

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, APD) de l'évitement de la ville de
Boukadir avec conception de deux giratoires, étude
de deux giratoires et conception d'un échangeur.

Encadré par :

Mr.Khalfi M'barek

Présenté par :

Moulfi Mohamed Amine.

Krim Hocine.

Proposé par:

DTP CHLEF

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.



REMERCIEMENT



Nous voudrions tout d'abord exprimer nos profondes
reconnaissances à Monsieur **Khalfi M'BAREK**, notre encadreur de projet, qui a
dirigé notre travail par son expérience et son enthousiasme, nous a aussi donné
beaucoup de propositions tout au long de ce projet.
Ses conseils et ses commentaires précieux nous ont permis de surmonter nos
difficultés et de progresser dans nos études.

Nous voudrions également exprimer nos remerciements sincères à l'ensemble des
professeurs de l'ENSTP qui nous ont enseignés.

Nous voudrions aussi remercier à **tous** qui ont participé à l'établissement de ce
mémoire.



✧ Moulfi Mohamed Amine
✧ Krim Hocine

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



بأكثر من بد وعانينا الكثير من الصعوبات وهانحن اليوم والحمد لله نطوي سهر الليالي

الأيام بين دفتي هذا العمل المتواضع.

المتعلم إلى سيد الخلق

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم إلى رسولنا الكريم.

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها والدتي العزيزة.

إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشئ من أجل دفعي في طريق النجاح الذي علمني أن

أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر إلى والدي العزيز.

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكرهم فؤادي

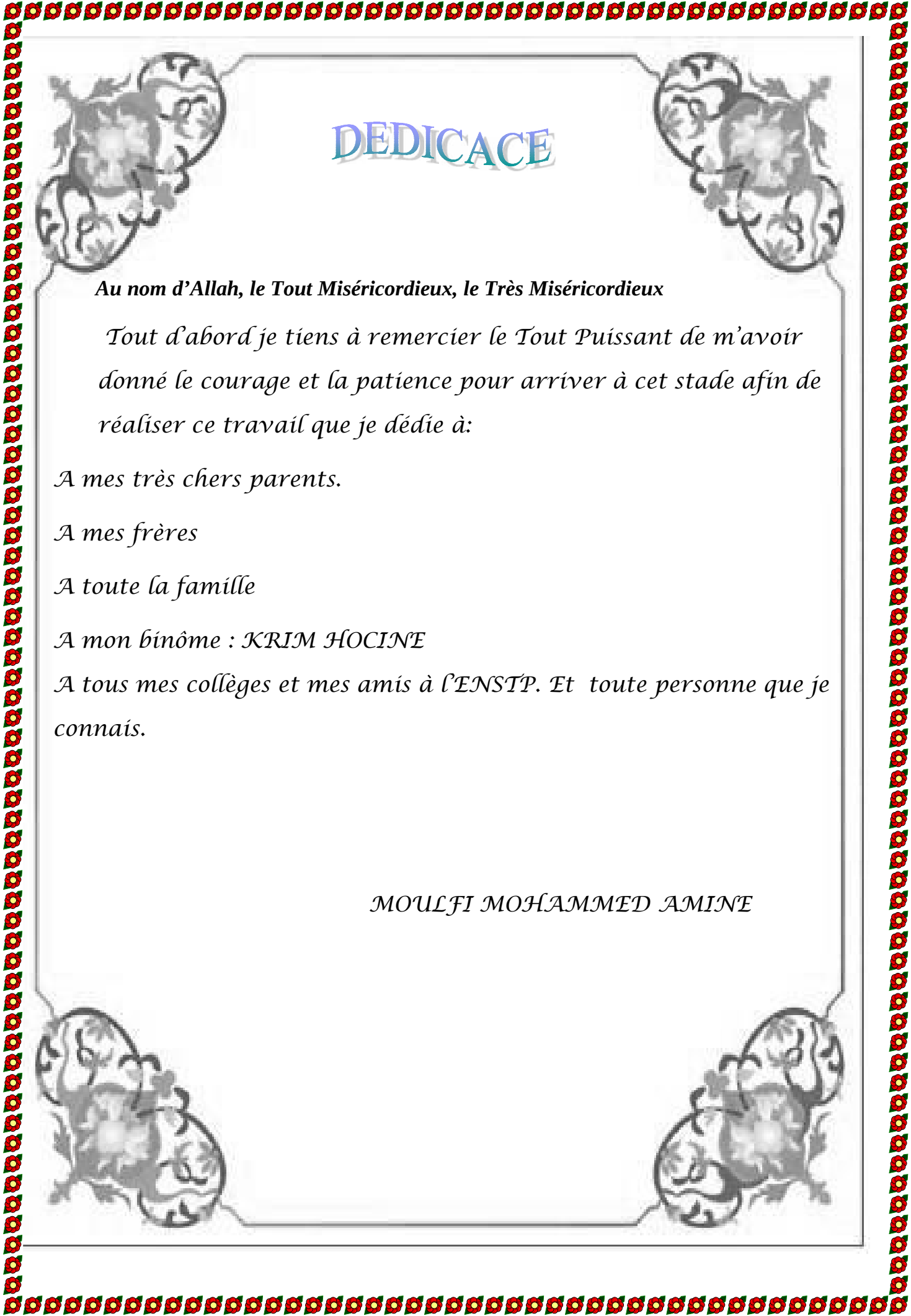
إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح والإبداع إلى من تكاتفنا يداً بيد ونحن نقطف زهرة تعلمنا

إلى من علمونا حروفاً من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى إلى من علمونا حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح.

إلى من علمونا حروفاً من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى إلى من علمونا حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح.

إلى من علمونا حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح.





DEDICACE

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Tout d'abord je tiens à remercier le Tout Puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à cet stade afin de réaliser ce travail que je dédie à:

A mes très chers parents.

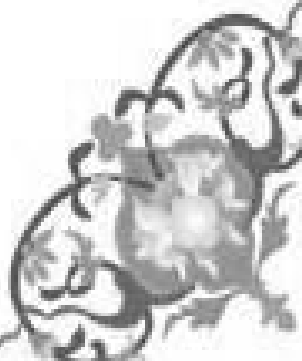
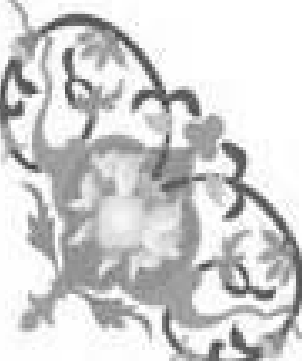
A mes frères

A toute la famille

A mon binôme : KRIM HOCINE

A tous mes collègues et mes amis à l'ENSTP. Et toute personne que je connais.

MOULFI MOHAMMED AMINE



SOMMAIRE

INTRODUCION GENERALE.....	01
---------------------------	----

PRESENTATION ET JUSTIFICATION DU PROJET

1- PRESENATTION DE LA VILLE DE BOUKADIR.....	02
2- PROBLEMAIQUE DE LA VILLE DE BOUKADIR.....	03
3- JUSTIFICATION DU PROJET	04

AVANT PROJET SOMMAIRE

1- INTRODUCTION.....	06
2- BUT DE L'APS.....	06
3- LOCALISATION DU FUSEAU RETENU.....	06
4- LES CONTAINTE DE LA ZONE D'ETUDE.....	07
5- PRESENTATION DES VARIANTES.....	07
6- COMPARAISON ENTRE LES VARIANTES.....	09
7- CONCLUSION.....	10

AVANT PROJET DETAILLE

CHAPITRE I ETUDE DE TRAFIC

1- INTRODUCTION.....	12
2- DEFINITION	12
3- ANALYSE DE TRAFIC.....	13
4- CALCULE DE LA CAPACITE.....	13
5- APPLICATION AU PROJET.....	16
6- CONCLUSION.....	19

CHAPITRE II TRACE EN PLAN

1- INTRODUCTION.....	20
2- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN.....	20
3- RACCORDEMENT ENTRE ELEMENTS DE TRACE.....	25
4- LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT.....	26
5- LA VITESSE DE BASE (DE REFERENCE).....	27
6- LES CRITERES DE CHOIX DE VITESSE DE BASE.....	27
7- LA VITESSE DE PROJET.....	27
8- PARAMETRES FONDAMENTAUX.....	28
9- EXEMPLE DE CALCUL.....	28

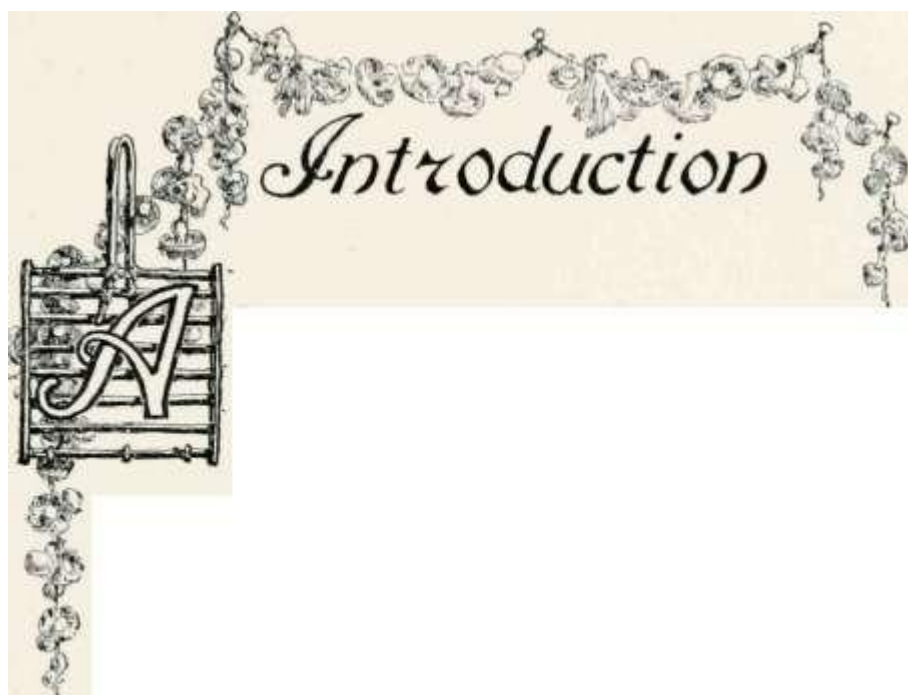
CHAPITRE III PROFIL EN LONG

1- DEFINITION.....	33
2- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG.....	33
3- PROCEDURE DE TRACE.....	34
4- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG.....	34

5-	LES ELEMENTS GEOMETRIQUES DU PROFIL EN LONG.....	35
6-	RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG.....	36
7-	DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG.....	38
8-	EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG.....	40
	CHAPITRE IV	PROFIL EN TRAVERS
1-	DEFINITION.....	42
2-	LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS.....	42
3-	PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET.....	43
	CHAPITRE V	LES CUBATURES
1-	DEFINITION.....	44
2-	METHODES DE CALCUL DES CUBATURES.....	44
3-	CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT.....	46
	CHAPITRE VI	ETUDE GEOTECHNIQUE
1-	INTRODUCTION.....	47
2-	LES DIFFERENTS TYPES DES ESSAIS.....	47
3-	LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE.....	48
4-	LES DIFFERENTS ESSAIS EN PLACE.....	54
5-	CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS.....	55
	CHAPITRE VII	DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE
1-	INTRODUCTION.....	56
2-	LA CHAUSSEE.	57
3-	PRINCIPE DU DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.....	59
4-	LES METHODES DE DIMENSIONNEMENT.....	60
5-	LES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT.....	62
6-	APPLICATION AU PROJET.	63
7-	CONCLUSION.	70
	CHAPITRE VIII	ASSAINISSEMENTS
1.	INTRODUCTION.	71
2.	COMPORTEMENT DES EAUX DANS LE CORPS DE CHAUSSEE.....	71
3.	CANALISATION.	71
4.	TYPE DE CANALISATION.	72
5.	ETUDE HYDRAULIQUE.....	72
6.	DIMENSIONNEMENT DES FOSSES.....	77
7.	DIMENSIONNEMENT DES BUSES.....	78
8.	APPLICATION AU PROJET.....	79
	CHAPITRE IX	CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS
1-	DEFINITION.....	83
2-	LES TYPES DE CARREFOURS.....	84
3-	PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR.....	86

4-	REGLES ESSENTIELLES POUR UN BON CARREFOUR.....	86
5-	APPLICATION AU PROJET.....	86
	CHAPITRE X	SIGNALISATION ET ECLAIRAGE
I-	SIGNALISATION.....	93
1-	DEFINITION.....	93
2-	LES YPES DE SIGNALISATION.....	93
3-	EXEPMLE DES SIGNALISATIONS VERTICALES.....	97
4-	EXEPMLE DES SIGNALISATIONS HORIZONTALES.....	98
5-	APPLICATION AU PROJET.....	99
II-	ECLAIRAGE	
1-	INTRODUCTION.....	99
2-	ECLAIRAGE D'UN POINT SINGULIER.....	100
	CHAPITRE XI	IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
1-	INTRODUCTION.	101
2-	PROSPECTIVES DES IMPACTS DES PROJETS ROUTIERS SUR L'ENVIRONNEMEN.....	101
	CHAPITRE XII	DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF
		104
	CONCLUSION GENERALE	105
	BIBLIOGRAPHIE	
	ANNEXES	

INTRODUCTION GENERALE



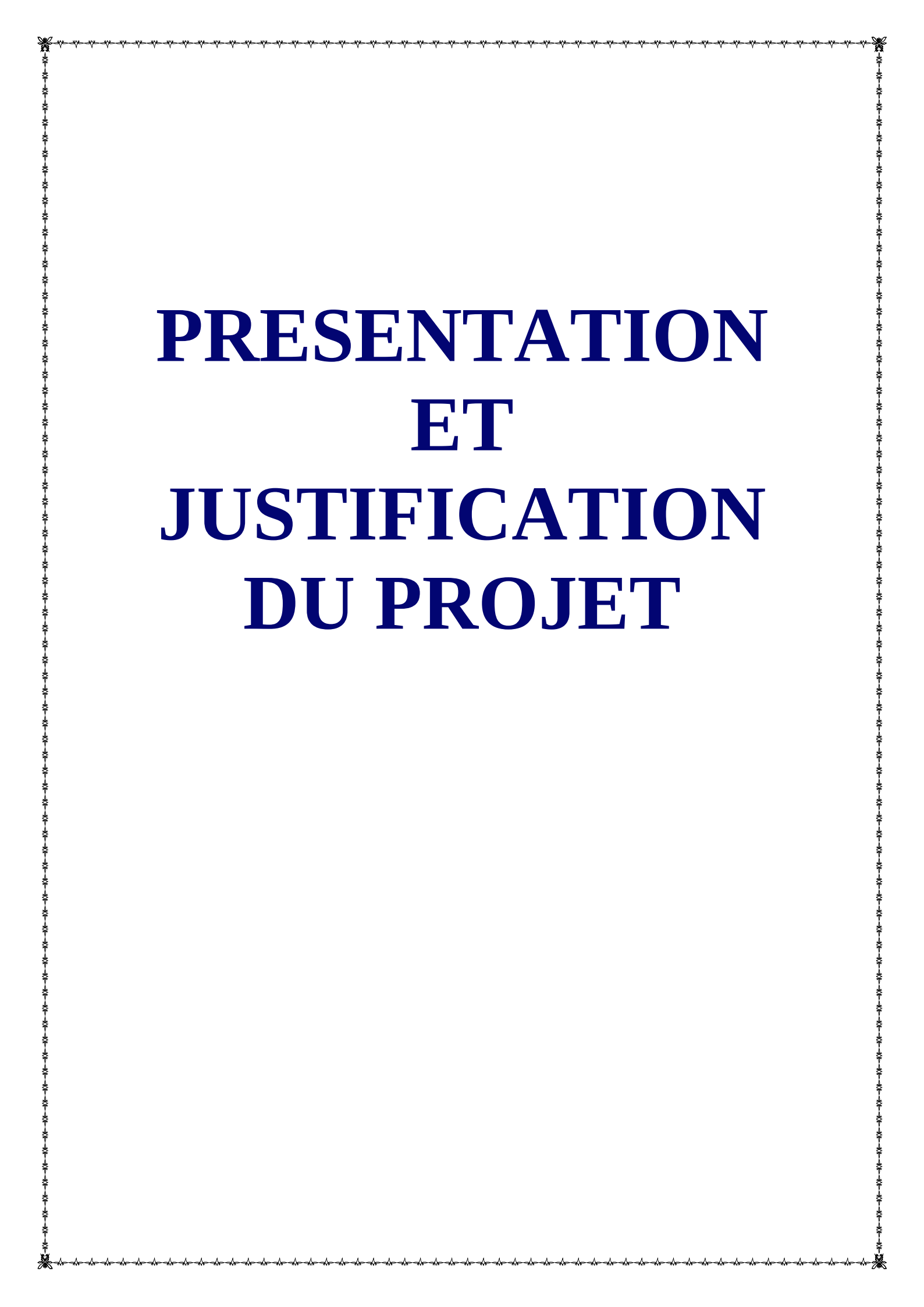
INTRODUCTION GENERALE

Les infrastructures de transport sont l'ensemble des installations fixes qu'il est nécessaire d'aménager pour permettre la circulation des véhicules et plus généralement le fonctionnement des systèmes de transport.

