368.741	101.183g	3.00	-3.00
360	6740.000	477.539	477.984	96927.038	505388.738	101.183g	3.00	-3.00
361	6760.000	477.566	478.034	96927.410	505408.734	101.183g	3.00	-3.00
362	6780.000	477.663	478.085	96927.781	505428.731	101.183g	3.00	-3.00
363	6784.253	477.681	478.095	96927.860	505432.983	101.183g	3.00	-3.00
364	6800.000	477.784	478.135	96928.091	505448.728	100.682g	3.00	-3.00
365	6820.000	478.007	478.185	96928.205	505468.728	100.045g	3.00	-3.00
366	6840.000	478.168	478.235	96928.119	505488.728	99.408g	3.00	-3.00
367	6860.000	478.287	478.286	96927.833	505508.725	98.772g	3.00	-3.00
368	6880.000	478.336	478.335	96927.348	505528.719	98.135g	3.00	-3.00
369	6900.000	478.375	478.377	96926.662	505548.708	97.499g	3.00	-3.00
370	6920.000	478.375	478.418	96925.776	505568.688	96.862g	3.00	-3.00
371	6940.000	478.362	478.458	96924.691	505588.658	96.225g	3.00	-3.00
372	6960.000	478.326	478.499	96923.406	505608.617	95.589g	3.00	-3.00
373	6980.000	478.289	478.540	96921.922	505628.562	94.952g	3.00	-3.00
374	7000.000	478.218	478.581	96920.238	505648.491	94.315g	3.00	-3.00
375	7020.000	478.113	478.622	96918.355	505668.402	93.679g	3.00	-3.00
376	7040.000	477.785	478.663	96916.273	505688.293	93.042g	3.00	-3.00
377	7059.279	477.425	478.702	96914.078	505707.446	92.429g	3.00	-3.00
378	7060.000	477.410	478.704	96913.992	505708.162	92.429g	3.00	-3.00
379	7080.000	477.341	478.745	96911.619	505728.021	92.429g	3.00	-3.00
380	7100.000	477.316	478.785	96909.246	505747.880	92.429g	3.00	-3.00
381	7120.000	477.680	478.826	96906.873	505767.739	92.429g	3.00	-3.00
382	7140.000	478.036	478.867	96904.500	505787.597	92.429g	3.00	-3.00
383	7160.000	478.183	478.908	96902.127	505807.456	92.429g	3.00	-3.00
384	7180.000	478.347	478.949	96899.754	505827.315	92.429g	3.00	-3.00
385	7200.000	478.330	478.990	96897.381	505847.173	92.429g	3.00	-3.00
386	7215.584	478.281	479.022	96895.532	505862.647	92.429g	3.00	-3.00
387	7220.000	478.267	479.031	96895.016	505867.033	92.663g	3.00	-3.00
388	7240.000	478.207	479.071	96892.882	505886.919	93.724g	3.00	-3.00
389	7260.000	478.150	479.112	96891.079	505906.837	94.785g	3.00	-3.00

390	7280.000	478.096	479.153	96889.609	505926.783	95.846g	3.00	-3.00
391	7300.000	478.030	479.194	96888.471	505946.750	96.907g	3.00	-3.00
392	7320.000	477.968	479.235	96887.666	505966.734	97.968g	3.00	-3.00
393	7340.000	477.905	479.276	96887.194	505986.728	99.029g	3.00	-3.00
394	7360.000	477.850	479.317	96887.056	506006.727	100.090g	3.00	-3.00
395	7380.000	477.819	479.357	96887.251	506026.726	101.151g	3.00	-3.00
396	7400.000	477.788	479.398	96887.779	506046.719	102.212g	3.00	-3.00
397	7420.000	477.758	479.439	96888.641	506066.700	103.273g	3.00	-3.00
398	7440.000	477.840	479.480	96889.835	506086.664	104.334g	3.00	-3.00
399	7460.000	477.911	479.521	96891.362	506106.605	105.395g	3.00	-3.00
400	7480.000	477.851	479.562	96893.221	506126.519	106.456g	3.00	-3.00
401	7500.000	477.785	479.603	96895.411	506146.398	107.517g	3.00	-3.00
402	7500.165	477.790	479.603	96895.431	506146.562	107.526g	3.00	-3.00
403	7520.000	477.926	479.644	96897.770	506166.258	107.526g	3.00	-3.00
404	7540.000	477.861	479.684	96900.129	506186.119	107.526g	3.00	-3.00
405	7560.000	477.879	479.725	96902.488	506205.979	107.526g	3.00	-3.00
406	7580.000	477.905	479.760	96904.847	506225.840	107.526g	3.00	-3.00
407	7600.000	477.885	479.779	96907.206	506245.700	107.526g	3.00	-3.00
408	7620.000	477.853	479.783	96909.564	506265.561	107.526g	3.00	-3.00
409	7640.000	477.873	479.770	96911.923	506285.421	107.526g	3.00	-3.00
410	7660.000	477.902	479.741	96914.282	506305.281	107.526g	3.00	-3.00
411	7680.000	477.950	479.698	96916.641	506325.142	107.526g	3.00	-3.00
412	7700.000	477.994	479.654	96919.000	506345.002	107.526g	3.00	-3.00
413	7720.000	477.989	479.609	96921.359	506364.863	107.526g	3.00	-3.00
414	7740.000	478.050	479.565	96923.718	506384.723	107.526g	3.00	-3.00
415	7760.000	478.016	479.521	96926.077	506404.583	107.526g	3.00	-3.00
416	7780.000	477.965	479.476	96928.435	506424.444	107.526g	3.00	-3.00
417	7800.000	477.954	479.432	96930.794	506444.304	107.526g	3.00	-3.00
418	7820.000	477.876	479.387	96933.153	506464.165	107.526g	3.00	-3.00
419	7840.000	477.804	479.343	96935.512	506484.025	107.526g	3.00	-3.00
420	7860.000	477.825	479.299	96937.871	506503.885	107.526g	3.00	-3.00
421	7880.000	477.856	479.259	96940.230	506523.746	107.526g	3.00	-3.00
422	7900.000	477.881	479.235	96942.589	506543.606	107.526g	3.00	-3.00
423	7920.000	477.904	479.227	96944.948	506563.467	107.526g	3.00	-3.00
424	7940.000	477.934	479.235	96947.306	506583.327	107.526g	3.00	-3.00
425	7960.000	477.969	479.260	96949.665	506603.187	107.526g	3.00	-3.00
426	7980.000	478.152	479.300	96952.024	506623.048	107.526g	3.00	-3.00
427	8000.000	478.060	479.348	96954.383	506642.908	107.526g	3.00	-3.00
428	8020.000	478.167	479.397	96956.742	506662.769	107.526g	3.00	-3.00
429	8040.000	478.354	479.445	96959.101	506682.629	107.526g	3.00	-3.00
430	8060.000	478.395	479.494	96961.460	506702.489	107.526g	3.00	-3.00
431	8072.029	478.450	479.523	96962.878	506714.435	107.526g	3.00	-3.00
432	8080.000	478.495	479.542	96963.817	506722.350	107.501g	3.00	-3.00
433	8100.000	478.608	479.591	96966.158	506742.213	107.437g	3.00	-3.00
434	8120.000	478.703	479.639	96968.479	506762.077	107.373g	3.00	-3.00
435	8140.000	478.779	479.688	96970.780	506781.945	107.310g	3.00	-3.00
436	8160.000	478.841	479.736	96973.062	506801.814	107.246g	3.00	-3.00
437	8180.000	478.860	479.785	96975.323	506821.686	107.182g	3.00	-3.00
438	8200.000	478.894	479.833	96977.565	506841.560	107.119g	3.00	-3.00
439	8220.000	479.005	479.882	96979.787	506861.436	107.055g	3.00	-3.00