Les infrastructures de transport sont un élément primordial pour garantir la liberté de déplacement des personnes et des biens, et pour assurer le fonctionnement et le développement de l'économie.

Leur création, qui est une partie importante de l'aménagement du territoire, nécessite le plus souvent des investissements lourds. Cela explique qu'elles soient le plus souvent prises en charge par la puissance publique.

Notre sujet a été proposé par la D.T.P de la wilaya de chlef, intitulé « **Etude en (APS, APD) de l'évitement de la ville de Boukadir avec conception de deux giratoires, étude de deux giratoires et conception d'un échangeur** »



PRESENTATION ET JUSTIFICATION DU PROJET

PRESENTATION ET JUSTIFICATION DU PROJET

1- PRESENTATION DE LA VILLE DE BOUKADIR :

Boukadir est une commune de la wilaya de chlef, située à environ de 20 km à l'ouest de chef lieu. Le relief est caractérisé par un terrain plat, elle située a 36.07° Nord latitude, 1.13° Est longitude et environ de 77 mètre d'altitude au dessus du niveau de la mer.

La ville de BOUKADIR est limitée par :

- ❖ La ville de SOBHA au Nord.
- ❖ La ville de MACINA au Sud.
- ❖ La ville de Oued Sly a l'Est.
- ❖ La wilaya de Relizane a l'Ouest.



Figure1 : photos satellite du site

2- PROBLEMATIQUE DE LA VILLE DE BOUKADIR :

Notre étude a pour l'objet de trouver les solutions nécessaires aux problèmes rencontrés sur l'axe RN04, au niveau de la ville de BOUKADIR sur un linéaire de 3km environ.



Figure2 : la ville de boukadir

3- JUSTIFICATION DU PROJET :

3-1- Description du projet :

Notre projet est un évitement de la ville de BOUKADIR car, elle représente un point d'intersection de la route nationale RN04 et chemin de wilaya CW73 et l'entrée de l'Autoroute Est-Ouest.

3-2- Intérêt du projet :

La réalisation de cet évitement présente plusieurs intérêts par exemple :

- ✓ Diminuer le nombre de poids lourds qui traverse la ville et qui entraîne une congestion de la circulation.
- ✓ Réduire le nombre d'accidents au niveau de la RN04.
- ✓ Eviter la pollution qui provoque des maladies respiratoires a cause de gaz d'échappement des véhicules, la poussière dégagée par le trafic PL sur une chaussée dégradée.
- ✓ De confort, et sécurité des utilisateurs.
- ✓ Améliorer l'activité commerciale.
- ✓ Réduire le temps de l'accès vers l'Autoroute Est-Ouest par les habitants de BOUKADIR et usagés de CW73.

3-3- Importance du projet :

Les habitants de BOUKADIR manquant des besoins nécessaires comme l'activité commerciale, donc cet évitement développe la ville économiquement sur tout par les usagés de l'Autoroute :

- 1- Taux de circulation élevé par les utilisateurs du tronçon de la RN04 passant par BOUKADIR.
- 2- Difficulté de la liaison routière BOUKADIR-SOBHA.

3-4- Cadre de l'étude :

Cette étude est faite dans le cadre de la réalisation des évitements des grandes villes empruntées par les usagés des Autoroutes ou des route nationales.

Dans notre cas elle s'agit de créer une liaison routière tout en contournant la ville de BOUKADIR en poussant par la ville de SOBHA.

3-5- Présentation détaillée :

Le projet passe par trois points importants qui représentent des intersections avec d'autres routes.

Première point :

C'est le début de l'évitement car on a un chemin de fer qui située a Nord de RN04 environ de 142 m.

Deuxième point :

C'est l'intersection de l'évitement avec CW73 donc il faut chercher une solution pour intercepter cette route tout en assurant l'accès vers la RN04 et l'Autoroute.

Troisième point :

C'est la fin de l'évitement ou on a trois obstacles (RN04, chemin de fer, Autoroute,)

Le chemin de fer situé environ de 250 m au Nord de RN04.

Notre évitement est de catégorie C1 ; représente une liaison entre RN04 et CW73 et Autoroute Est-Ouest (haut niveau) et de l'environnement E1 d'une altitude environ de 77m.

Il présente un relief plat, et de faible sinuosité.



AVANT PROJET SOMMAIRE

AVANT PROJET SOMMAIRE (APS)

1- INTRODUCTION :

La phase APS 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 plan d'état majeure, de carte 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.

2- BUT DE L'APS :

Le but de l'APS est notamment de déterminer les valeurs des paramètres dimensionnant du projet, de façon à permettre l'estimation du coût du projet. L'APS permet également de fournir aux décideurs une proposition technique quant à la réponse apportée au problème posé, en termes de principes retenus et d'architecture générale.

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir :

- Les contraintes remarquées sur le site.
- Le coût du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- Comparaison des impacts sur l'environnement.

Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD (avant projet détaillé).

3- LOCALISATION DU FUSEAU RETENU :

En fonction des enjeux économique et le développement de la ville, l'expansion du développement de la ville de Boukadir s'étant effectuée vers le Nord.

3-1- Description des couloirs :

Les couloirs choisis ont une largeur variant entre 110 m et 260 m limité de part et d'autre par une zone agricole, il franchit successivement les obstacles suivants :

- ✓ CC (chemin de communal, coté gauche carrefour à projeter).
- ✓ VF (voies ferrés, coté gauche ouvrage à projeter).

- ✓ CW73 (chemin de wilaya) reliant SOBHA à BOUKADIR (carrefour à projeter).
- ✓ CC (chemin de communal, coté droite) (carrefour à projeter).
- ✓ VF (voies ferrés, coté droite ouvrage à projeter).

4- LES CONTAINTE DE LA ZONE D'ETUDE :

4-1- Environnement géographique:

Le relief est généralement plat, ce qui nécessite en phase de réalisation un système d'assainissement.

4-2- Les eaux superficielles :

D'un point de vue hydrogéologique (eaux souterraines), les terrains rencontrés ne sont pas par de nature favorable aux circulations d'eau en profondeur. Ces circulations se produisent donc essentiellement en surface qui peuvent abriter des retenus d'eaux très dépendantes de la pluviométrie.

4-3- Agriculture :

En générale la zone concernée par le projet, est une zone agricole, entaillée par un réseau hydrographique.

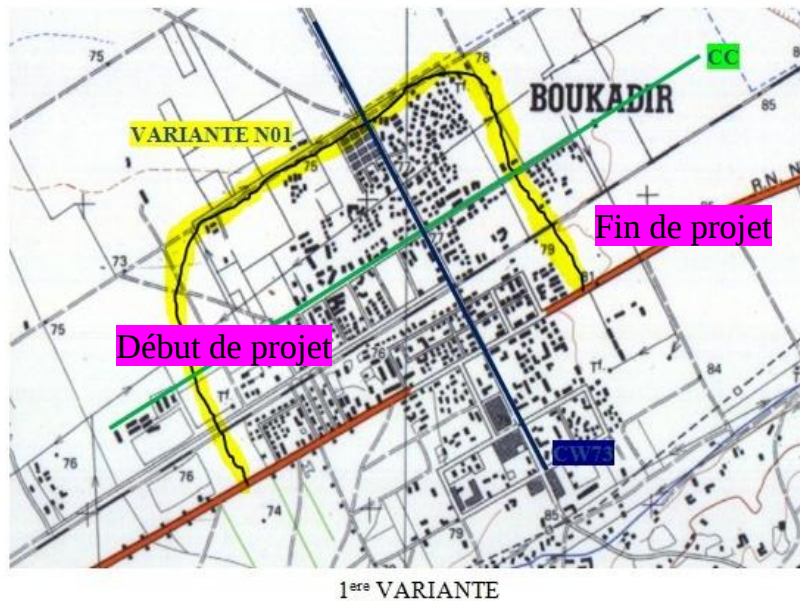
5- PRESENTATION DES VARIANTES :

Dans cette phase, on va étudier deux (02) variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.

5-1- 1^{ere} VARIANTE :

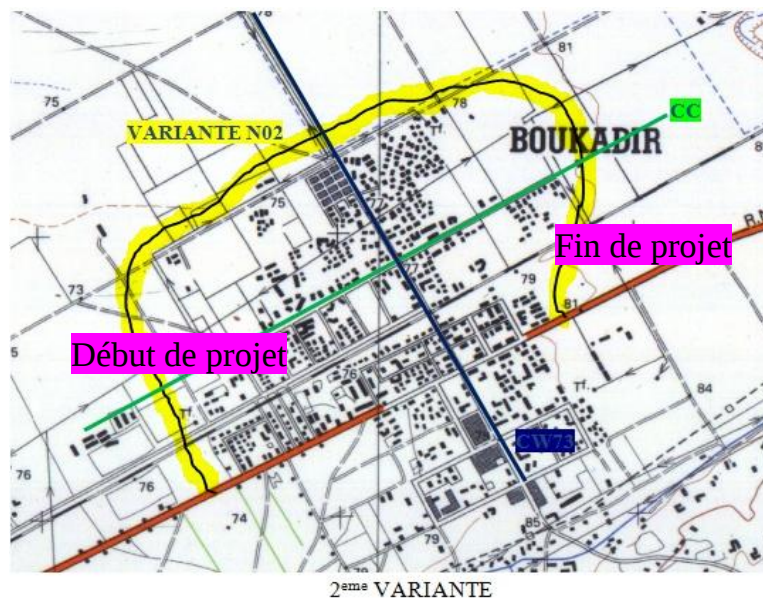
L'origine de la première variante est la jonction avec la RN04 au Sud de la ville(Boukadir), et on a l'intersection de cet évitement avec le chemin communal (CC coté gauche, de 600m environ), et après 2.400 Km environ c'est la deuxième intersection avec CW73 en changeant de direction vers le nord de la ville et finalement on a l'intersection (CC coté droite, de 900m après CW73), C'est la variante qui traverse un relief généralement plat, en franchissant successivement une voie ferré du PK 0+142 puis le la même voie au PK 4+456 et en rejoignant finalement la RN04 au.

Cette variante a une longueur à environ 4.897 km.



5-2- 2^{ème} VARIANTE :

Pour la deuxième variante, elle a presque la même trajectoire et franchit les mêmes obstacles que la première sauf une seule particularité, c'est qu'elle aligné directement vers l'est après l'intersection avec le chemin de wilaya (CW 73), Cette variante a une longueur de 5.545 Km.



6- COMPARAISON ENTRE LES VARIANTES :

Variante	Avantages	Inconvénients
1^{ère} VAR	✓ Pas de contrainte topographique forte. ✓ plus proche de la ville et plus courte (4.897 Km). ✓ Tracé éloigné des habitations. ✓ pas de nuisance.	✓ Traverse des zones agricoles. ✓ Déplacement des poteaux de haute tensions existants.
2^{ème} VAR	✓ Pas de contrainte topographique forte. ✓ Tracé éloigné des habitations.	✓ plus loin de la ville et plus long (5.545 Km, donc augmentation du coût). ✓ Déplacement des poteaux de haute tensions existants. ✓ Traverse des zones agricoles. ✓ Construire un pont de forme « courbe ».

Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes.

7- LES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES :

Les caractéristiques géométriques de deux variantes sont résumées comme suit :

Désignation	Variante 1	Variante 2
Longueur totale (m)	4897	5545
Rayon minimal utilisé dans le trace en plan (m)	250	250
Rayon maximal utilisé dans le trace en plan (m)	1400	1400
Déclivité maximale (%)	7	7
Longueur de déclivité maximale (m)	20.606	41.822
Volume des remblais (m3)	124099	218872
Volume des déblais (m3)	4970	21964
Hauteur maximale de remblais (m)	8.90	8.43
Hauteur maximale de déblais (m)	2.08	2.15
Nombre d'ouvrages d'art	2	2
Cout (DA)	801969677,00	1022007662,72

Tableau -2- les caractéristiques géométriques des variantes.

Principales caractéristique de la variante retenue :

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitations.
- Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.
- Impact minimum sur les grands paysages.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.

8- CONCLUSION :

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

designation	Unite	Prix Unitaire(DA)	Quantité		Montant	
			VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 1	VARIANTE 2
1) Acuisition de terrain	M2	2000	147971,1	162795,05	295942200	325590100
total(1)=					295942200	325590100
2) L'installation de chantier	F	3% du total (3+4+5)				
Total(2)=					6476456,34	6476456,34
3) préparation de terrain						
Débroussaillage d'arbre	M2	250	250	315	62500	78750
Déplacement des poteaux électriques	U	300000	3	2	900000	600000
Total(3)=					962500	678750
4) Terrassement						
Décapage de terre végétale 20cm	M3	80	24895	30141	1991600	2411280
déblais mis en remblais	M3	450	0	0	0	0
deblais mis en dépôts	M3	240	4970	21964	1192800	5271360
remblais d'emprunt	M3	600	124099	218872	74459400	131323200
Total(4)=					77643800	139005840
5) chaussée						
Accotement en TUF	M3	820	10360,5	11032,2	8495610	9046404
Couche de fondation en GNT	M3	2000	23419	26119	46838000	52238000
Couche de base en grave bitume GB	T	4200	11705	13036	49161000	54751200
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m2	T	100000	66,3	72,93	6630000	7293000
Couche d'accrochage dosée 200à 300g/m2	T	78800	24,86	27,347	1958968	2154943,6
Couche de roulement en béton bitumineux BB	T	4800	5040	5609	24192000	26923200
Total(5)=					137275578	152406747,6
Ouvrage d'art						
6) Ouvrage d'art	M2	52000	2342,47	3615,649	121808440	188013748
Total(6)=					121808440	188013748
7) Ouvrage d'art courant et assainissement	F	10% du total (3+4+5)				
Total(7)=					21588787,8	292091363,76
8) Impact sur l'environnement	F	1% du total (3+4+5)				
Total(8)=					2158818,78	2920913,376
9) Déviation des réseaux	F	3% du total (3+4+5)				
Total(9)=					6476456,34	8762740,128
10) Eclairage: signalisation et équipements routiers	F	5% du total (3+4+5)				
Total(10)=					10794093,9	14604566,88
11) Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F	2% du total (3+4+5)				
Total(11)=					4317637,56	5841826,752
TOTAL (HT)					685444168 ,72	873510822,84
TVA 17% (TOTAL(HT))					116525508,7	148496839,9
TTC TOTAL(HT) + TVA					801969677,40	1022007662,72



AVANT PROJET DETAILLE

CHAPITRE I



ETUDE DE TRAFIC

- 1- INTRODUCTION.
- 2- DEFINITION.
- 3- ANALYSE DE TRAFIC.
- 4- CALCULE DE LA CAPACITE.
- 5- APPLICATION AU PROJET.
- 6- CONCLUSION.

ETUDE DE TRAFIC

1- INTRODUCTION :

L'étude de trafic est une donnée nécessaire aux réflexions sur le développement des infrastructures de transport. Elle impactera directement sur les caractéristiques des voies à créer ainsi que les caractéristiques des chaussées.

On peut citer des choix possibles :

- ✓ Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- ✓ Choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- ✓ Position des échangeurs.
- ✓ Géométrie des carrefours.
- ✓ Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

2- DEFINITION:

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés :

- ❖ Trafic de transit : Origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
- ❖ Trafic d'échange : Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- ❖ Trafic local : Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- ❖ Trafic Moyen Journalier Annuel (T.M.J.A.) : Egal au trafic total de l'année divisé par 365.
- ❖ Unité de véhicule particulier (U.V.P.) : Exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.
- ❖ Trafics aux heures de pointe : Avec les heures de pointe du matin (HPM), et les heures de pointe du soir (HPS).

- ❖ Trafic journalier de fin de semaine : Egale au trafic total de la semaine.
- ❖ Trafic journalier moyen d'été : Important pour les régions estivales.

3- 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.

4- CALCUL DE LA CAPACITE :

4-1- 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.

4-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

$$TJMA_h = TJMA_0 (1+t)^n$$

avec :

$TJMA_0$: le trafic à l'année zéro.

$TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.

t: le taux de croissance annuel du trafic.

4-3- 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.

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.

Le tableau suivant nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de la route.

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique.	2-3	4-6	8-12
Route étroite.	3-6	6-12	16-24

4-4- Calcul du débit de point horaire normal :

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

$$Q = \frac{1}{n} T_{\text{eff}} \quad \text{avec} \quad \frac{1}{n} : \text{Coefficient de pointe prise égale } 0.12$$

Q : est exprimé en uvp/h.

4-5- Calcul du débit horaire admissible :

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

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	E1	E2	E3
K_1	0.75	0.85	0.90-0.95

📌 Valeurs de K_2 :

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

📌 Valeurs de C_{th} :

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

4-6- Calcul le nombre de voies :

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 = $\frac{2}{3}$

Q_{adm} : débit admissible par voie.

C.-à-d : $N = \frac{2}{3} \cdot \frac{Q}{Q_{adm}}$

5- APPLICATION AU PROJET :

➤ Données sur le trafic:

Selon les résultats des comptages effectués par le service spécialisé de la DTP de chlef nous avons :

Pour la RN04 :

- $TJMA_{2011} = 8000 \text{ v/j}$ $\left\{ \begin{array}{l} PL=20 \% \text{ donc : } TJMA_{PL} = 1600 \text{ v/j.} \\ VL=80 \% \text{ donc : } TJMA_{VL} = 6400 \text{ v/j.} \end{array} \right.$
- $TJMA_{VL} = 4500 \text{ v/j}$ $\left\{ \begin{array}{l} 40 \% \text{ vers la ville donc : } TJMA_{ville} = 2560 \text{ v/j} \\ 60 \% \text{ vers l'évitement donc : } TJMA_{VL} = 3840 \text{ v/j} \end{array} \right.$

$$TJMA(RN04)_{2011} = TJMA_{PL} + TJMA_{VL} = 1600 + 3840 = 5440 \text{ v/j}$$

Pour le CW77 :

- $TJMA_{2011} = 2500 \text{ v/j}$ $\left\{ \begin{array}{l} PL= 10 \% \text{ donc : } TJMA_{PL} = 250 \text{ v/j.} \\ VL=90 \% \text{ donc : } TJMA_{VL} = 2250 \text{ v/j.} \end{array} \right.$
- $TJMA_{VL} = 2250 \text{ v/j}$ $\left\{ \begin{array}{l} 40 \% \text{ vers la ville donc : } TJMA_{ville} = 900 \text{ v/j} \\ 60 \% \text{ vers l'évitement donc : } TJMA_{VL} = 1350 \text{ v/j} \end{array} \right.$

$$TJMA(CW77)_{2011} = TJMA_{PL} + TJMA_{VL} = 250 + 1350 = 1600 \text{ v/j}$$

Pour L'AUTOROUTE (AR) :

- $TJMA_{2011} = 5000 \text{ v/j}$

$$\left\{ \begin{array}{l} PL= 10 \% \text{ donc : } TJMA_{PL} = 500 \text{ v/j.} \\ VL=90 \% \text{ donc : } TJMA_{VL} = 4500 \text{ v/j.} \end{array} \right.$$
- $TJMA_{VL} = 4500 \text{ v/j}$

$$\left\{ \begin{array}{l} 20 \% \text{ vers la ville donc : } TJMA_{ville} = 900 \text{ v/j} \\ 80 \% \text{ vers l'évitement donc : } TJMA_{VL} = 3600 \text{ v/j} \end{array} \right.$$

$$TJMA(AR)_{2011} = TJMA_{PL} + TJMA_{VL} = 500 + 3600 = 4100 \text{ v/j}$$

Pour Le (CC) :

On a un trafic très faible pour le chemin de communal qu'est égale à 150 v/j

➤ Conclusion :

D'après ces calculs on a adopté pour le $TJMA_{2011}$ vers l'évitement (notre projet) qu'est égale :

$$TJMA(AR)_{2011} = TJMA(PL)(RN04,CW77,AR) + TJMA_{VL}(RN04,CW77,AR,CC) = 5440 + 1600 + 3600 + 4100 + 150 = 11290$$

➤ Calcul le pourcentage du poids lourd de l'évitement :

$$TJMA_{total \ 2011} = TJMA (RN04)_{2011} + TJMA (CW77)_{2011} + TJMA (AR)_{2011} + TJMA (CC)_{2011}$$

$$= 5440 + 1600 + 3600 + 4100 + 150 = 11290 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{total \ 2011} = 11290 \text{ v/j} \longrightarrow 100\%$$

$$TJMA_{total \ PL \ 2011} = 1600 + 250 + 500 = 2350 \longrightarrow X\%$$

$$x=21 \%$$

Donc :

$$TJMA_{total \ 2011} = 11290 \text{ v/j, PL}=21\%$$

- Le trafic à l'année 2011 $TJMA_{total\ 2011} = 11290\ v/j$.
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 21\ \%$.
- Année de mise en service : 2013.
- Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau = 4\%$.
- La durée de vie : 20ans.

On à :

- ✓ $P = 3$ (Route à bonne caractéristique, environnement E1)
- ✓ $K_1 = 0.75$ (environnement E1) ; $K_2 = 1$ (environnement E1, catégorie C2)

➤ Calcul de TJMA horizon :

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

$$TJMA_{2013} = (1 + 0.04)^2 \times 11290$$

$$TJMA_{2013} = 12211\ v/j$$

$$TJMA_{2033} = (1 + 0.04)^{20} 12211$$

$$= 26756\ v/j$$

➤ Calcul des trafics effectifs :

$P = 3$ (route de bonnes caractéristiques, E1)

$$T_{eff\ 2033} = [(1 - 0.21) + 3 \times 0.21] 26756.$$

$$= 37993\ uvp/j$$

➤ Débit de pointe horaire normal :

$$Q_{2033} = (1/n) T_{eff} = 0.12 \times T_{eff}$$

$$Q_{2033} = 0.12 \times 37993 = 4459\ uvp/h$$

➤ Capacité théorique :

$$Q_{2033} < Q_{adm} \longrightarrow Q_{2033} < K_1 \times K_2 \times C_{th} \longrightarrow C_{th} \geq \frac{Q_{2033}}{K_1 \times K_2}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Catégorie C1} \\ \text{Environnement E1} \end{array} \right\} \begin{array}{l} K_1 = 0.75 \\ K_2 = 1 \end{array} \quad C_{th} \geq \frac{4459}{0.75 \times 1}$$

➤ Calcul du débit admissible :

Il est déterminé par l'application de la formule suivante : $Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$

On a une route à chaussées séparées, on prend $C_{th} = 1800$ uvp/h

$$\begin{aligned} \text{Donc: } Q_{adm} &= 0.75 \times 1 \times 1800 \\ &= 1350 \text{ uvp/h} \end{aligned}$$

➤ Détermination de nombre des voies :

$$N = 2/3 (4559/0.75 \times 1 \times 1800) = 2.25 \quad N = 2 \text{ voies/sens}$$

➤ L'année de saturation :

On détermine la durée de vie avant saturation de l'évitement en 2×2 voies par la formule suivante : $Q_F = Q_D$

1- Calcul de Q_F :

$$\begin{aligned} Q_F &= K_1 \times K_2 \times C_{th} \\ Q_F &= 0.75 \times 1 \times 6078 = 4558 \text{ uvp/j.} \end{aligned}$$

2- Calcul de Q_D :

$$\begin{aligned} Q_{D2013} &= 0.12 T_{eff} \\ Q_{D2013} &= 0.12 \times ((1 - 0.21) + 3 \times 0.21) \times TJMA_n \\ Q_{D2013} &= 0.1704 \times TJMA_n \end{aligned}$$

On remplace $TJMA_n$ en fonction de n

$$Q_{D2013} = 2081 (1.04)^n$$

$$\text{Donc : } 4547 = 2081(1.04)^n \longrightarrow n = \log(2.185)/\log(1.04) = 19.99 = 20 \text{ ans.}$$

Donc l'année de saturation = 2013+20=2033.

6- CONCLUSION :

Un profil en travers en 2×2 voies avec un TPC de 3.00m et 1.80 m d'accotement, la largeur d'une voie est de 3.50 m.

TJMA₂₀₁₁ (v/j)	TJMA₂₀₁₃ (v/j)	TJMA₂₀₃₃ (v/j)	Teff₂₀₃₃ (uvp/j)	Q₂₀₃₃ (uvp/h)	N nombre de vois par sens
11290	12211	26756	37993	4459	2

CHAPITRE II



TRACE EN PLAN

- 1- INTRODUCTION.
- 2- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN.
- 3- RACCORDEMENT ENTRE ELEMENTS DE TRACE.
- 4- LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT.
- 5- LA VITESSE DE BASE (DE REFERENCE).
- 6- LES CRITERES DE CHOIX DE VITESSE DE BASE.
- 7- LA VITESSE DE PROJET.
- 8- PARAMETRES FONDAMENTAUX.
- 9- EXEMPLE DE CALCUL.

TRACE EN PLAN

1- INTRODUCTION :

Le tracé en plan est la projection sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée, c'est une succession de droites, d'arcs de cercle et de courbes de raccordement.

La combinaison de ces éléments, en coordination avec le profil en long, doit en premier lieu permettre de réserver une proportion convenable de zones où la visibilité est suffisante pour permettre le dépassement. Simultanément, on doit éviter l'effet de monotonie et réduire en conduite nocturne le temps d'éblouissement par les phares lié aux grands alignements droits.

2- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

La disposition générale du tracé est dans ses grandes lignes déterminée par un ensemble de contraintes identifiées dans le cadre des études préalables et relevant des domaines de l'environnement, de la topographie, de la géologie ou de l'habitat croisées avec les fonctionnalités attendues de la voie (localités à desservir, points de passage obligés pour le tracé, etc).

Le tracé en plan est profondément marqué par l'influence de la dynamique des véhicules : leur stabilité n'est acquise qu'à condition de respecter les lois liant vitesse du véhicule, rayon de courbure du tracé en plan et dévers de chaussée (comportant l'effet des forces centrifuges).

Le tracé en plan comporte :

- ✓ Des alignements droits.
- ✓ Des arcs de cercle.
- ✓ Des arcs de courbe à courbure progressive : essentiellement des arcs de clothoïde.

2-1- 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.

2-2- Les arcs de cercle (rayons) :

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.

Choix du rayon des virages :

Le rayon des arcs de cercle et leurs dévers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à la vitesse de référence (base) V_B de ne pas déraper, f_t le coefficient de frottement transversal, c'est-à-dire l'adhérence transversale maximale, Soit le rayon minimal dépend donc des dévers et du frottement, le dévers ne doit pas être trop grand pour éviter le risque de glissement à faible vitesse par temps de verglas.

Il est recommandé de le limiter à 7 %.

Les valeurs conventionnelles retenues pour f_t dépendent de la vitesse (à partir de B40).

Une fois dépassée la zone éventuelle de raccordement progressif, le rayon de courbure doit rester constant sur toute la longueur du virage.

La Recherche sur les Transports et leur Sécurité a pu montrer que la plupart des virages dangereux se caractérisaient par une variation brusque du rayon de courbure.

Un mauvais uni est également un élément défavorable, de même bien entendu qu'un défaut d'adhérence, qui est fréquent dans les zones où le véhicule est fortement sollicité et où l'usure du revêtement est donc plus rapide.

2-3- Les arcs de clothoïde :

La clothoïde est une courbe transcendante plane dont la courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne.

Elle est également appelée spirale de Cornu, (en référence à Alfred Cornu, le physicien français qui l'a redécouverte), une dénomination utilisée dans la conception des raccordements de virages routiers.

En cinématique, la propriété fondamentale de la clothoïde se traduit par « une trajectoire qui, parcourue à vitesse constante, est telle que sa courbure varie linéairement ». La force centrifuge subie par un observateur circulant de façon continue le long de cette courbe varie donc continûment.

Elle est une courbe utilisée sur les routes pour raccorder une droite à un cercle. Cette courbe est plus connue, C'est la trajectoire suivie par une voiture qui roule à vitesse constante V et dont le conducteur tourne le volant à une vitesse aussi constante.

Les éléments 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.

ΔR : mesure de décalage entre l'élément droite et l'arc de cercle (ripage).

τ : Angle des tangentes.

TK : tangente courte.

TL : tangente longue.

SL : corde $KE - KA$.

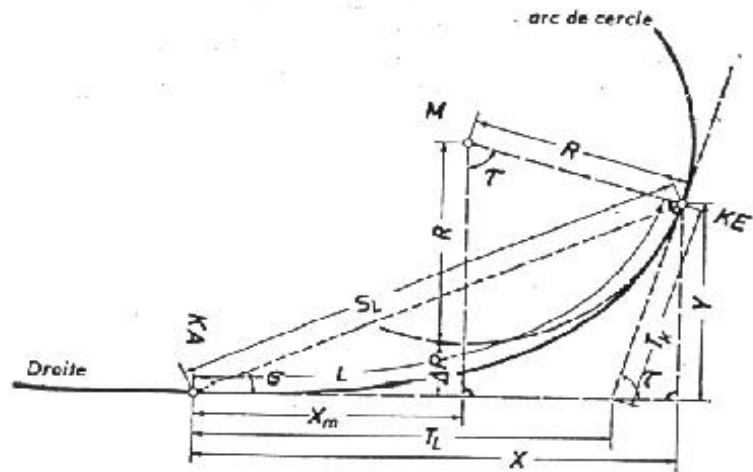
M : centre du cercle

X_m : abscisse du centre du cercle

Y : Ordonnée de KE .

X : abscisse de KE .

δ : angle polaire (angle de corde avec la tangente).



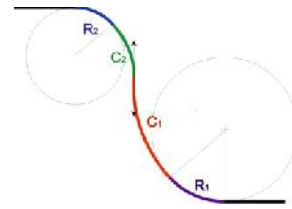
Leurs domaines d'utilisation sont les suivants :

- 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.