440	8240.000	479.136	479.930	96981.989	506881.314	106.991g	3.00	-3.00
441	8260.000	479.247	479.979	96984.171	506901.195	106.928g	3.00	-3.00
442	8280.000	479.313	480.027	96986.333	506921.078	106.864g	3.00	-3.00
443	8300.000	479.361	480.076	96988.475	506940.963	106.800g	3.00	-3.00
444	8320.000	479.406	480.124	96990.598	506960.850	106.737g	3.00	-3.00
445	8340.000	479.467	480.173	96992.700	506980.739	106.673g	3.00	-3.00
446	8360.000	479.564	480.221	96994.783	507000.630	106.609g	3.00	-3.00
447	8380.000	479.661	480.270	96996.846	507020.523	106.546g	3.00	-3.00
448	8397.427	479.741	480.312	96998.627	507037.859	106.490g	3.00	-3.00
449	8400.000	479.746	480.318	96998.889	507040.419	106.490g	3.00	-3.00
450	8420.000	479.785	480.367	97000.924	507060.315	106.490g	3.00	-3.00
451	8440.000	479.816	480.415	97002.960	507080.211	106.490g	3.00	-3.00
452	8460.000	479.844	480.464	97004.995	507100.107	106.490g	3.00	-3.00
453	8480.000	479.863	480.512	97007.031	507120.003	106.490g	3.00	-3.00
454	8500.000	479.883	480.561	97009.066	507139.900	106.490g	3.00	-3.00
455	8520.000	479.877	480.609	97011.101	507159.796	106.490g	3.00	-3.00
456	8540.000	479.950	480.659	97013.137	507179.692	106.490g	3.00	-3.00
457	8560.000	480.005	480.716	97015.172	507199.588	106.490g	3.00	-3.00
458	8580.000	480.062	480.781	97017.208	507219.484	106.490g	3.00	-3.00
459	8600.000	480.087	480.854	97019.243	507239.380	106.490g	3.00	-3.00
460	8620.000	480.072	480.929	97021.279	507259.277	106.490g	3.00	-3.00
461	8640.000	480.193	481.004	97023.314	507279.173	106.490g	3.00	-3.00
462	8660.000	480.263	481.079	97025.350	507299.069	106.490g	3.00	-3.00
463	8680.000	480.198	481.154	97027.385	507318.965	106.490g	3.00	-3.00
464	8700.000	480.206	481.229	97029.420	507338.861	106.490g	3.00	-3.00
465	8720.000	480.265	481.304	97031.456	507358.757	106.490g	3.00	-3.00
466	8740.000	480.327	481.379	97033.491	507378.653	106.490g	3.00	-3.00
467	8760.000	480.391	481.453	97035.527	507398.550	106.490g	3.00	-3.00
468	8780.000	480.455	481.528	97037.562	507418.446	106.490g	3.00	-3.00
469	8800.000	480.519	481.603	97039.598	507438.342	106.490g	3.00	-3.00
470	8820.000	480.587	481.678	97041.633	507458.238	106.490g	3.00	-3.00
471	8840.000	480.654	481.753	97043.669	507478.134	106.490g	3.00	-3.00
472	8860.000	480.721	481.828	97045.704	507498.030	106.490g	3.00	-3.00
473	8880.000	480.779	481.903	97047.740	507517.927	106.490g	3.00	-3.00
474	8900.000	480.832	481.978	97049.775	507537.823	106.490g	3.00	-3.00
475	8920.000	480.886	482.053	97051.810	507557.719	106.490g	3.00	-3.00
476	8940.000	480.942	482.128	97053.846	507577.615	106.490g	3.00	-3.00
477	8960.000	481.004	482.203	97055.881	507597.511	106.490g	3.00	-3.00
478	8980.000	481.064	482.278	97057.917	507617.407	106.490g	3.00	-3.00
479	9000.000	481.126	482.353	97059.952	507637.303	106.490g	3.00	-3.00
480	9020.000	481.212	482.428	97061.988	507657.200	106.490g	3.00	-3.00
481	9040.000	481.296	482.503	97064.023	507677.096	106.490g	3.00	-3.00
482	9060.000	481.382	482.577	97066.059	507696.992	106.490g	3.00	-3.00
483	9080.000	481.495	482.652	97068.094	507716.888	106.490g	3.00	-3.00
484	9100.000	481.622	482.727	97070.130	507736.784	106.490g	3.00	-3.00
485	9120.000	481.762	482.802	97072.165	507756.680	106.490g	3.00	-3.00
486	9140.000	481.901	482.877	97074.200	507776.577	106.490g	3.00	-3.00
487	9160.000	482.028	482.952	97076.236	507796.473	106.490g	3.00	-3.00
488	9180.000	482.102	483.027	97078.271	507816.369	106.490g	3.00	-3.00
489	9200.000	482.165	483.102	97080.307	507836.265	106.490g	3.00	-3.00