Quelques compositions de courbes sont fréquentes :

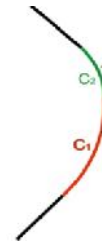
- **Courbe en S :**

Formées de deux arcs de clothoïde, de concavités opposées raccordant deux cercles.



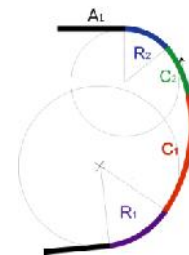
- **Courbe à sommet :**

Deux arcs de clothoïde de même concavité raccordant deux alignements droits.



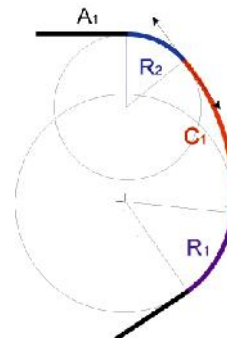
- **Courbe en C :**

Deux arcs de clothoïde de même concavité raccordant deux cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.



- **Courbe en ove :**

Un arc de clothoïde de même concavité raccordant deux arcs de cercles, l'un intérieur à l'autre.



❖ **Stabilité en courbe :**

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

1- Rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal.

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

f_t : coefficient de frottement transversal

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

2- Rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_B de 20km/h de rouler en sécurité.

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

3- Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

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

Dévers associé : $d_{\min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2

$d_{\min} = 3\%$ en catégorie 3 – 5

4- Rayon minimal non déversé (RHnd):

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

Cat. 1 – 2

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

Cat. 3 – 4 – 5

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \cdot (f'' - 0.03)}$$

3- RACCORDEMENT ENTRE ELEMENTS DE TRACE :

3-1- 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

3-2- Raccordement entre cercle et alignement droit :

Tous les cercles de rayon inférieur à RH_{nd} (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.

3-3- Raccordement entre cercles et cercles :

Il doit y avoir entre deux cercles obligatoirement un alignement droit ou un arc de clothoïde, Pour employer un alignement droit, il faut que sa longueur soit au moins égale au trajet défini par un parcours de 5 secondes à la vitesse correspondant au plus grand rayon (qui permet la plus grande vitesse : raison de sécurité). Cette longueur dépend donc de la vitesse de base (référence) et du rayon du cercle.

Nota :

Il est souhaitable de prévoir, entre les segments de droite et les arcs de cercle, des zones de raccordement, et cela pour réaliser les conditions suivantes :

- Assurer une bonne visibilité de la route en annonçant les virages.
- Permettre à l'automobiliste un braquage progressif.
- Introduire progressivement le dévers à partir d'un profil en ligne droite en forme de toit.

4- LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :

La clothoide est définie par une seule donnée : Soit sa longueur L, soit son paramètre A.

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

1- Condition optique :

La clothoide doit aider à la stabilité de la route en annonçant le virage, et on a d'après B40 le paramètre de la clothoide A

$$A = \sqrt{RL} \quad A \geq R/3 \quad A_{\min} = R/3 \quad \text{et} \quad A_{\max} = R$$

2- Condition de confort dynamique :

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

l'accélération transversale est : $\left(\frac{v_B^2}{R} - g \cdot \Delta d \right)$

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur

$$Kg = 1/0.2 V_B$$

$$\text{On opte : } L \geq \frac{v_B^2}{18} \left(\frac{v_B^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right)$$

$$\Delta d = d - (-2.5)$$

$$d = \frac{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) (d_{(RHn)} - d_{(RHd)})}{\left(\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd} \right)} + d_{(RHd)}$$

V_B : vitesse de base (Km/h)

R : rayon en mètre (m)

Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$) (%)

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 tel sorte $\Delta p < 0.5/V_B$

Nous avons : $L = l \cdot \Delta d \cdot V_B$, l : largeur de chaussée

5- LA VITESSE DE BASE (REFERENCE) :

La vitesse de base utilisée lors de la conception est variable. Cela aura comme conséquence d'obtenir une route à vitesses différentes à plusieurs endroits,

Donc la sécurité de l'usager sera constamment remise en fonction de sa vitesse de conduite.

6- LES CRITERES DE CHOIX DE VITESSE DE BASE :

La vitesse de base peut varier selon :

- ❖ Type de route.
- ❖ Importance et genre de trafic (catégorie).
- ❖ Topographie (environnement).

7- LA VITESSE DE PROJET :

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

On entend par conditions normales:

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

8- PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Pour notre projet (l'évitement est de la ville de BOUKADIR) situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie 1 (C1) avec une vitesse de base de 80(km/h), le règlement (B40) préconise les rayons suivant : (voir le tableau).

PARAMETRES	SYMBOLES	VALEURS
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	111.11
Longueur maximale (m)	Lmax	1333.33
Devers minimal (%)	dmin	2.5
Devers maximal (%)	dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t1	2
Frottement longitudinal	fL	0.39
Frottement transversal	ft	0.13
Distance de freinage (m)	d0	65
Distance d'arrêt (m)	d1	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	
RHm (m) (d'associe %)	RHm	250 (7 %)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	450 (5 %)
RHd (m) (d'associe %)	RHd	1000(2.5 %)
RHnd (m) (d'associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)

9- EXEMPLE DE CALCUL :

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

S₀(329786.8843 , 391830.5022)

S₁(329074.7095 , 393004.4108)

S₂(330964.8014 , 393916.6805)

Rayon R = 350 m V_B = 80km/h

• Cas d'un raccordement avec clothoïde « Forme symétrique » :

❖ Calcul du paramètre A :

On sait que : $A^2 = L \times R$

✓ Détermination de L :

1. Condition de confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où } 116.66 \leq A_{\min} \leq 350$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{Comme } R = 350\text{m} < 1400\text{m} \quad \Delta R = 1$$

$$\text{Donc : } L \geq \sqrt{24 \times 350 \times 1} = 91.65\text{m} \dots\dots\dots 1$$

2. Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d \text{ VB}$$

$$RH_N \leq R \leq RH_{nd}$$

$$\Delta d = d - (-2.5)$$

$$d = \frac{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) (d_{(RHn)} - d_{(RHd)})}{\left(\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd} \right)} + d_{(RHd)}$$

$$\Rightarrow \Delta d = 5.71 - (-2.5) = 8.21 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 8.79 \times 80 = 91.22 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

De 1 et 2 on aura: $L \geq 92 \text{ m}$.

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 179$$

On prend:

$$A = 179 \text{ m}$$

❖ Calcul de ΔR :

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{92^2}{24 \times 350} = 1.007 \text{ m}$$

$$\Delta R = 1.007 \text{ m}$$

❖ 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.

$$S_0S_1 \begin{cases} |\Delta X| = |XS1 - XS0| = -712.1748 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |YS1 - YS0| = 1173.9086 \text{ m} \end{cases}$$

$$S_1S_2 \begin{cases} |\Delta X1| = |XS2 - XS1| = 1890.0919 \text{ m} \\ |\Delta Y1| = |YS2 - YS1| = 912.2697 \text{ m} \end{cases}$$

D'où:

$$G_{s0}^{s1} = 400 + \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 265.28 \text{ gr}$$

$$G_{s1}^{s2} = \arctg \frac{|\Delta Y1|}{|\Delta X1|} = 71.37 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s2}^{s3} - G_{s1}^{s2}| = 106.03 \text{ gr}$$

$$\gamma = 106.03 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{p} = \frac{92}{2 \times 350} \times \frac{200}{p}$$

$$\tau = 8.367 \text{ gr}$$

❖ Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 8.367 \text{ gr}$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{106.03}{2} = 53.015 \text{ gr} \quad \text{D'où : } \tau < \gamma / 2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

❖ Calcul des distances :

$$\overline{S1S0} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{712.1748^2 + 1173.9086^2} = 1373 \text{ m}$$

$$\overline{S2S1} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{1890.0919^2 + 912.2697^2} = 2098.7 \text{ m}$$

❖ Caracteristiques de la courbe de raccordement :

$$\text{On a: } \frac{L}{R} = \frac{92}{350} = 0.262857$$

A partir des tableaux de clothoïdes ligne N° 412, On tire les valeurs suivantes:

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.002871 \Rightarrow \Delta R = 1.00485 \text{ m}$$

$$\frac{X_m}{R} = 0.131625 \Rightarrow X_m = 46.06875 \text{ m}$$

$$\frac{X}{R} = 0.263239 \Rightarrow X = 92.13365 \text{ m}$$

$$\frac{Y}{R} = 0.011285 \Rightarrow Y = 3.94975 \text{ m}$$

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

$$T = 46.06875 + (350 + 1.00485) \operatorname{tg} 53.015$$

$$T = 432 \text{ m}$$

❖ Calcul des Coordonnées SL :

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

$$\text{Avec : } S_L = \sqrt{(92.13365)^2 + (3.94975)^2} = 92.218 \text{ m}$$

$$S_L = 92.218 \text{ m}$$

❖ Calcul de σ :

$$\sigma = \operatorname{arctg} \frac{Y}{X} = \operatorname{arctg} \frac{3.94975}{92.13365} = 2.7275 \text{ grades}$$

$$\sigma = 2.7275$$

❖ Calcul de l'arc :

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{\pi R (\gamma - 2 \tau)}{200}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{\pi \cdot 350 (106.03 - 2 \times 8.367)}{200} = 490.93 \text{ m}$$

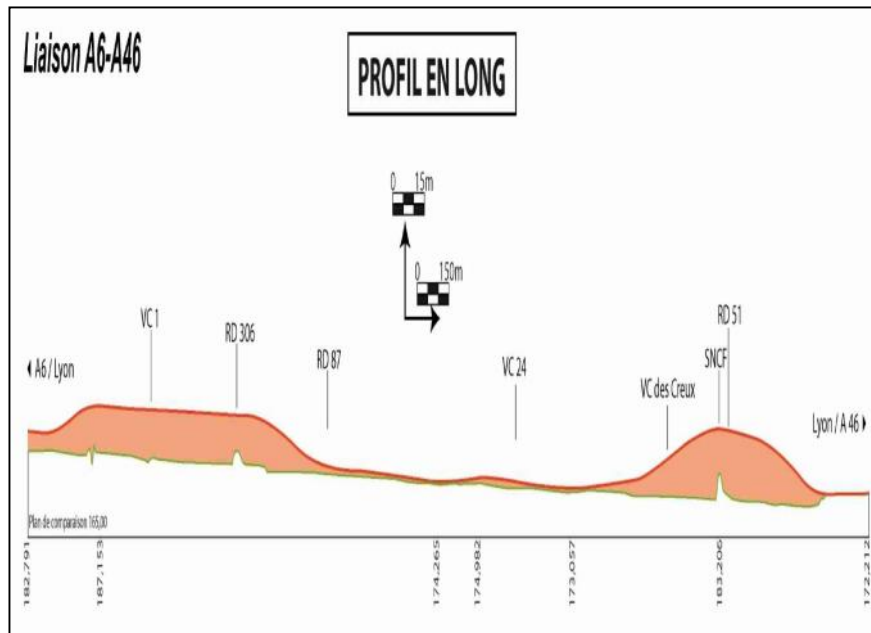
$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KA1} &= X_{S0} + (S_0 S_1 - T) \times \sin (G_{S0}^{S1} - 200) \\ Y_{KA1} &= Y_{S0} - (S_0 S_1 - T) \times \cos (G_{S0}^{S1} - 200) \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KA1} &= 329786.8843 + (712.1748 - 432) \times \sin (265.28 - 200) = 329298.7930 \text{ m} \\ Y_{KA1} &= 391830.5022 - (1173.9086 - 432) \times \cos (265.28 - 200) = 392635.0450 \text{ m} \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KE1} &= X_{KA1} + S_L \times \sin (G_{S0}^{S1} - \sigma) \\ Y_{KE1} &= Y_{KA1} - S_L \times \cos (G_{S0}^{S1} - \sigma) \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KE1} &= 329966.9789 + 92.218 \times \sin (265.28 - 2.7275) = 329254.7990 \text{ m} \\ Y_{KE1} &= 391138.942 - 92.218 \times \cos (265.28 - 2.7275) = 392715.2470 \text{ m} \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KA2} &= X_{S1} + T \times \sin (200 - G_{S1}^{S2}) \\ Y_{KA2} &= Y_{S1} + T \times \cos (200 - G_{S1}^{S2}) \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KA2} &= 329074.7095 + 432 \times \sin (200 - 71.37) = 329463.785 \text{ m} \\ Y_{KA2} &= 393004.4108 + 432 \times \cos (200 - 71.37) = 393192.201 \text{ m} \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KE2} &= X_{KA2} + S_L \times \sin (G_{S1}^{S2} + \sigma) \\ Y_{KE2} &= Y_{KA2} + S_L \times \cos (G_{S1}^{S2} + \sigma) \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} X_{KE2} &= 329463.785 + 92.218 \times \sin (71.37 + 2.7275) = 329383.2130 \text{ m} \\ Y_{KE2} &= 393192.201 + 92.218 \times \cos (71.37 + 2.7275) = 393148.8870 \text{ m} \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

Les résultats de calcul manuel résumés dans le tableau suivant :

Point	Abscisse (X) (m)	Coordonne (Y) (m)
K _{A1}	329298.7930	392635.0450
K _{E1}	329254.7990	392715.2470
K _{A2}	329463.7850	393192.2010
K _{E2}	329383.2130	393148.8870

Les résultats de calcul d'axe fait par logiciel piste 5.05 et sont joints en annexe.

CHAPITRE III



PROFIL EN LONG

- 1- DEFINITION.
- 2- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG.
- 3- PROCEDURE DE TRACE.
- 4- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG.
- 5- LES ELEMENTS GEOMETRIQUES DU PROFIL EN LONG.
- 6- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG.
- 7- DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG.
- 8- EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG.

PROFIL EN LONG

1- DEFINITION:

Le profil en long est le développement du cylindre vertical sur lequel est tracé l'axe de la route.

Il est constitué de segments de droite raccordés par des arcs (paraboles) de cercle caractérisés par leur rayon.

Pour les segments de droite, on parle de pente ou de rampe suivant que la route descend ou monte dans le sens de la marche.

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

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai.
- Recherche un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
- Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).

3- PROCEDURE DE TRACE :

- 1) Choix du plan horizontal de référence (Plan de comparaison).
- 2) Définir le TN : tracé + cotes.
- 3) Définir de projet : tracé + cotes.
- 4) Numéroter la position des profils en travers.
- 5) Indiquer les distances (partielles et cumulées).
- 6) Indiquer la déclivité du projet.
- 7) Indiquer les caractéristiques géométriques du projet : alignements et courbes.

4- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

Le respect de bonnes conditions de visibilité et la garantie d'une bonne lisibilité de l'itinéraire par l'utilisateur imposent de veiller à une bonne coordination des éléments du tracé en plan et du profil en long.

C'est la combinaison des deux éléments qui conditionnent l'image offerte réellement à l'utilisateur et de ce fait est le Paramètre déterminant vis-à-vis de son comportement.

Outre les objectifs d'intégration dans le site, cette coordination vise également en terme de sécurité à assurer pour l'utilisateur :

- ✓ la perception des points singuliers de l'itinéraire.
- ✓ la prévision anticipée des évolutions du tracé.
- ✓ l'appréciation de l'adaptation au terrain sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités.

Les pertes de tracé, si elles ne sont pas gênantes pour l'utilisateur, peuvent parfois engendrer une perception erronée du tracé routier de jour comme de nuit. En conséquence, il est nécessaire d'assurer la visibilité d'une longueur de route compatible avec la distance d'accommodation moyenne pour la vitesse pratiquée (distance conducteur – point sur lequel il fixe son attention). En cas d'impossibilité, on évitera la réapparition de la route à une distance inférieure à cette longueur.

5- LES ELEMENTS GEOMETRIQUES DU PROFIL EN LONG :

4-1- Palier et déclivité :

4-1-1 Palier :

Les paliers sont des sections de routes horizontales, elle est dénommée rampe si la route s'élève dans le sens positive, et pente dans le cas contraire.

4-1-2 Déclivités :

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

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

4-1-2-1 Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 0,5%, de préférence inférieures à 1%.

$$I_{\min} > 1\%$$

4-1-2-2 Déclivité maximum :

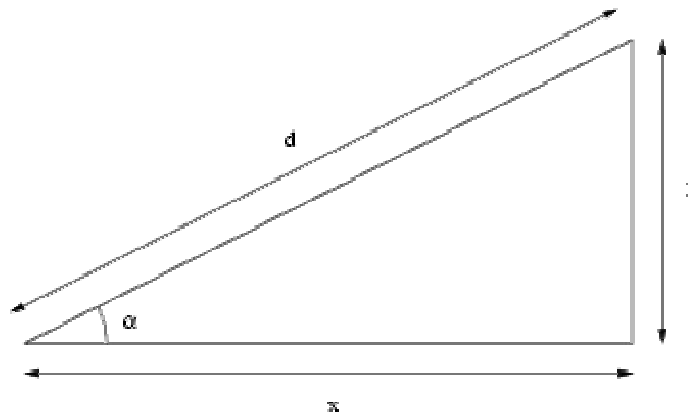
Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd, et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

Dans notre projet ($V_B=80$ km/h)

$$I_{\max} = 4\%$$

Un rappel des définitions utiles pour caractériser l'inclinaison d'une route.

Pente et déclivité



d = distance parcourue (mesurée sur la route)

y = dénivellation

x = distance horizontale = $\sqrt{d^2 - y^2}$

pente = $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{y}{\sqrt{d^2 - y^2}}$

déclivité = $\sin \alpha = \frac{y}{d}$

Pour des petites valeurs de α ($\leq 10^\circ$), la pente et la déclivité coïncident (si on arrondit à la première décimale (i.e. en pourmille).

6- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :

La monte et la descend de la route n'est pas forcément visible. Ces montées et ces descentes, elles aussi, ne sont que successions d'alignements droits et raccords mais dans un plan vertical. L'usage est de les représenter sur un document appelé "profil en long" représentant le projet de voie. On distingue deux types de raccords :

6-1- Raccords convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- ✖ Condition de confort.
- ✖ Condition de visibilité.

6-1-1- Condition de confort :

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

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

$$\text{D'où :} \quad R_v \geq 0,30 V^2 \quad (\text{cat 1-2}).$$

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

Tel que :

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

V : vitesse de référence (km/h).

6-1-2- Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2.(h_0 + h_1 + 2.\sqrt{h_0.h_1})} \approx 0,24 d^2$$

d : Distance d'arrêt (m).

h_0 : Hauteur de l'œil (m).

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base $V_r=80$ (Km/h) et pour la catégorie 1 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1	2500
Min- normal	RVN1	6000

Rayons convexes (angle saillant)

6-2- Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

$$R'_{vm} = \frac{d_1^2(V_r)}{(1.5 + 0.035 \times d_1(V_r))}$$

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

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R'_{vm}	2400
Min -normal	R'_{VN}	3000

Rayons concaves (angle rentrant).

7- DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

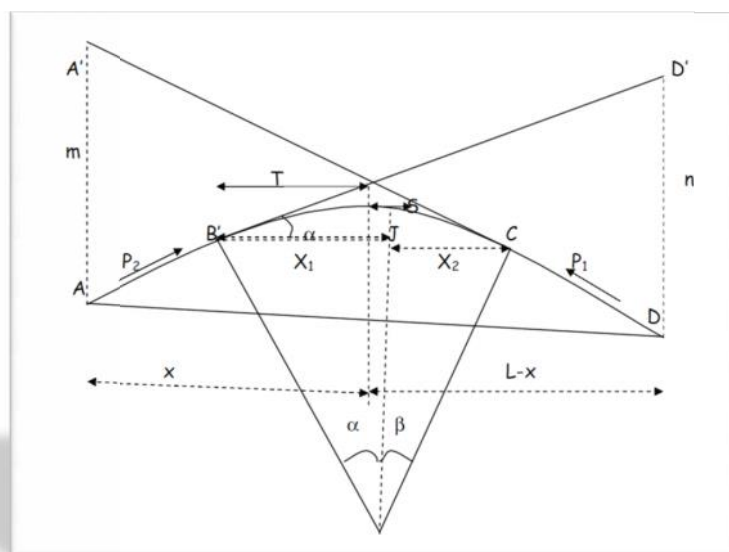
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2 R \cdot Y = 0.$$

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

Le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée la pente P_1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P_2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.



1- Détermination de La position du point de rencontre (S) :

$$\text{On a : } \begin{aligned} Z_{D'} &= Z_A + L.P2 & ; & & m &= Z_{A'} - Z_A \\ Z_{A'} &= Z_D + L.P1 & ; & & n &= Z_{D'} - Z_D \end{aligned}$$

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

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

$$S \begin{cases} X_S = X + X_{A'} \\ Z_S = P1.X + Z_A \end{cases}$$

$$\text{Tel que : } P1 = \left| \frac{Z_A - Z_D}{Z_{A'} - Z_D} \right| \quad P2 = \left| \frac{Z_D - Z_{D'}}{Z_{D'} - Z_{A'}} \right|$$

2- Calculs de La tangente :

$$T = \frac{R}{2} \left| P1 - \frac{Z_D}{X_D} \right|$$

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

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T \\ Z_B = Z_S - T.P1 \end{cases} \quad C \begin{cases} X_C = X_S + T \\ Z_C = Z_S - T.P2 \end{cases}$$

3- Projection horizontale de la longueur de raccordement : $L = 2T$

4- Calcul de la flèche : $H = T^2/2R$

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

$$M \begin{cases} H_X = x^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X.P1 - X^2 / 2R \end{cases}$$

6- Calcul des cordonnées du sommet de la courbe (J) :

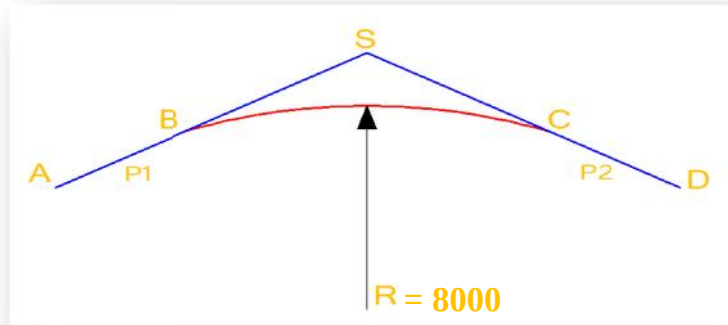
Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$X_1 = R.P1 \quad ; \quad X_2 = R.P2 \quad J \begin{cases} X_J = X_E + R.P1 \\ Z_J = Z_E + X_1.P1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

8- EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG :

Cas d'un rayon convexe :

$R = 8000$ (m).



$$\mathbf{A} \begin{cases} X_A = 800,005 \\ Z_A = 75,4753 \end{cases}$$

$$\mathbf{S} \begin{cases} X_S = 1000,005 \\ Z_S = 77,4753 \end{cases}$$

$$\mathbf{D} \begin{cases} X_D = 1300,005 \\ Z_D = 75,715 \end{cases}$$

1- Calcul Des Pentes :

$$P1 = \left| (Z_S - Z_A) / (X_S - X_A) \right|$$

$$P1 = \left| (77,4753 - 75,4753) / (1000,005 - 800,005) \right| = 1 \text{ \%}.$$

$$P2 = \left| (Z_S - Z_D) / (X_S - X_D) \right|$$

$$P2 = \left| (77,4753 - 75,715) / (1000,005 - 1300,005) \right| = 0,586 \text{ \%}.$$

2- Calcul des tangentes :

$$T = (|P1| + |P2|) \times (R/2) = (|1 \text{ \%}| + |0,586 \text{ \%}|) \times (14000/2) = 63,44 \text{ (m)}.$$

3- Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = (296,8)^2 / (2 \times 14000) = 0,25 \text{ (m)}.$$

4- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

▪ Calcul des coordonnées du point B:

$$\begin{cases} X_B = X_S - T = |1000,005 - 63,44| = 936,565 \text{ (m)}. \\ Z_B = Z_S - T \times |P1\%| = 77,4753 - 63,44 \times |1 \text{ \%}| = 76,8409 \text{ (m)}. \end{cases}$$

▪ Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} X_C = X_s + T = |1000,005 + 63,44| = 1063,445 \text{ (m).} \\ Z_C = Z_s - T \times |P2\%| = 77,4753 - 63,44 \times |0.586 \text{ \%}| = 77.103 \text{ (m).} \end{cases}$$

5- Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 63.44 = 126.88 \text{ (m).}$$

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

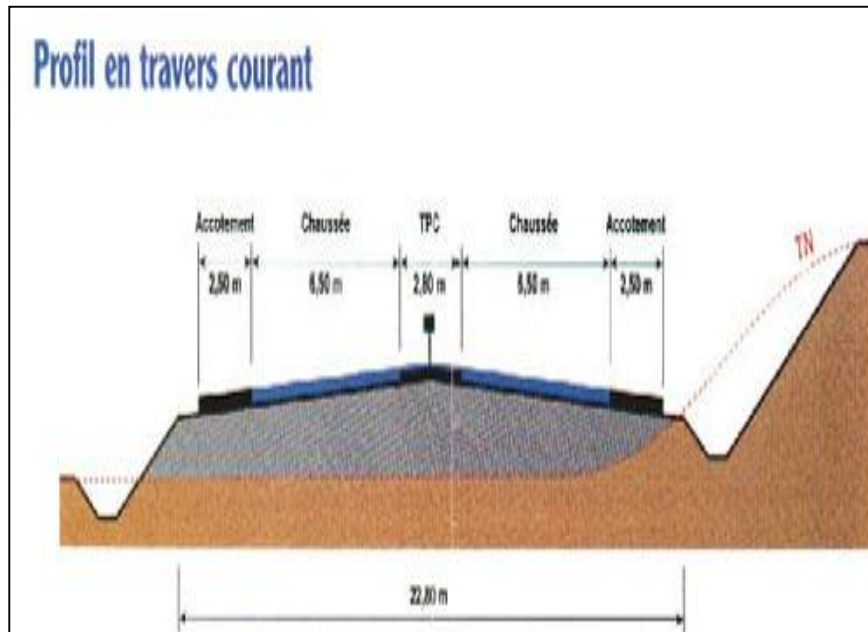
$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P_1 \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P_1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{J/A} = 8000 \times 0,01 = \mathbf{80 \text{ m}} \\ Z_{J/A} = 80 \times 0.01 - \frac{(80)^2}{2 \times 8000} = \mathbf{0.79995 \text{ m}} \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_s + X_{J/A} = 1000,005 + 80 = \mathbf{1080.005 \text{ m}} \\ Z_J = Z_s - Z_{J/A} = 77,4753 - 0.79995 = \mathbf{77.395305 \text{ m}} \end{cases}$$

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel PISTE 5.05 et sont joints dans l'annexe.

CHAPITRE IV



PROFIL EN TRAVERS

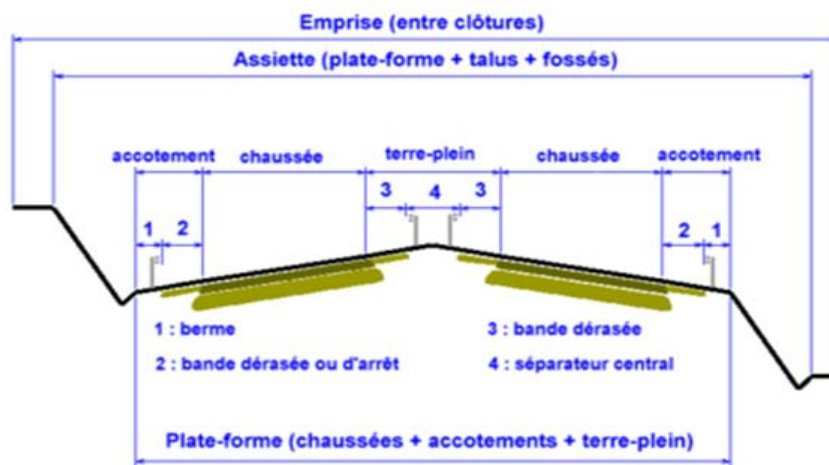
- 1- DEFINITION.
- 2- LES ÉLEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS.
- 3- PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET.

PROFIL EN TRAVERS

1- DEFINITION :

Le profil en travers c'est la coupe transversale de la chaussée et de ses dépendances, Il contient (largeur des voies, chaussée et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimension des couche de la superstructure, système d'évacuation des eaux).

2- LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :



Profil en travers type.

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants :

2-1- LA CHAUSSEE:

Le terme "Chaussée" désigne la partie de la voie publique aménagée pour la circulation des véhicules en général.

La largeur maximale des véhicules étant de 2,50 m, cette largeur constitue un minimum pour celle des voies.

2-1- LES ACCOTEMENTS :

Le terme accotement désigne la partie d'une route située entre la limite de la chaussée, au sens géométrique, et le début du talus de remblai ou de déblai, ou en d'autres termes la zone s'étendant de la limite de la chaussée à la limite de la plate-forme.

Les accotements, stabilisés ou non, ne font pas partie de la chaussée.

2-1- LE TERRE –PLEIN CENTRALE :

Terre-plein est tout type d'aménagement implanté longitudinalement pour séparer les chaussées, à l'exception des marquages routiers.

2-1- LE FOSSE :

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

2-2- LA PLATE-FORME :

La plate-forme d'une route désigne, au sens géométrique, la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement les terre-pleins . Elle peut aussi désigner la structure qui supporte la chaussée.

2-3- L'ASSIETTE :

C'est la surface du terrain occupé par la route et toutes les dépendances indispensables à sa tenue, à savoir la plate-forme, les fossés et les talus.

2-4- L'EMPRISE :

Ce terme désigne la surface du terrain occupé par la route et toutes les dépendances indispensables à sa tenue, à savoir la plate-forme, les fossés et les talus, ainsi que l'ensemble des espaces ou voies nécessaires à son entretien ou à son exploitation.

L'emprise correspond à la surface de terrains nécessaires à acheter pour construire une route.

3- PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET (EVITEMENT) :

Notre évitement comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constructifs suivantes :

- ✓ Deux chaussée de deux voies de 3.5m chacune : $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00\text{m}$.
- ✓ Un terre-plein central de 3m : 3m.
- ✓ Quatre bandes de guidage de 0.25 m : $2 \times (2 \times 0.25) = 1.00\text{m}$.
- ✓ Un accotement de 1.80m de chaque coté : $2 \times 1.80 = 3.60\text{m}$.
- ✓ Une berme de 0.75m après les accotements. : $0.75 \times 2 = 1.5 \text{ m}$

CHAPITRE V



CUBATURES

- 1- DEFINITION.
- 2- METHODES DE CALCUL DES CUBATURES.
- 3- CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT

LES CUBATURES

1- DEFINITION :

C'est l'évaluation des volumes des terres soit à apporter, soit à enlever pour réaliser le projet, à partir des **surfaces** de remblais ou de déblais obtenues par le profil en travers, et des **distances** entre profils en travers, indiquées sur le profil en long.