490	9220.000	482.243	483.177	97082.342	507856.161	106.490g	3.00	-3.00
491	9240.000	482.331	483.252	97084.378	507876.057	106.490g	3.00	-3.00
492	9256.834	482.402	483.315	97086.091	507892.804	106.490g	3.00	-3.00
493	9260.000	482.416	483.327	97086.413	507895.954	106.480g	3.00	-3.00
494	9280.000	482.500	483.402	97088.435	507915.851	106.417g	3.00	-3.00
495	9300.000	482.585	483.477	97090.438	507935.750	106.353g	3.00	-3.00
496	9320.000	482.671	483.552	97092.420	507955.652	106.289g	3.00	-3.00
497	9340.000	482.757	483.627	97094.383	507975.555	106.226g	3.00	-3.00
498	9360.000	482.843	483.702	97096.326	507995.461	106.162g	3.00	-3.00
499	9380.000	482.960	483.776	97098.248	508015.368	106.098g	3.00	-3.00
500	9400.000	483.023	483.851	97100.151	508035.277	106.035g	3.00	-3.00
501	9420.000	483.074	483.926	97102.034	508055.189	105.971g	3.00	-3.00
502	9440.000	483.141	484.001	97103.898	508075.102	105.907g	3.00	-3.00
503	9460.000	483.233	484.076	97105.741	508095.017	105.844g	3.00	-3.00
504	9480.000	483.325	484.151	97107.564	508114.933	105.780g	3.00	-3.00
505	9500.000	483.421	484.226	97109.367	508134.852	105.716g	3.00	-3.00
506	9520.000	483.576	484.301	97111.151	508154.772	105.653g	3.00	-3.00
507	9540.000	483.625	484.376	97112.914	508174.694	105.589g	3.00	-3.00
508	9560.000	483.661	484.451	97114.658	508194.618	105.525g	3.00	-3.00
509	9580.000	483.756	484.526	97116.382	508214.544	105.462g	3.00	-3.00
510	9600.000	483.857	484.601	97118.085	508234.471	105.398g	3.00	-3.00
511	9620.000	483.968	484.676	97119.769	508254.400	105.334g	3.00	-3.00
512	9640.000	484.081	484.751	97121.433	508274.331	105.271g	3.00	-3.00
513	9660.000	484.075	484.826	97123.077	508294.263	105.207g	3.00	-3.00
514	9680.000	484.049	484.900	97124.701	508314.197	105.143g	3.00	-3.00
515	9700.000	484.006	484.975	97126.305	508334.132	105.080g	3.00	-3.00
516	9720.000	483.948	485.050	97127.889	508354.070	105.016g	3.00	-3.00
517	9740.000	483.889	485.125	97129.454	508374.008	104.952g	3.00	-3.00
518	9760.000	483.801	485.200	97130.998	508393.949	104.889g	3.00	-3.00
519	9780.000	483.931	485.275	97132.522	508413.890	104.825g	3.00	-3.00
520	9800.000	484.062	485.350	97134.027	508433.834	104.761g	3.00	-3.00
521	9820.000	484.180	485.425	97135.511	508453.779	104.698g	3.00	-3.00
522	9840.000	484.336	485.500	97136.975	508473.725	104.634g	3.00	-3.00
523	9852.194	484.466	485.546	97137.859	508485.886	104.595g	3.00	-3.00
524	9860.000	484.548	485.575	97138.422	508493.673	104.595g	3.00	-3.00
525	9880.000	484.731	485.650	97139.864	508513.621	104.595g	3.00	-3.00
526	9900.000	484.914	485.725	97141.306	508533.568	104.595g	3.00	-3.00
527	9920.000	485.115	485.800	97142.749	508553.516	104.595g	3.00	-3.00
528	9940.000	485.328	485.875	97144.191	508573.464	104.595g	3.00	-3.00
529	9960.000	485.442	485.949	97145.633	508593.412	104.595g	3.00	-3.00
530	9980.000	485.502	486.024	97147.076	508613.360	104.595g	3.00	-3.00
531	10000.000	485.566	486.099	97148.518	508633.308	104.595g	3.00	-3.00
532	10020.000	485.578	486.174	97149.961	508653.256	104.595g	3.00	-3.00
533	10040.000	485.583	486.249	97151.403	508673.204	104.595g	3.00	-3.00
534	10060.000	485.668	486.324	97152.845	508693.152	104.595g	3.00	-3.00
535	10080.000	485.834	486.399	97154.288	508713.100	104.595g	3.00	-3.00
536	10100.000	486.001	486.474	97155.730	508733.048	104.595g	3.00	-3.00
537	10120.000	486.168	486.549	97157.172	508752.996	104.595g	3.00	-3.00
538	10140.000	486.322	486.624	97158.615	508772.944	104.595g	3.00	-3.00
539	10160.000	486.380	486.699	97160.057	508792.891	104.595g	3.00	-3.00

540	10180.000	486.439	486.774	97161.499	508812.839	104.595g	3.00	-3.00
541	10200.000	486.497	486.849	97162.942	508832.787	104.595g	3.00	-3.00
542	10220.000	486.600	486.924	97164.384	508852.735	104.595g	3.00	-3.00
543	10240.000	486.752	486.999	97165.827	508872.683	104.595g	3.00	-3.00
544	10260.000	486.832	487.074	97167.269	508892.631	104.595g	3.00	-3.00
545	10280.000	486.911	487.148	97168.711	508912.579	104.595g	3.00	-3.00
546	10300.000	486.991	487.223	97170.154	508932.527	104.595g	3.00	-3.00
547	10320.000	486.860	487.298	97171.596	508952.475	104.595g	3.00	-3.00
548	10340.000	486.392	487.373	97173.038	508972.423	104.595g	3.00	-3.00
549	10360.000	487.392	487.448	97174.481	508992.371	104.595g	3.00	-3.00
550	10380.000	487.286	487.523	97175.923	509012.319	104.595g	3.00	-3.00
551	10400.000	487.610	487.598	97177.366	509032.266	104.595g	3.00	-3.00
552	10420.000	487.604	487.673	97178.808	509052.214	104.595g	3.00	-3.00
553	10440.000	487.833	487.748	97180.250	509072.162	104.595g	3.00	-3.00
554	10460.000	488.044	487.823	97181.693	509092.110	104.595g	3.00	-3.00
555	10480.000	487.975	487.898	97183.135	509112.058	104.595g	3.00	-3.00
556	10500.000	487.997	487.973	97184.577	509132.006	104.595g	3.00	-3.00
557	10520.000	488.050	488.048	97186.020	509151.954	104.595g	3.00	-3.00
558	10540.000	488.175	488.123	97187.462	509171.902	104.595g	3.00	-3.00
559	10560.000	488.213	488.198	97188.905	509191.850	104.595g	3.00	-3.00
560	10560.158	488.198	488.198	97188.916	509192.007	104.595g	3.00	-3.00

Le 07/06/2012 à 07:50 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 2007

C:\Users\ramzi\Desktop\ROJETF~1\TABULA~1.PIS

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME	
1	0.000		2.4	9.3	33.8	0.0
2	20.000		58.4	0.0	61.5	0.0
3	40.000		99.4	0.0	64.5	0.0
4	60.000		101.0	0.0	65.4	0.0
5	80.000		105.1	0.0	66.0	0.0
6	100.000		139.7	0.0	68.4	0.0
7	120.000		143.4	0.0	67.5	0.0
8	140.000		94.1	0.0	63.7	0.0
9	160.000		2.2	49.1	76.7	0.0
10	180.000		0.8	144.6	84.0	0.0
11	200.000		1.0	178.0	87.5	0.0
12	220.000		1.0	113.3	85.2	0.0
13	240.000		0	0.0	89.7	0.0
14	260.000		202.6	0.0	72.6	0.0
15	280.000		152.1	0.0	68.4	0.0
16	300.000		143.1	0.0	57.3	0.0
17	312.597		89.8	0.0	35.4	0.0
18	320.000		122.4	0.0	48.4	0.0
19	340.000		164.0	0.0	70.1	0.0
20	360.000		154.8	0.0	70.1	0.0
21	380.000		254.0	0.0	73.0	0.0
22	397.861		178.2	0.0	41.2	0.0
23	400.000		192.3	0.0	45.3	0.0
24	420.000		282.2	0.0	77.8	0.0
25	440.000		229.1	0.0	74.4	0.0
26	460.000		217.5	0.0	73.3	0.0
27	480.000		263.4	0.0	75.4	0.0
28	500.000		292.2	0.0	77.2	0.0
29	520.000		312.2	0.0	78.8	0.0
30	540.000		0	0.0	79.0	0.0
31	560.000		270.0	0.0	77.1	0.0
32	580.000		145.5	0.0	68.2	0.0
33	600.000		60.3	7.4	71.9	0.0
34	620.000		120.8	2.9	76.0	0.0
35	640.000		62.3	1.0	55.4	0.0
36	650.883		40.9	0.4	35.5	0.0
37	660.000		52.1	0.0	45.4	0.0
38	680.000		91.0	0.0	64.4	0.0
39	700.000		97.4	0.0	66.4	0.0

40	720.000	94.6	0.0	59.5	0.0
41	736.147	44.9	0.0	32.7	0.0
42	740.000	37.6	0.0	37.6	0.0
43	760.000	24.0	0.4	61.9	0.0
44	780.000	107.4	0.0	65.1	0.0
45	800.000	108.8	0.0	66.2	0.0
46	820.000	101.0	0.0	65.1	0.0
47	840.000	99.7	0.0	65.0	0.0
48	860.000	55.5	0.0	36.0	0.0
49	862.141	50.3	0.0	32.5	0.0
50	880.000	106.7	0.0	62.6	0.0
51	900.000	127.7	0.0	67.5	0.0
52	920.000	139.5	0.0	68.3	0.0
53	940.000	88.5	0.0	46.3	0.0
54	947.405	61.8	0.0	33.6	0.0
55	960.000	92.3	0.0	54.1	0.0
56	980.000	112.2	0.0	66.3	0.0
57	1000.000	91.1	0.0	64.8	0.0
58	1020.000	72.3	0.1	67.9	0.0
59	1040.000	78.9	0.0	61.6	0.0
60	1060.000	78.4	0.0	61.6	0.0
61	1080.000	66.2	0.2	67.4	0.0
62	1100.000	79.9	0.0	63.9	0.0
63	1120.000	104.8	0.0	65.8	0.0
64	1140.000	125.7	0.0	67.4	0.0
65	1160.000	142.9	0.0	68.3	0.0
66	1180.000	138.3	0.0	68.2	0.0
67	1200.000	81.0	0.0	42.6	0.0
68	1205.277	62.6	0.0	33.6	0.0
69	1220.000	101.2	0.0	57.9	0.0
70	1240.000	106.1	0.0	66.0	0.0
71	1260.000	116.2	0.0	66.4	0.0
72	1280.000	96.2	0.0	51.5	0.0
73	1290.541	63.0	0.0	33.6	0.0
74	1300.000	73.6	0.0	48.6	0.0
75	1320.000	43.2	0.2	64.9	0.0
76	1340.000	40.9	0.0	57.8	0.0
77	1360.000	15.4	0.0	56.9	0.0
78	1380.000	23.6	1.7	67.0	0.0
79	1400.000	49.8	0.0	60.4	0.0
80	1420.000	86.9	0.0	63.9	0.0
81	1440.000	124.1	0.0	66.7	0.0
82	1460.000	150.0	0.0	68.4	0.0
83	1480.000	147.0	0.0	68.1	0.0
84	1500.000	135.7	0.0	67.4	0.0
85	1520.000	119.1	0.0	66.1	0.0
86	1540.000	102.3	0.0	65.9	0.0
87	1560.000	97.1	0.0	66.2	0.0
88	1580.000	119.6	0.0	66.7	0.0
89	1600.000	150.1	0.0	68.0	0.0