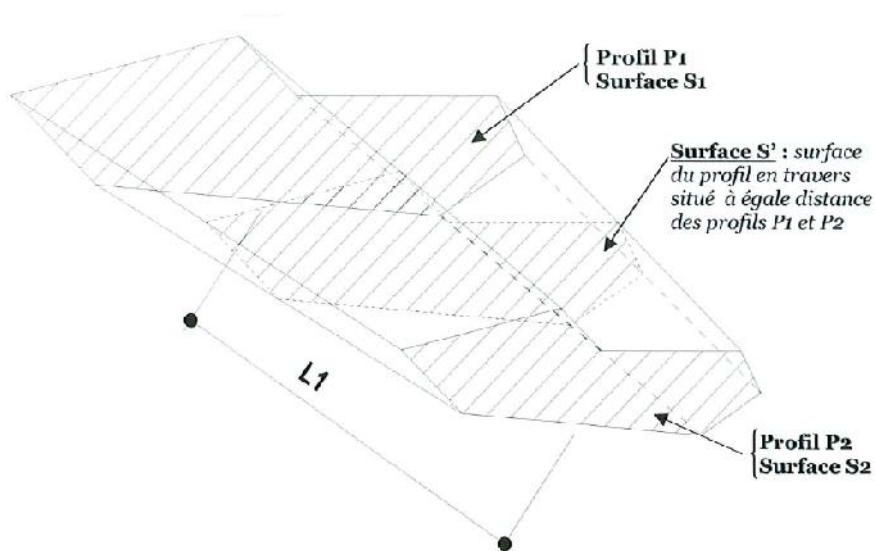
La cubature des terrassements est calculée après définition du terrain naturel et du projet par un tracé en plan, un profil en long et des profils en travers.

La cubature des matériaux de la chaussée est réalisée en fonction de la 'coupe transversale' de la chaussée après dimensionnement de la chaussée.

Le calcul des cubatures a pour objectif la détermination des quantités des différents matériaux :

- ✓ Structure de la plateforme (déblai/remblai).
- ✓ Structure de la chaussée. (BB/GB/GNT/TUF/GC).

2- METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :



$$V_1 = L_1/6 (S_1 + S_2 + 4S')$$

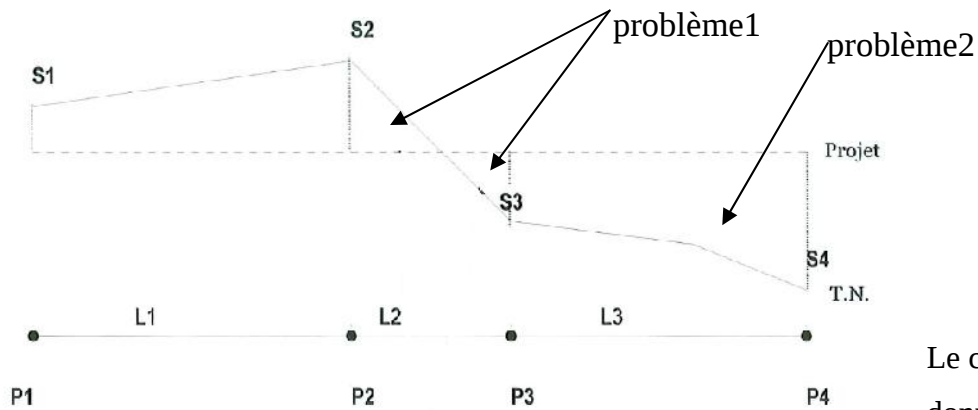
Simplification : On considère que $S' = (S_1 + S_2)/2$

$$\text{Alors } V_1 = L_1/6 (S_1 + S_2 + 4(S_1 + S_2)/2)$$

Donc :

$$V_1 = L_1/2 (S_1 + S_2)$$

En généralisant à l'ensemble du projet :



Le calcul général
donne donc :

$$V_1 = L_1/2$$

$$(S_1 + S_2)$$

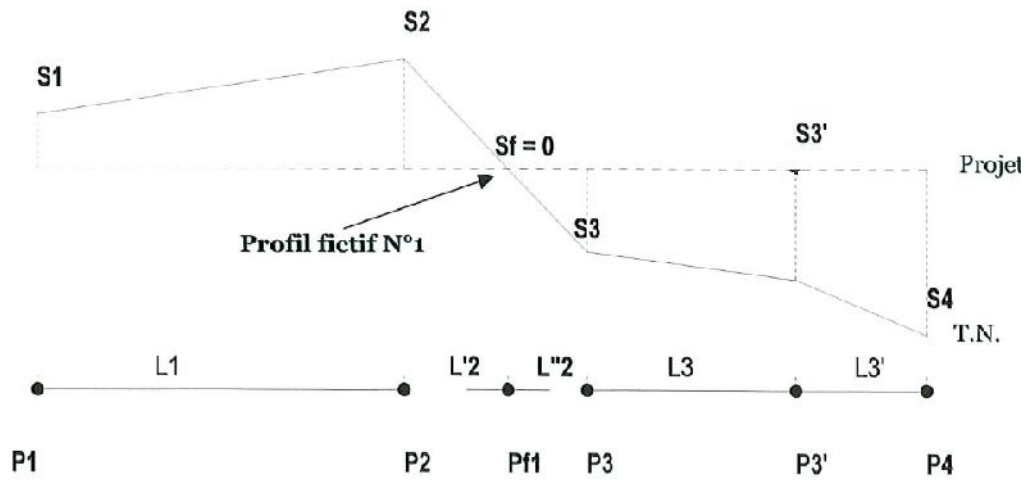
$$V_2 = L_2/2 (S_2 + S_3)$$

$$V_3 = L_3/2 (S_3 + S_4)$$

Problème 1 : On interpose un profil en travers fictif pf1 de surface nulle pour déterminer la partie de remblais et celle de déblais.

Problème2 : On ajoute un profil en travers P3' entre P3 et P4 pour calculer le volume entre P3 et P4

$$(V(P_3, P_4) = V(P_3, P_3') + V(P_3', P_4)).$$



$$V1 = L1/2 (S1 + S2)$$

$$V2' = L'2/2 (S2 + 0)$$

$$V2'' = L''2/2 (0 + S3)$$

$$V3 = L3/2 (S3 + S3')$$

$$V3' = L3'/2 (S3' + S4)$$

$$V = V1 + V2' + V2'' + V3 + V3'$$

$$V = (L1/2)S1 + S2(L1 + L'2)/2 + Sf1(L'2 + L''2)/2 + S3(L''2 + L3)/2 + S3'(L3 + L3')/2 + S4(L3'/2)$$

$$\text{Avec : } Sf1 = 0$$

3- CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel PISTE 5.05 et sont joints dans l'annexe.

CHAPITRE VI



ETUDE GEOTECHNIQUE

- 1- INTRODUCTION.
- 2- LES DIFFERENTS TYPES DES ESSAIS.
- 3- LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE.
- 4- LES DIFFERENTS ESSAIS EN PLACE.
- 5- CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS.

GEOTECHNIQUE

1- INTRODUCTION:

L'objet de l'étude géotechnique routière est de prévoir le comportement des sols ou les matériaux granulaires, soit à l'occasion des travaux de terrassement, soit lorsque la chaussée est en service et que le sol supporte des charges répétées et subit les intempéries.

Il faut par exemple pouvoir apprécier les tassements d'un remblai, les mouvements propres d'une plate-forme sous l'effet des variations saisonnières du niveau de la nappe phréatique, l'épaisseur convenable qu'il faut donner à une chaussée pour que le sol de plate-forme ne soit pas soumis à des pressions trop élevées, etc.

Ces problèmes ne sont encore que très imparfaitement résolus par-ce-que les sols rencontrés à la surface des zones habitées du globe sont d'une extrême diversité et ne se laissent pas caractériser par quelques essais simples. D'autre part, les conséquences d'une défaillance de la chaussée ne sont jamais très graves pour l'usager, par comparaison à la défaillance d'un ouvrage d'art (pont, barrage, etc.).

2- LES DIFFERENTS TYPES DES ESSAIS :

La géotechnique couvre un grand champ d'activité qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place :

- ✓ Les essais en place : essais pénétromètre statique ou dynamiqueetc.,
- ✓ Les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.

3- LES DIFFERENTS ESSAIS EN

LABORATOIRE :

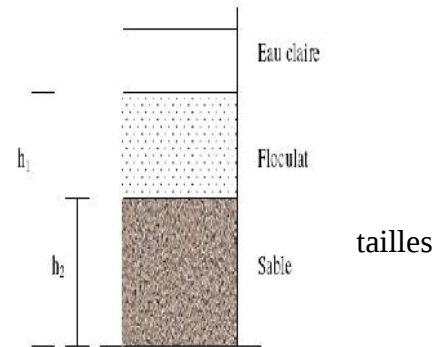
3-1- LES ESSAIS D'IDENTIFICATIONS :

3-1-1- Essai d'Analyse granulométrique :

La granulométrie est l'étude de la distribution statistique des d'une collection d'éléments finis de matière naturelle ou fractionnée.

La distribution granulométrique est la représentation sous forme de tables de nombres ou de graphiques des résultats expérimentaux de l'analyse granulométrique.

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80µm et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à 80µm.



Dimension D des grains (mm)	dénomination	Type de sols
D > 20	Cailloux	Sols Grenus
20 > D > 2	Graves	Sols Grenus
2 > D > 0.2	Gros sable	Sols Grenus
0.2 > D > 0.02	Sable fin	Sols Grenus
0.02 > D > 2 µ	Limons	Sols fins
D < 2 µ	Argiles	Sols fins

3-1-2- Essai d'Equivalent de sable :

L'équivalent de sable est un indicateur, utilisé en géotechnique, caractérisant la propreté d'un sable ou d'un grave. Il indique la teneur en éléments fins, d'origine essentiellement argileuse, végétale ou organique à la surface des grains. Ce terme désigne également l'essai qui permet de déterminer cet indicateur.

Principe :

L'essai consiste à verser un échantillon de sable et une petite quantité de solution floculant dans un cylindre gradué et d'agiter de façon à détacher les revêtements argileux des particules de sable de l'échantillon.

On complète alors le sable en utilisant le reste de solution flocculant afin de faire remonter les particules de fines en suspension au-dessus du sable. Après 20 min, les hauteurs des produits sont mesurées, (la hauteur h_2 du sable et la hauteur h_1 du sommet du flocculat).

L'équivalent de sable est le rapport de la hauteur du sable sur

la hauteur du sommet du flocculat totale, exprimé en pourcentage.

$$ES = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

3-1-3- Essai de Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg définissent à la fois un indicateur qualifiant la plasticité d'un sol, mais aussi l'essai qui permet de définir ces indicateurs. Cet essai a été établi par l'agronome suédois Atterberg.

La teneur en eau d'un sol peut en effet beaucoup varier au cours des opérations de terrassements. Pour la fraction fine (graviers exclus), la cohésion tient à la présence d'eau : parfaitement sec, le matériau serait pulvérulent. Au-dessus d'une certaine teneur (limite de plasticité), on peut le pétrir en forme de boudin, de boulette ou de fil. Pour une teneur plus forte (limite de liquidité), il forme un liquide, visqueux, qui ne conserve pas la forme qu'on lui a donnée.

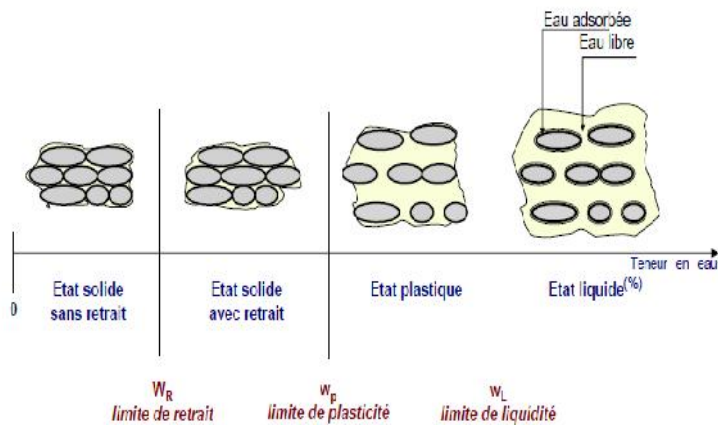
La détermination, soigneusement normalisée, de ces deux teneurs caractéristiques appelées limites d'Atterberg, est un élément important d'identification, et permet déjà de prévoir certaines propriétés.

3-1-3-1- Limite de liquidité :

La limite de liquidité (WL) caractérise la transition entre un état plastique et un état liquide. C'est la teneur en eau pondérale, exprimée en pourcentage, au-dessus de laquelle le sol s'écoule comme un liquide visqueux sous l'influence de son propre poids.

3-1-3-2- limite de plasticité :

La limite de plasticité (W_p) caractérise la transition entre un état solide et un état plastique. Cette limite indique la teneur en eau pondérale, en pourcentage, maximale pour travailler un sol et éviter la compaction. En dessous de cette limite, le sol est friable ou facilement travaillable d'un point de vue agronomique.



Indice de liquidité : $I_L =$

$$\frac{W - W_p}{I_p}$$

Indice de densité : $I_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$

Il mesure l'étendue de la plage de teneur en eau dans laquelle le sol se trouve à l'état plastique, $I_p = W_L - W_p$

Suivant la valeur de leur indice de plasticité. Les sols peuvent se classer comme suit :

Indice de plasticité	Degré de plasticité
$0 < I_p < 5$	Non plastique.
$5 < I_p < 15$	Moyennement plastique.
$15 < I_p < 40$	Plastique.
$I_p > 40$	Très plastique.

La plasticité est une propriété caractéristique des éléments très fins ou argileux du sol, en relation avec l'existence de couches d'eau adsorbée.

On conçoit donc que les limites d'Atterberg et l'indice de plasticité d'un sol varient non seulement avec l'importance de sa fraction argileuse mais également avec la nature des minéraux argileux et des cations adsorbés.

3-1-3- Essai au bleu de méthylène :

L'essai au bleu de méthylène, également appelé « essai au bleu », est un essai utilisé en géotechnique pour déterminer la propreté d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol, et les différents types d'argiles qu'il contient.

But de l'essai :

L'essai a pour but de révéler la présence de fines de nature argileuse et d'en déterminer la concentration.

Principe de l'essai :

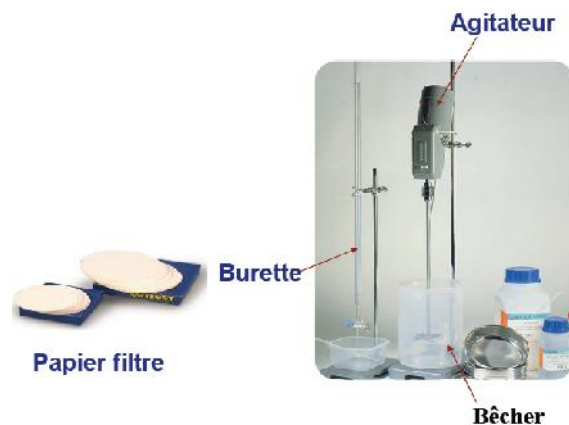
L'essai consiste à prélever un échantillon de sol et d'injecter successivement d'une solution de bleu de méthylène dans un bûcher contenant l'échantillon.

L'adsorption de la solution colorée par l'échantillon est vérifiée après chaque ajout de solution en effectuant un test à la tache sur du papier filtre pour déceler la présence de colorant libre.

Lorsque la présence de colorant libre est confirmée, la valeur de bleu de méthylène est calculée et exprimée en grammes de colorant adsorbé par kg de la fraction granulaire testée.

Equipement nécessaires :

- ✓ Baguette de verre.
- ✓ Solution de bleu de méthylène.
- ✓ Papier filtre.
- ✓ Becher.
- ✓ Agitateur.



3-2- LES ESSAIS MECANIQUE :

3-2-1- Essai Proctor :

L'essai Proctor est un essai qui permet de déterminer la densité maximale du sol et des granulats analysés. Il est fréquemment utilisé en ingénierie géotechnique et en laboratoire d'analyse de sol.

L'essai consiste à tester la compacité du sol pour une teneur en eau variable. L'optimum est alors déterminé par le point maximal de la courbe qui donne la teneur en eau optimale pour une compacité maximum.