90	1620.000	178.3	0.0	70.9	0.0
91	1640.000	170.3	0.0	70.7	0.0
92	1660.000	158.6	0.0	69.9	0.0
93	1680.000	147.0	0.0	69.0	0.0
94	1700.000	119.0	0.0	67.3	0.0
95	1720.000	112.4	0.0	66.7	0.0
96	1740.000	158.5	0.0	69.0	0.0
97	1760.000	177.4	0.0	70.6	0.0
98	1780.000	188.8	0.0	71.2	0.0
99	1800.000	188.1	0.0	71.2	0.0
100	1820.000	182.5	0.0	70.0	0.0
101	1840.000	172.9	0.0	70.2	0.0
102	1860.000	177.9	0.0	70.7	0.0
103	1880.000	188.5	0.0	71.4	0.0
104	1900.000	169.8	0.0	70.2	0.0
105	1920.000	151.8	0.0	68.9	0.0
106	1940.000	134.3	0.0	67.7	0.0
107	1960.000	108.2	0.0	65.2	0.0
108	1980.000	105.9	0.0	66.2	0.0
109	2000.000	138.8	0.0	67.5	0.0
110	2020.000	139.5	0.0	67.6	0.0
111	2040.000	131.7	0.0	67.1	0.0
112	2060.000	85.8	0.0	46.4	0.0
113	2067.655	61.7	0.0	33.6	0.0
114	2080.000	105.0	0.0	54.7	0.0
115	2100.000	149.8	0.0	69.0	0.0
116	2120.000	169.5	0.0	70.7	0.0
117	2140.000	161.6	0.0	59.9	0.0
118	2152.989	116.8	0.0	37.4	0.0
119	2160.000	173.4	0.0	51.5	0.0
120	2180.000	231.9	0.0	74.7	0.0
121	2200.000	219.6	0.0	73.8	0.0
122	2220.000	203.6	0.0	72.8	0.0
123	2240.000	191.9	0.0	72.0	0.0
124	2260.000	189.5	0.0	71.8	0.0
125	2280.000	197.0	0.0	72.3	0.0
126	2300.000	222.5	0.0	73.5	0.0
127	2320.000	259.9	0.0	76.7	0.0
128	2340.000	240.5	0.0	62.4	0.0
129	2351.445	173.4	0.0	40.7	0.0
130	2360.000	0	0.0	58.3	0.0
131	2380.000	191.3	0.0	71.9	0.0
132	2400.000	104.8	0.0	65.7	0.0
133	2420.000	27.4	0.0	54.9	0.0
134	2436.778	5.2	1.8	36.4	0.0
135	2440.000	6.1	1.9	42.2	0.0
136	2460.000	15.8	0.3	68.2	0.0
137	2480.000	30.9	0.0	58.8	0.0
138	2500.000	62.5	0.0	62.1	0.0
139	2520.000	102.6	0.0	65.2	0.0

140	2540.000	123.1	0.0	66.5	0.0
141	2560.000	110.4	0.0	53.0	0.0
142	2571.257	75.8	0.0	34.2	0.0
143	2580.000	114.5	0.0	49.6	0.0
144	2600.000	168.7	0.0	69.6	0.0
145	2620.000	163.7	0.0	69.2	0.0
146	2640.000	159.3	0.0	69.0	0.0
147	2660.000	155.1	0.0	68.7	0.0
148	2680.000	103.9	0.0	65.0	0.0
149	2700.000	48.2	0.0	59.0	0.0
150	2720.000	8.3	8.1	70.7	0.0
151	2740.000	4.7	16.8	74.9	0.0
152	2760.000	11.5	7.6	66.6	0.0
153	2780.000	28.9	2.2	67.8	0.0
154	2800.000	84.4	0.0	63.6	0.0
155	2820.000	137.6	0.0	67.5	0.0
156	2840.000	98.0	0.0	64.8	0.0
157	2860.000	58.1	0.0	61.9	0.0
158	2880.000	35.0	1.1	67.8	0.0
159	2900.000	33.9	0.1	65.2	0.0
160	2920.000	17.7	0.9	66.3	0.0
161	2940.000	6.4	2.5	50.7	0.0
162	2949.322	0.9	37.8	38.6	0.0
163	2960.000	3.0	12.9	50.6	0.0
164	2980.000	90.6	0.0	64.2	0.0
165	3000.000	100.9	0.0	65.8	0.0
166	3020.000	115.2	0.0	66.2	0.0
167	3040.000	267.0	0.0	76.6	0.0
168	3060.000	0	0.0	86.9	0.0
169	3080.000	362.9	0.0	82.5	0.0
170	3100.000	236.4	0.0	74.4	0.0
171	3120.000	104.3	0.0	65.2	0.0
172	3140.000	123.4	0.0	66.9	0.0
173	3160.000	88.6	0.0	64.3	0.0
174	3180.000	0.9	187.0	86.8	0.0
175	3200.000	0.9	657.4	113.2	0.0
176	3220.000	1.0	708.3	114.3	0.0
177	3240.000	1.1	373.5	100.5	0.0
178	3260.000	1.1	107.1	84.5	0.0
179	3280.000	68.8	0.0	60.4	0.0
180	3300.000	179.2	0.0	68.2	0.0
181	3320.000	321.7	0.0	78.7	0.0
182	3340.000	440.7	0.0	86.4	0.0
183	3360.000	415.1	0.0	85.5	0.0
184	3380.000	317.3	0.0	79.7	0.0
185	3400.000	236.1	0.0	74.5	0.0
186	3420.000	192.6	0.0	71.7	0.0
187	3440.000	174.5	0.0	70.4	0.0
188	3460.000	105.1	0.0	44.7	0.0
189	3465.680	80.7	0.0	34.7	0.0

190	3480.000	135.5	0.0	59.5	0.0
191	3500.000	158.9	0.0	69.3	0.0
192	3520.000	158.5	0.0	69.3	0.0
193	3540.000	156.1	0.0	69.6	0.0
194	3560.000	169.2	0.0	70.1	0.0
195	3580.000	191.8	0.0	71.6	0.0
196	3600.000	222.6	0.0	73.4	0.0
197	3620.000	255.7	0.0	75.7	0.0
198	3640.000	247.8	0.0	75.0	0.0
199	3660.000	238.4	0.0	74.7	0.0
200	3680.000	224.5	0.0	73.9	0.0
201	3700.000	221.7	0.0	73.7	0.0
202	3720.000	249.1	0.0	75.2	0.0
203	3740.000	275.5	0.0	76.9	0.0
204	3760.000	300.2	0.0	78.6	0.0
205	3780.000	230.5	0.0	58.9	0.0
206	3789.845	154.0	0.0	39.5	0.0
207	3800.000	0	0.0	59.4	0.0
208	3820.000	267.6	0.0	76.4	0.0
209	3840.000	192.4	0.0	72.0	0.0
210	3860.000	137.6	0.0	67.8	0.0
211	3880.000	100.9	0.0	65.1	0.0
212	3900.000	68.4	0.0	62.5	0.0
213	3920.000	37.8	0.9	68.3	0.0
214	3940.000	68.1	0.0	62.7	0.0
215	3960.000	115.7	0.0	66.2	0.0
216	3980.000	121.9	0.0	66.5	0.0
217	4000.000	112.7	0.0	66.4	0.0
218	4020.000	95.3	0.0	64.9	0.0
219	4040.000	75.3	0.0	63.6	0.0
220	4060.000	68.1	0.1	69.8	0.0
221	4080.000	33.2	0.0	35.1	0.0
222	4080.204	33.1	0.0	34.8	0.0
223	4100.000	98.8	0.0	64.5	0.0
224	4120.000	134.2	0.0	67.1	0.0
225	4140.000	129.2	0.0	67.2	0.0
226	4160.000	114.2	0.0	66.1	0.0
227	4180.000	141.1	0.0	67.7	0.0
228	4200.000	143.4	0.0	68.3	0.0
229	4220.000	132.5	0.0	67.4	0.0
230	4240.000	118.5	0.0	66.4	0.0
231	4260.000	101.0	0.0	65.2	0.0
232	4280.000	109.7	0.0	65.8	0.0
233	4300.000	115.2	0.0	66.2	0.0
234	4320.000	125.5	0.0	66.9	0.0
235	4340.000	155.3	0.0	69.6	0.0
236	4360.000	209.8	0.0	72.9	0.0
237	4380.000	216.8	0.0	73.1	0.0
238	4400.000	192.3	0.0	71.4	0.0
239	4420.000	151.9	0.0	68.8	0.0

240	4440.000	164.9	0.0	69.7	0.0
241	4460.000	227.3	0.0	73.8	0.0
242	4480.000	280.4	0.0	77.4	0.0
243	4500.000	323.4	0.0	80.1	0.0
244	4520.000	352.0	0.0	81.8	0.0
245	4540.000	379.2	0.0	83.4	0.0
246	4560.000	0	0.0	84.7	0.0
247	4580.000	362.1	0.0	82.4	0.0
248	4600.000	287.8	0.0	78.3	0.0
249	4620.000	232.8	0.0	74.9	0.0
250	4640.000	194.8	0.0	71.7	0.0
251	4660.000	224.4	0.0	73.8	0.0
252	4680.000	288.3	0.0	77.9	0.0
253	4700.000	291.6	0.0	78.1	0.0
254	4720.000	277.3	0.0	77.2	0.0
255	4740.000	250.6	0.0	75.5	0.0
256	4760.000	174.0	0.0	59.0	0.0
257	4772.215	97.7	0.0	35.9	0.0
258	4780.000	126.8	0.0	49.3	0.0
259	4800.000	159.1	0.0	69.3	0.0
260	4820.000	154.0	0.0	68.9	0.0
261	4840.000	154.9	0.0	69.3	0.0
262	4860.000	141.7	0.0	68.1	0.0
263	4880.000	78.0	0.0	63.0	0.0
264	4900.000	29.8	0.6	67.1	0.0
265	4920.000	32.9	0.0	40.7	0.0
266	4926.699	25.5	0.0	30.6	0.0
267	4940.000	35.8	0.0	50.5	0.0
268	4960.000	29.6	0.0	59.1	0.0
269	4980.000	15.9	0.2	61.9	0.0
270	5000.000	10.3	2.9	71.8	0.0
271	5020.000	6.6	8.5	73.3	0.0
272	5040.000	10.8	2.1	70.3	0.0
273	5060.000	27.2	0.0	57.8	0.0
274	5080.000	49.1	0.0	61.1	0.0
275	5100.000	88.2	0.0	64.1	0.0
276	5120.000	128.9	0.0	67.1	0.0
277	5140.000	154.4	0.0	69.0	0.0
278	5160.000	138.6	0.0	67.8	0.0
279	5180.000	110.4	0.0	65.8	0.0
280	5200.000	83.1	0.0	63.8	0.0
281	5220.000	74.0	0.0	63.0	0.0
282	5240.000	74.0	0.0	63.0	0.0
283	5260.000	73.8	0.0	63.0	0.0
284	5280.000	73.4	0.0	63.0	0.0
285	5300.000	73.0	0.0	62.9	0.0
286	5320.000	72.4	0.0	62.9	0.0
287	5340.000	71.7	0.0	62.9	0.0
288	5360.000	68.1	0.0	62.6	0.0
289	5380.000	37.1	0.0	49.6	0.0

290	5392.626	15.8	0.0	29.9	0.0
291	5400.000	14.7	0.0	38.9	0.0
292	5420.000	12.8	0.2	60.9	0.0
293	5440.000	11.8	1.6	71.1	0.0
294	5460.000	9.0	5.0	73.1	0.0
295	5480.000	8.5	5.6	73.2	0.0
296	5500.000	12.6	1.1	70.9	0.0
297	5520.000	14.6	0.0	53.8	0.0
298	5540.000	28.2	0.0	59.2	0.0
299	5560.000	34.5	0.0	60.0	0.0
300	5580.000	43.1	0.0	60.6	0.0
301	5600.000	47.6	0.0	60.8	0.0
302	5620.000	43.3	0.0	60.7	0.0
303	5640.000	49.3	0.0	61.1	0.0
304	5660.000	30.3	0.0	58.4	0.0
305	5680.000	14.8	0.3	63.0	0.0
306	5700.000	10.5	2.3	71.3	0.0
307	5720.000	19.1	0.0	56.4	0.0
308	5740.000	41.1	0.0	60.6	0.0
309	5760.000	62.1	0.0	62.2	0.0
310	5780.000	82.4	0.0	63.6	0.0
311	5800.000	70.5	0.0	62.8	0.0
312	5820.000	51.9	0.0	61.4	0.0
313	5840.000	34.3	0.0	60.0	0.0
314	5860.000	23.7	0.0	57.8	0.0
315	5880.000	34.9	0.0	60.0	0.0
316	5900.000	45.3	0.0	60.8	0.0
317	5920.000	49.3	0.0	61.2	0.0
318	5940.000	49.4	0.0	61.2	0.0
319	5960.000	49.6	0.0	61.2	0.0
320	5980.000	55.1	0.0	61.6	0.0
321	6000.000	75.4	0.0	63.2	0.0
322	6020.000	93.0	0.0	64.5	0.0
323	6040.000	109.3	0.0	65.8	0.0
324	6060.000	126.0	0.0	66.9	0.0
325	6080.000	141.5	0.0	68.0	0.0
326	6100.000	157.3	0.0	69.1	0.0
327	6120.000	174.2	0.0	70.2	0.0
328	6140.000	189.2	0.0	71.0	0.0
329	6160.000	152.7	0.0	54.1	0.0
330	6170.000	116.2	0.0	37.1	0.0
331	6180.000	199.9	0.0	57.6	0.0
332	6200.000	244.7	0.0	75.1	0.0
333	6220.000	233.5	0.0	74.4	0.0
334	6240.000	226.9	0.0	73.8	0.0
335	6260.000	218.0	0.0	73.2	0.0
336	6280.000	206.3	0.0	72.6	0.0
337	6300.000	195.0	0.0	71.7	0.0
338	6320.000	182.1	0.0	70.8	0.0
339	6340.000	168.5	0.0	69.9	0.0