3-2-2- Essai C.B.R. :

Cet essai donne une mesure de la portance relative des sols par rapport à un sol type, constitué par des pierrailles concassées et compactées, extraites d'une carrière de Californie.

L'indice portant CBR est le rapport (exprimé en %) de la pression produisant un enfoncement donné au moyen d'un poinçon cylindrique normalisé (de section 19.32 cm²) se déplaçant à une vitesse déterminée (1.27 mm/min) et de la pression nécessaire pour enfoncer le même poinçon dans les mêmes conditions, dans un matériau type.



Principe de l'essai :

On compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (Proctor modifié).

But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

3-2-3- Essai Los Angeles :

Principe de l'essai :

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés et aux frottements réciproques dans la machine Los Angeles. Le poids de la charge de boulets varie en fonction du type de granularité.

Si P est le matériau soumis à l'essai, p le poids des éléments inférieurs à 1,6 mm produits au cours de l'essai, la résistance combinée à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques s'exprime par la quantité : $CLA = 100 \times p / P$.

Cette quantité sans dimension est appelée, par définition, "coefficient Los Angeles" du matériau.

But de l'essai :

L'essai permet de mesurer les résistances combinées à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat.

Il s'applique aux granulats utilisés pour la constitution des assises de chaussée, y compris les couches de roulement.

3-2-4- Essai Micro-Deval :

Le Micro-Deval est utilisé pour tester la résistance des agrégats fins/grossiers à la dégradation par abrasion. Ces essais sur les agrégats fins/grossiers déterminent leur pertes par abrasion en présence d'eau et de charge abrasive.

But de l'essai :

L'essai Micro-Deval permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

Matériels utilisés :

- ✓ Appareil Micro-Deval 115V 60 Hz.
- ✓ Jarre en acier inoxydable; capacité: 5.03 litres.
- ✓ Billes de 9.5 mm en acier inoxydable.
- ✓ Minuterie / contrôleur digital 24 heures.
- ✓ Aimant pour retirer billes.



4- LES DIFFERENTS ESSAIS EN PLACE :

4-1- Les essais de pénétration :

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration.

Les types de pénétromètres sont utilisés :

- ✓ Pénétromètre dynamique.
- ✓ Le standard pénétromètre test ou SPT.
- ✓ Pénétromètre statique.

5- CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :

- Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.
- Les matériaux de remblais seront exempts de :
 - Pierre de dimension $> 80\text{mm}$.
 - Matériaux plastique $IP > 20\%$ ou organique.
 - Matériaux gélifs.
- Eviter les sols à forte teneur en argile.
- Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.
- Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

N.B :

En ce qui concerne notre projet, le rapport géotechnique nous n'a pas été fourni par les autorités concernées en l'occurrence les services de la Direction des Travaux Publics de la Wilaya de Chlef, ce qui nous a empêchés de traiter convenablement la partie géotechnique.

Cependant, les services suscités nous ont proposé un $I_{CBR} = 5$.

CHAPITRE VII



DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

- 1- INTRODUCTION.
- 2- LA CHAUSSEE.
- 3- PRINCIPE DU DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.
- 4- LES METHODES DE DIMENSIONNEMENT.
- 5- LES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT.
- 6- APPLICATION AU PROJET.
- 7- CONCLUSION.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1- INTRODUCTION :

Lorsqu'un véhicule se déplace sur un sol, son poids est transmis au sol sous forme de pression par l'intermédiaire des pneumatiques. D'une manière générale, les sols ne peuvent supporter sans dommage de telles pressions.

- ✚ Le sol s'affaisse sous le pneu : c'est la déformation totale W_t
- ✚ Lorsque, la roue s'éloigne, le sol remonte mais pas totalement : il reste une déformation résiduelle W_r .

La différence $d = W_t - W_r$ s'appelle la « déflexion ». L'orniérage est la déformation résiduelle W_r qui s'accroît au fur et à mesure des passages des véhicules et proportionnellement à leur charge. Ce processus est schématisé à la figure suivante.

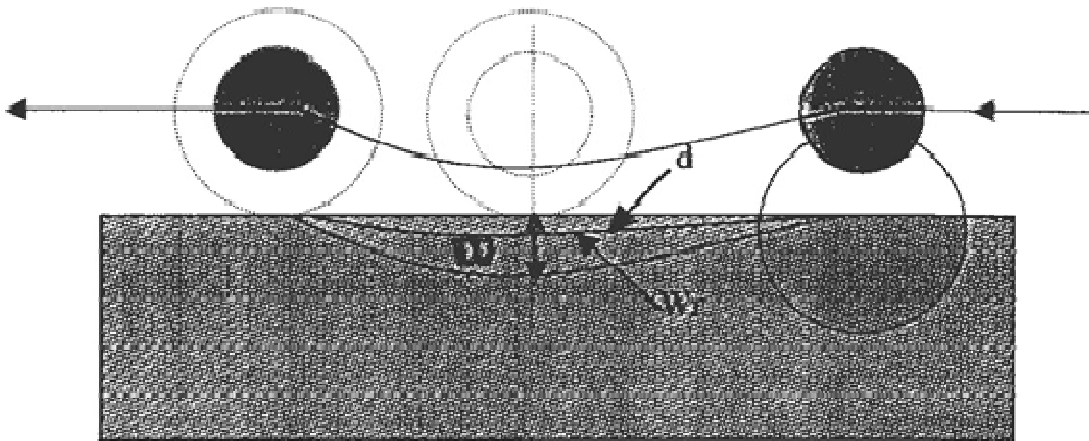


Schéma du principe illustrant la déflexion d'un sol sous l'effet d'une charge.

Pour diminuer cette déflexion, il faut superposer certain nombre de couches sur le sol.

Cette superposition s'appelle la CHAUSSEE.

2- LA CHAUSSEE :

Définition :

Le terme chaussée désigne la partie de la voie publique aménagée pour la circulation des véhicules.

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.

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

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

1- Chaussée souple :

Est constituée par un empilage de matériaux pierreux recouvert de revêtement plus au moins épais a base de bitume.

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les trois couches suivantes de haut vers le bas :

✓ Couche de surface (roulement) :

Cette couche est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures.

Généralement réalisées en matériaux traités aux liants hydrocarbonés. On a longtemps utilisé les enduits superficiels (ES) avant de généraliser la technique des bétons bitumineux (BB) compte tenu de l'évolution de l'agressivité du trafic.

En général, elle est composée d'une couche de roulement et une couche de liaison.

La couche de roulement a pour rôle :

- ❖ D'imperméabiliser la surface de la chaussée.
- ❖ D'assurer la sécurité et le confort des usagers.
- ❖ Protéger les couches inférieures de la chaussée.
- ❖ Assurer un uni acceptable.

La couche de liaison a pour rôle :

- ❖ D'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

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

✓ Couche de base :

La couche de base a pour rôle essentiel de reprendre les efforts verticaux et de répartir 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 :

La couche de fondation est identique à celle de la couche de base, elle reprend les contraintes normales et les répartit sur le sol-support.

L'épaisseur de la couche de fondation varie selon le sol-support.

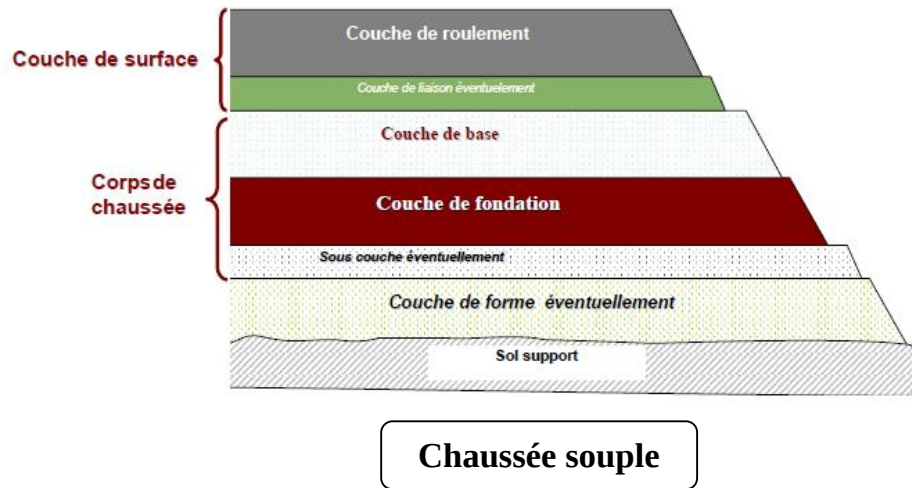
En plus si on a une mauvaise terre on ajoute une quatrième couche (couche de forme).

✓ couche de forme :

La couche de forme est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol-support :

- Sur un sol rocheux, la couche de forme aura un rôle de nivellement afin d'aplanir la surface avant de mettre en œuvre la couche de fondation.
- Sur un sol peu porteur, la couche de forme est mise en œuvre essentiellement pour assurer une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

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



2- Chaussée semi-rigide :

Elle comporte une couche de surface bitumineuse repose sur une assise en matériaux traités aux liants hydraulique disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation).

3- Chaussée rigide :

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide.

En règle générale, une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- Couche de forme.
- Couche de fondation.
- Couche de roulement en béton de ciment.

3- PRINCIPE DU DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :

Le principe du dimensionnement est de limiter la charge transmise par la roue au sol support afin de minimiser ses déformations et éviter de l'amener à la rupture. Ce dimensionnement passe par la détermination sous l'effet du trafic des contraintes et déformations à travers les corps de chaussée et sur le sol support et la comparaison de ses contraintes et déformations avec celles admissibles.

4- LES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

La réalisation des différents types de chaussées passe d'abord par un dimensionnement adéquat. Pour cela différentes méthodes ont été proposées suivant deux méthodes :

4-1- Les méthodes empiriques et semi-empiriques :

Ce sont des méthodes basées, pour la plupart, sur des essais accélérés et des observations effectuées sur routes expérimentales. Ces approches empiriques ont apporté de nombreux renseignements sur l'action des charges de trafic et des sollicitations thermiques, sur les propriétés des matériaux constitutifs de la chaussée ainsi que sur le comportement à long terme des structures routières. Leur principal désavantage est qu'elles ne peuvent être appliquées que pour les conditions climatiques et de trafic pour lesquelles elles ont été établies.

L'approche empirique qui établit des relations entre la durée de vie et les propriétés mécaniques des matériaux.

4-2- Les méthodes rationnelles :

Les méthodes rationnelles sont basées sur la mécanique des milieux continus et sur la résistance des matériaux. Ces dernières présentent l'avantage de pouvoir être appliquées à des structures sous différents types de climat et pour divers chargements de trafic.

Le comportement des matériaux de chaussées et de plate-forme sera représenté avec des modèles mathématiques. Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront déterminées. Elles seront ensuite comparées aux sollicitations admissibles.

1- Méthode du CBR (Californian Bearing Ratio) :

C'est une méthode semi-empirique, elle considère la résistance au poinçonnement du sol de plate-forme et la transmission des charges selon la méthode de Boussinesq.

Elle donne en fonction du CBR de la plate-forme l'épaisseur de la couche sus-jacente à partir de la formule suivante :

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

e_{eq} : épaisseur équivalente en cm.

I_{CBR} : indice CBR du sol support.

N : nombre moyen journalier de véhicules de plus de 1500 kg à vide qui circulent sur la chaussée

P : charge par roue en tonne ($P=6.5t$ pour essieu de 13t).

et l'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

✚ Coefficient d'équivalence :

<i>Matériaux utilisés</i>	<i>Coefficient d'équivalence 'C'</i>
Béton bitumineux ou enrobe dense	2
Grave bitume	1,5
Grave ciment	1
Sable ciment	1 à 1,2
Grave concasse ou gravier	1
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0,75
Sable	0,5
Tuf	0,6

2- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Le dimensionnement par la méthode du catalogue de dimensionnement (méthode rationnelle) passe par la détermination des contraintes et déformations admissibles des matériaux sous l'effet du trafic considéré et la durée de vie escomptée.

Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront ensuite calculées et comparées aux sollicitations admissibles. Le développement de l'outil informatique a fait que les méthodes de dimensionnement rationnelles sont devenues plus accessibles. Avec la facilité de résolution des équations multiples à dérivées partielles, des logiciels comme Alizé. C'est un logiciel qui modélise les structures multicouches et calcule les contraintes transversales et radiales ainsi que les déformations à travers les couches de chaussées. Pour cela, il faut :

- Le type de poids lourd et la charge standard.
- Le nombre de couches composant la chaussée, leur épaisseur et le mode de liaison entre ces différentes couches.
- Les caractéristiques pour chaque matériau composant la chaussée : le module de Young E et le coefficient de Poisson.

5- LES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT :

Bien que performant, les logiciels utilisés pour le dimensionnement nécessitent la maîtrise des paramètres caractérisant :

1- Le trafic :

Le trafic à prendre en compte dans le dimensionnement des chaussées est le trafic cumulé poids lourds N (en nombre d'essieux standard).

2- Les sols de plate-forme :

La plate-forme supporte les charges transmises par les autres couches de la chaussée sans subir de dommages.

3- Le climat et l'hydrologie :

Les effets du climat sont surtout notables sur le comportement des matériaux bitumineux et ceux traités au ciment. A des températures élevées, les matériaux bitumineux perdent leur résistance et fluent très rapidement. Les variations de température entraînent des ouvertures de fissures dans les matériaux traités au ciment. La durée de vie d'une route peut beaucoup être affectée par des défauts d'assainissement. Si la collecte et l'évacuation des eaux pluviales et souterraines hors de l'emprise des chaussées n'est pas bien faite, l'eau étant « l'ennemi numéro un » de la route, il peut s'en suivre des pertes de portance des matériaux de chaussée et de la plate-forme et une dégradation prématurée de la chaussée et même des ruptures de plate-forme.

4- Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois.

6- APPLICATION AU PROJET :

1- Méthode C.B.R :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- $TJMA_{2011} = 11290 \text{ v/j}$
- Mise en service : 2013.
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 21 \%$
- $I_{CBR} = 5\%$.

❖ Détermination de N_{PL2033} :

$$\begin{aligned} \text{On a } TJMA_{2013} &= TJMA_{2011} (1 + \tau)^2 = 12211 \text{ v/j} \\ N_{PL2033} &= TJMA_{2013} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20} = 2600 \text{ PL/j/sens.} \end{aligned}$$

❖ Détermination de l'épaisseur équivalente :

$$e_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{2600}{10})}{5 + 5}$$

$e_{eq} = 60 \text{ cm.}$

Donc l'épaisseur équivalente : $a_1.e_1 + a_2.e_2 + a_3.e_3 = 60\text{cm}$

Où

a_i : coefficient d'équivalence des différents matériaux.

Nom de la couche	Matériau x	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche(e)
Roulement	BB	2	7
Base	GB	1,5	15
Fondation	GNT	1	?

$$e_3 = 60 - (2 \times 7 + 1,5 \times 15) / 1 = 23.5 \text{ cm}$$

On prend $e_3 = 25 \text{ cm}$

L'épaisseur réelle $e_r = 7 + 15 + 25 = 47\text{cm}$



2- La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- $TJMA_{2011} = 11300 \text{ v/j}$
- Mise en service : 2013.
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 21 \%$
- $CBR_{imbibé} = 5 \%$.

❖ Détermination du type de réseaux principal :

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

$$TJMA_{2011} = 11290 \text{ (V/j)}.$$

$11290 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)}$ $\longrightarrow$ le réseau principal est RP1.

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

❖ Détermination de la classe de trafic :

- $TJMA_{2013} = 12211 \text{ v/j}$, $\tau = 4 \%$, $Z = 21\%$.
- $TPL = 12211 \times 0.21 \times 0.5 = 1282 \text{ PL/j/sens}$.