340	6360.000	154.7	0.0	69.0	0.0
341	6380.000	141.2	0.0	68.1	0.0
342	6400.000	116.6	0.0	62.0	0.0
343	6417.043	56.7	0.0	33.0	0.0
344	6420.000	63.8	0.0	37.8	0.0
345	6440.000	96.5	0.0	64.8	0.0
346	6460.000	85.0	0.0	63.9	0.0
347	6480.000	77.2	0.0	63.2	0.0
348	6500.000	71.0	0.0	62.7	0.0
349	6520.000	63.7	0.0	62.1	0.0
350	6540.000	68.9	0.0	62.5	0.0
351	6560.000	75.0	0.0	63.0	0.0
352	6580.000	80.5	0.0	63.5	0.0
353	6600.000	86.3	0.0	63.9	0.0
354	6620.000	91.7	0.0	64.3	0.0
355	6640.000	96.0	0.0	64.7	0.0
356	6660.000	121.7	0.0	66.8	0.0
357	6680.000	144.4	0.0	68.3	0.0
358	6700.000	106.3	0.0	66.0	0.0
359	6720.000	86.0	0.0	64.0	0.0
360	6740.000	85.2	0.0	63.9	0.0
361	6760.000	90.6	0.0	64.3	0.0
362	6780.000	48.6	0.0	38.6	0.0
363	6784.253	39.0	0.0	31.7	0.0
364	6800.000	53.3	0.0	55.1	0.0
365	6820.000	23.4	0.1	63.6	0.0
366	6840.000	8.8	6.2	73.8	0.0
367	6860.000	4.9	17.5	74.4	0.0
368	6880.000	4.1	21.1	74.9	0.0
369	6900.000	4.9	17.0	74.3	0.0
370	6920.000	6.7	8.8	73.5	0.0
371	6940.000	10.9	1.9	70.9	0.0
372	6960.000	23.6	0.0	58.9	0.0
373	6980.000	45.0	0.0	61.2	0.0
374	7000.000	67.8	0.0	62.8	0.0
375	7020.000	100.4	0.0	65.0	0.0
376	7040.000	189.7	0.0	70.3	0.0
377	7059.279	151.8	0.0	39.4	0.0
378	7060.000	159.6	0.0	41.0	0.0
379	7080.000	0	0.0	82.4	0.0
380	7100.000	344.9	0.0	80.5	0.0
381	7120.000	298.0	0.0	80.2	0.0
382	7140.000	259.2	0.0	77.2	0.0
383	7160.000	178.7	0.0	72.1	0.0
384	7180.000	123.9	0.0	67.0	0.0
385	7200.000	123.1	0.0	60.4	0.0
386	7215.584	79.0	0.0	34.6	0.0
387	7220.000	100.0	0.0	42.5	0.0
388	7240.000	190.0	0.0	71.4	0.0
389	7260.000	215.8	0.0	73.2	0.0

390	7280.000	242.0	0.0	74.9	0.0
391	7300.000	270.3	0.0	76.7	0.0
392	7320.000	300.3	0.0	78.7	0.0
393	7340.000	331.3	0.0	80.8	0.0
394	7360.000	360.5	0.0	82.4	0.0
395	7380.000	382.5	0.0	83.8	0.0
396	7400.000	404.5	0.0	85.1	0.0
397	7420.000	425.3	0.0	86.1	0.0
398	7440.000	417.0	0.0	86.2	0.0
399	7460.000	414.1	0.0	86.2	0.0
400	7480.000	434.4	0.0	86.8	0.0
401	7500.000	236.9	0.0	44.7	0.0
402	7500.165	234.3	0.0	44.4	0.0
403	7520.000	441.6	0.0	87.2	0.0
404	7540.000	467.7	0.0	88.6	0.0
405	7560.000	474.2	0.0	88.7	0.0
406	7580.000	474.7	0.0	88.6	0.0
407	7600.000	484.0	0.0	89.2	0.0
408	7620.000	501.6	0.0	90.4	0.0
409	7640.000	491.5	0.0	89.8	0.0
410	7660.000	470.3	0.0	88.6	0.0
411	7680.000	444.9	0.0	87.3	0.0
412	7700.000	419.9	0.0	86.1	0.0
413	7720.000	404.8	0.0	85.0	0.0
414	7740.000	373.0	0.0	83.1	0.0
415	7760.000	370.2	0.0	82.9	0.0
416	7780.000	372.0	0.0	83.0	0.0
417	7800.000	362.3	0.0	82.6	0.0
418	7820.000	371.0	0.0	82.8	0.0
419	7840.000	381.3	0.0	83.5	0.0
420	7860.000	361.8	0.0	82.5	0.0
421	7880.000	341.4	0.0	81.4	0.0
422	7900.000	327.3	0.0	80.5	0.0
423	7920.000	318.6	0.0	79.9	0.0
424	7940.000	307.9	0.0	79.0	0.0
425	7960.000	292.6	0.0	77.6	0.0
426	7980.000	274.6	0.0	77.1	0.0
427	8000.000	298.1	0.0	77.9	0.0
428	8020.000	289.5	0.0	78.0	0.0
429	8040.000	250.3	0.0	75.4	0.0
430	8060.000	202.7	0.0	60.6	0.0
431	8072.029	122.9	0.0	37.6	0.0
432	8080.000	167.0	0.0	52.2	0.0
433	8100.000	221.1	0.0	73.5	0.0
434	8120.000	208.7	0.0	72.7	0.0
435	8140.000	201.7	0.0	72.3	0.0
436	8160.000	197.9	0.0	72.0	0.0
437	8180.000	204.4	0.0	72.3	0.0
438	8200.000	209.1	0.0	72.6	0.0
439	8220.000	193.2	0.0	71.6	0.0

440	8240.000	172.4	0.0	70.3	0.0
441	8260.000	155.7	0.0	69.1	0.0
442	8280.000	151.3	0.0	68.7	0.0
443	8300.000	151.3	0.0	68.7	0.0
444	8320.000	153.1	0.0	69.0	0.0
445	8340.000	148.5	0.0	68.6	0.0
446	8360.000	136.9	0.0	67.7	0.0
447	8380.000	116.8	0.0	62.6	0.0
448	8397.427	57.7	0.0	33.1	0.0
449	8400.000	65.3	0.0	37.4	0.0
450	8420.000	118.6	0.0	66.4	0.0
451	8440.000	122.6	0.0	66.7	0.0
452	8460.000	127.6	0.0	67.1	0.0
453	8480.000	135.1	0.0	67.7	0.0
454	8500.000	146.4	0.0	68.9	0.0
455	8520.000	153.8	0.0	68.9	0.0
456	8540.000	149.9	0.0	68.6	0.0
457	8560.000	149.8	0.0	68.5	0.0
458	8580.000	152.4	0.0	68.7	0.0
459	8600.000	161.6	0.0	69.2	0.0
460	8620.000	180.8	0.0	70.4	0.0
461	8640.000	176.1	0.0	70.5	0.0
462	8660.000	177.7	0.0	70.6	0.0
463	8680.000	216.1	0.0	73.4	0.0
464	8700.000	231.8	0.0	74.2	0.0
465	8720.000	235.9	0.0	74.4	0.0
466	8740.000	239.4	0.0	74.7	0.0
467	8760.000	242.2	0.0	74.9	0.0
468	8780.000	246.0	0.0	75.3	0.0
469	8800.000	251.2	0.0	75.7	0.0
470	8820.000	251.4	0.0	75.6	0.0
471	8840.000	253.3	0.0	75.7	0.0
472	8860.000	255.5	0.0	75.8	0.0
473	8880.000	259.1	0.0	76.0	0.0
474	8900.000	265.0	0.0	76.4	0.0
475	8920.000	271.1	0.0	76.7	0.0
476	8940.000	276.8	0.0	77.1	0.0
477	8960.000	280.4	0.0	77.3	0.0
478	8980.000	283.8	0.0	77.4	0.0
479	9000.000	285.7	0.0	77.5	0.0
480	9020.000	283.3	0.0	77.4	0.0
481	9040.000	281.7	0.0	77.2	0.0
482	9060.000	279.3	0.0	77.2	0.0
483	9080.000	266.7	0.0	76.3	0.0
484	9100.000	253.4	0.0	75.5	0.0
485	9120.000	237.4	0.0	74.7	0.0
486	9140.000	220.1	0.0	73.5	0.0
487	9160.000	208.7	0.0	73.0	0.0
488	9180.000	207.9	0.0	72.8	0.0
489	9200.000	208.5	0.0	72.6	0.0

490	9220.000	207.8	0.0	72.6	0.0
491	9240.000	188.9	0.0	66.7	0.0
492	9256.834	101.4	0.0	36.2	0.0
493	9260.000	117.2	0.0	41.9	0.0
494	9280.000	199.7	0.0	72.1	0.0
495	9300.000	197.1	0.0	71.9	0.0
496	9320.000	194.2	0.0	71.7	0.0
497	9340.000	191.0	0.0	71.5	0.0
498	9360.000	187.5	0.0	71.2	0.0
499	9380.000	177.6	0.0	70.6	0.0
500	9400.000	180.3	0.0	70.8	0.0
501	9420.000	186.8	0.0	71.2	0.0
502	9440.000	188.8	0.0	71.4	0.0
503	9460.000	184.6	0.0	71.1	0.0
504	9480.000	180.2	0.0	70.8	0.0
505	9500.000	174.2	0.0	70.4	0.0
506	9520.000	155.4	0.0	69.4	0.0
507	9540.000	160.4	0.0	69.4	0.0
508	9560.000	170.6	0.0	70.1	0.0
509	9580.000	165.3	0.0	69.7	0.0
510	9600.000	158.4	0.0	69.2	0.0
511	9620.000	149.4	0.0	68.6	0.0
512	9640.000	142.7	0.0	68.4	0.0
513	9660.000	159.7	0.0	69.2	0.0
514	9680.000	184.5	0.0	70.9	0.0
515	9700.000	215.7	0.0	73.0	0.0
516	9720.000	253.4	0.0	75.6	0.0
517	9740.000	291.5	0.0	78.1	0.0
518	9760.000	0	0.0	80.4	0.0
519	9780.000	321.6	0.0	79.8	0.0
520	9800.000	306.4	0.0	79.0	0.0
521	9820.000	294.0	0.0	78.3	0.0
522	9840.000	218.1	0.0	61.8	0.0
523	9852.194	123.9	0.0	37.6	0.0
524	9860.000	162.6	0.0	51.7	0.0
525	9880.000	204.2	0.0	72.4	0.0
526	9900.000	175.8	0.0	70.5	0.0
527	9920.000	143.6	0.0	68.2	0.0
528	9940.000	110.3	0.0	65.9	0.0
529	9960.000	99.6	0.0	65.0	0.0
530	9980.000	103.8	0.0	65.3	0.0
531	10000.000	107.2	0.0	65.7	0.0
532	10020.000	121.7	0.0	66.6	0.0
533	10040.000	138.3	0.0	67.7	0.0
534	10060.000	136.0	0.0	67.6	0.0
535	10080.000	113.3	0.0	66.0	0.0
536	10100.000	91.2	0.0	64.3	0.0
537	10120.000	69.8	0.0	62.8	0.0
538	10140.000	55.6	0.0	61.8	0.0
539	10160.000	56.0	0.0	61.7	0.0

540	10180.000	59.7	0.0	62.0	0.0
541	10200.000	63.5	0.0	62.3	0.0
542	10220.000	57.0	0.0	61.8	0.0
543	10240.000	41.4	0.0	60.6	0.0
544	10260.000	37.5	0.0	58.8	0.0
545	10280.000	35.9	0.0	58.5	0.0
546	10300.000	34.5	0.0	58.1	0.0
547	10320.000	96.6	0.0	66.3	0.0
548	10340.000	0	0.0	69.0	0.0
549	10360.000	7.8	6.7	73.3	0.0
550	10380.000	37.1	0.0	60.2	0.0
551	10400.000	4.6	19.8	74.6	0.0
552	10420.000	8.9	5.6	73.6	0.0
553	10440.000	3.5	33.0	75.3	0.0
554	10460.000	0.9	66.7	78.3	0.0
555	10480.000	3.0	34.0	75.8	0.0
556	10500.000	4.1	22.8	75.1	0.0
557	10520.000	4.5	18.4	74.4	0.0
558	10540.000	3.7	28.3	75.3	0.0
559	10560.000	2.6	9.5	37.6	0.0
560	10560.158	0.0	0.1	0.3	0.0
		81397.3	2985	37319	0