❖ Répartition transversale du trafic :

Chaussée unidirectionnelles à 2×2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.

$$TPL_{2011} = 1282 \times 0.9 = 1154 \text{ (PL/j/sens)}.$$

❖ 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 TPLi pour RP1 :

$TPL = 1154 \text{ (PL/j/sens)}$. $\longrightarrow$ La classe de trafic est TPL₅.

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

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

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

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

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

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

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 5 = 25 \text{ (MPa)} \longrightarrow S_3.$$

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

❖ 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, notre projet est dans la zone climatique II ($600 > 350$ mm/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 (S_3) et une classe de trafic (TPL₅).

Le catalogue de structures pour les données : **RP1, TPL₅, S_3 , zone II, durée de vie = 20ans, $\tau = 4\%$** ne suggère aucune structure de type **GB/GNT** comme adoptée dans la méthode CBR (**BB+GB+GNT**) ; de plus la classe des sols visée varie de S_0 à S_2 or $S_i = S_3$.

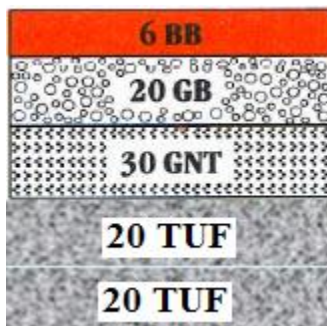
Le passage de S_3 à S_2 nécessite la mise en place d'une couche de forme de 40cm en **GNT** en deux couches (tableau 5 page 13 du catalogue-fascicule1).

Avec les données citées plus haut, et une classe de sol S_2 , le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves préconise une structure de :

6 BB+ 20GB+ 30GNT+ 40(TVO ou TUF).

Module de classe S_2 varie entre 50 et 125 et I_{CBR} entre 10 et 25

On prend $I_{CBR} = 11$ Donc **E(MPA) = $5 \times 11 = 55$ MPA** ($50 < 55 < 125$) vérifié.



Couche de roulement : BB = 6 cm.

Couche de base : GB = 20 cm.

Couche de fondation : GNT = 30 cm.

Couche de forme : TUF = 40 cm.

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

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'Alize-Lcpc, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $\epsilon_{t, adm}$ et $\epsilon_{z, adm}$.

$$\epsilon_{z, ad} = 22.10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

$$\epsilon_{t, ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

2- Calcul de la déformation admissible sur le sol support :

$$\epsilon_{z, adm} = 22.10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

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

Coefficient d'agressivité : $A = 0.6$

$$TCEi = 1154 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 365 \times 0.6$$

Donc $TCEi = 7.525 \times 10^6$ **essieux équivalents de 13 tonnes.**

$$\epsilon_{z, ad} = 22.10^{-3} \times (7.525.10^6)^{-0.235} = 5.32 \times 10^{-4}$$

3- Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t, ad}$ à la base de GB :

$$\epsilon_{t, ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right)^b = \left(\frac{7.525 \cdot 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} = 0.744 \quad \text{Avec } \frac{1-b}{b} = 6.84 \quad \text{donc } b = -0.146$$

$$K\theta = \left(\frac{E(10^\circ C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)} \right)^{0.5} = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.33 \quad \text{avec } E(100C) = 12500 \text{ Mpa pour GB et } \theta$$

Équivalente = 20° , zone climatique I et II

$Kr = 10^{-tb\delta}$, avec $r = 10\%$ (RP1, GB/GNT), d'où $t = -1.282$

$$b = -0.146 \quad \delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh \right)^2}$$

Avec SN : dispersion sur la loi de fatigue = 0.45 pour GB.

C : coefficient égal à 0.02.

Sh : dispersion sur les épaisseurs = 3cm pour GB.

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

Donc: $K_r = 10^{-(0.146 \times 0.61 \times 1.282)} = 0.7688$

$K_c = 1.3$ pour GB.

$$\epsilon_{t.ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 0.744 \times 1.33 \times 0.7688 \times 1.3 = 98.8 \times 10^{-6}$$

4- Résultats de calcul par Alize-Lcpc:

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran - cf. G:\HOCINE PROJET\proje de\ALIZE\d.dat , Charg...

variante 1: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	54,6	0,418	8,5	0,658
	collé		0,060	27,3	0,330	58,4	0,603
0,200	7000,0	0,350	0,060	27,3	0,559	18,1	0,603
	collé		0,260	-89,2	-0,834	83,4	0,045
0,150	343,8	0,250	0,260	-89,2	-0,023	157,2	0,045
	collé		0,410	-111,6	-0,041	124,7	0,024
0,150	137,5	0,250	0,410	-111,6	-0,012	210,7	0,024
	collé		0,560	-120,1	-0,016	175,1	0,016
infini	55,0	0,350	0,560	-120,1	-0,001	308,1	0,016

Grandeurs affichées

☒ tableau 1 ☐ tableau 2

☐ tableau 3 ☐ tableau 4

☐ tableau 5 ☐ tableau 6

☐ tableau 7 ☐ tableau 8

Déflexion = 47,2 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 842,5 m

Imprimer Enregistrer

Voir Chargt. Fermer

5- Résultats de la simulation:

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ε_z (sol support)	532×10^{-6}	308.10×10^{-6}
ε_t (à la base de GB)	98.8×10^{-6}	89.2×10^{-6}

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t.ad} \text{ et } \varepsilon_z < \varepsilon_{z.ad}$$

Donc la structure **6BB + 20GB + 30GNT+40TUF** est vérifiée.

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

METHODE	
CBR	Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves
7BB + 15GB + 25GNT	6BB+20GB+30GNT+40TUF

7- CONCLUSION :

D'après les vérifications des déformations, on remarque bien que la méthode CBR nous donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie, donc on choisit les résultats de la méthode CBR.



CHAPITRE VIII



ASSAINISSEMENT

- 1- INTRODUCTION.
- 2- COMPORTEMENT DES EAUX DANS LE CORPS DE CHAUSSEE.
- 3- CANALISATION.
- 4- TYPE DE CANALISATION.
- 5- ETUDE HYDRAULIQUE.
- 6- DIMENSIONNEMENT DES FOSSES.
- 7- DIMENSIONNEMENT DES BUSES.
- 8- APPLICATION AU PROJET.

ASSAINISSEMENT

1- INTRODUCTION :

L'eau est une des principales composantes indispensables pour l'équilibre écologique de notre planète, Mais de temps en temps et en particulier lors des événements exceptionnels l'eau peut se manifester et quitte son domaine pour attaquer les obstacles naturels ou artificiels qu'elle trouve dans son chemin ou tout simplement pour explorer d'autres sites qui peuvent lui être plus favorables. Lors de ces manifestations l'eau qui est de nature devient très agressive et attaque très énergiquement tous les aménagements artificiels réalisés dans son domaine et qui se présentent comme obstacles à l'écoulement.

Il est fréquent d'entendre que l'eau, quelle que soit son origine (pluie, eau infiltrée dans le sol) est l'ennemi numéro un des techniques routiers.

La présence d'eau en quantités exagérées sur la surface de la chaussée provoque:

- ✓ des projections d'eau et de boue gênant les usagers et les riverains de la route. Ces projections sont souvent observées sur des chaussées mal drainées et présentant des zones de stagnation d'eau (mauvaise coordination entre le profil en long et le profil en travers).

Les eaux stagnantes sur la chaussée sont d'autant plus dangereuses qu'elles deviennent polluées.

- ✓ le désembuage du revêtement. En effet, pour les produits noirs, de manière générale,

2- COMPORTEMENT DES EAUX DANS LE CORPS DE CHAUSSEE :

L'eau pénètre dans le corps de chaussée suivant plusieurs chemins :

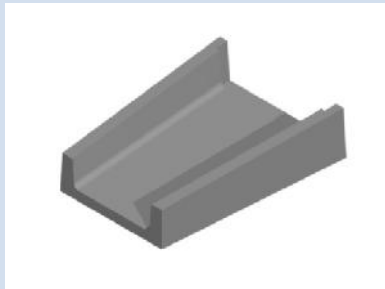
- 1- par percolation à travers la couche de roulement suite à la fissuration de cette dernière.
- 2- par infiltration sur les côtés: l'eau vient des accotements en se déplaçant horizontalement.
- 3- par remontées capillaires en provenance de la nappe phréatique.

3- CANALISATION :

Une canalisation, est une conduite destinée à l'acheminement de matières gazeuses, liquides, solides d'un endroit à un autre.

4- TYPE DE CANALISATION :

On distingue deux types de canalisation :

<i>Canalisation longitudinale</i>	<i>Canalisation transversale</i>
Caniveaux, fossés, cuvettes. 	Regards, décente d'eau, tête de collecteur 

5- ETUDE HYDROLOGIQUE :

Plusieurs méthodes de calcul et d'estimation ont été proposées à l'usage des concepteurs et ingénieurs.

Des formules empiriques déduites à partir de séries d'observations plus ou moins longues, l'on a abouti aux modèles mathématiques que le développement de l'informatique a permis d'élaborer en grand nombre.

Le débit d'un écoulement est la base du dimensionnement des ouvrages hydrauliques.

4-1- DEFINITION :

✓ Coefficient de ruissellement 'C' :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.40
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.30
Terrain naturel	0.05 – 0.2	0.2

✓ Variable de Gauss (U):

Fonction de la période de retour dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

✓ La période de retour :

- ❖ Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- ❖ Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- ❖ Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

✓ Temps de concentration :

Le temps de concentration sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire a une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier.

Théoriquement on estime que t_c est la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement. Pratiquement le temps de concentration peut être déduit de mesures sur le terrain ou s'estimer à l'aide de formules le plus souvent empiriques.

✓ Surface des bassins versants :

Les bassins des différents écoulements présentent des surfaces peu importantes.

Les principales caractéristiques des bassins peuvent être déterminées :

- ❖ Les surfaces A sont mesurées au planimètre en Km².
- ❖ Les longueurs L sont mesurées au curvimètre en Km
- ❖ La pente P est calculée en faisant le rapport de la dénivelée par la longueur L en m/m.

4-2- Données hydraulique :

Les données nécessaires aux calculs concernant :

- Les précipitations moyennes de 24h : $P_{24} = P_j = 40$ mm.
- Le coefficient de variation de la région considérée $C_v = 0.41$.
- L'exposant climatique de la région $b = 0.36$.

4-3- Calculs des débits :

Le débit est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante :

$$Q_a = K.C.I.A$$

I : l'intensité de l'averse exprimée mm/h

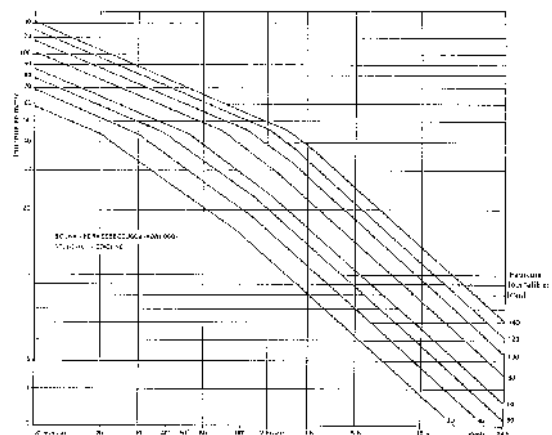
K : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) $K = 0.2778$

A : superficie du bassin versant.

C : coefficient de ruissellement, (selon le type de chaussée).

4-4- Détermination de l'intensité :

Pour la détermination de l'intensité on utilise la courbe « Intensité-Durée-fréquence » qui donne l'intensité en fonction de la période de retour et la durée (temps de concentration).



4-5- Intensité de la pluie 'I':

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

4-5-1- Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

$$P_j = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{Cv^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(Cv^2 + 1)}}$$

P_{jmoy} : pluie journalière moyenne (mm).

C_v : Coefficient de variation.

U : Variable de Gauss.

4-5-2- Calcul de fréquence d'averse :

Pour une durée de (t=15mn), La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P_t(\%) = P_j(\%) \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Avec : t=0.25h, b=0.36

P_j : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

b : Exposant climatique.

P_t : pluie journalière maximale annuelle.

t_c : Temps de concentration (heure).

4-6- Temps de concentration :

La durée 't' de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandotti, comme suit :

4-6-1- La formule de VENTURA:

Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$$

4-6-2- La formule de PASSINI:

Lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

4-6-3- La formule de GIADOTTI:

Lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8 + \sqrt{H}}$$

t_c : Temps de concentration (heure).

A : Superficie du bassin versant (km^2).

L : Longueur de bassin versant (km).

P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

4-7- L'intensité de l'averse :

L'intensité à l'averse est donnée par la relation suivante :

$$It = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^B$$

Avec : I : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

$$B = b - 1 = 0.36 - 1 = -0.64 = \frac{Pj}{24}$$

4-8- Calcul de débit de saturation (Qs) :

Le calcul du débit est déterminé par la formule de MANNING STRICKLER

$$Q = SK_{st} I^{1/2} R_h^{2/3}$$

I : pente longitudinale de l'ouvrage.

R_h : Rayon hydraulique = (surface mouillée / périmètre mouillée).

S : surface mouillée (m²).

k_{st} : coefficient de rugosité.

	En terre	En buses métalliques	En maçonneries	En bétons (dalots)	En bétons (buses préfabriquées)
Kst(coefficient de rugosité)	30	40	50	70	80

6- DIMENSIONNEMENT DES FOSSES :

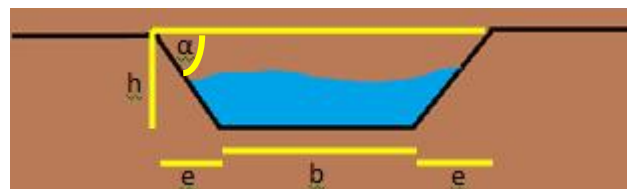
Le profil en travers hypothétique de fosse est donné dans la figure ci-dessous :

Avec : S_m : surface mouillée.

P_m : périmètre mouillé.

R : rayon hydraulique $R = S_m / P_m$.

P : pente de la paroi du fossé $P = 1/n$.



On fixe la base du fosse à ($b = 50 \text{ cm}$) et la pente de la paroi de fossé à ($1/n = 1/1.5$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

6-1- Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'où} \quad e = n.h$$

$$S_m = bh + n.h^2 = h.(b + n.h)$$

6-2- Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

$$B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h.\sqrt{1 + n^2}$$

$$P_m = b + 2 h.\sqrt{1 + n^2}$$

6-3- Calcul le rayon hydraulique :

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h.(b+n.h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}}$$

Les dimensions du fossé sont obtenues en égalisant le débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s \Rightarrow K.I.C.A = K_{st}.I^{1/2}.S_m.R_h^{2/3}$$

$$\text{D'où} \quad Q_a = Q_s = (K_{st}.I^{1/2}).\frac{h.(b+n.h)^{5/3}}{(b+2.h\sqrt{1+n^2})^{2/3}}$$

7- DIMENSIONNEMENT DES BUSES :

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

$$Q_s = S.K_{st}.R^{2/3}.i^{1/2}$$

$$Q_a = K.C.I_t.A$$

$$R_h = S_m / P_m = (\pi D^2 / 4) / \pi D = D / 4 = R / 2$$

On tire R (diamètre de buse).



8- APPLICATION AU PROJET :

8-1- Calcul hydraulique :

7-1-1- Calcul de précipitation :

$$P_j = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

❖ Pendant 10 ans :

$$u = 1.282 \quad C_v = 0.41 \quad P_{jmoy} = 40 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{40}{\sqrt{0.41^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(0.41^2 + 1)}}$$

$$P_j (10\text{ans}) = 61.34 \text{ mm}$$

❖ Pendant 50 ans :

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.41 \quad P_{jmoy} = 40 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{40}{\sqrt{0.41^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(0.41^2 + 1)}}$$

$$P_j (50\text{ans}) = 83.03 \text{ mm}$$

❖ Pendant 100 ans :

$$u = 2.327 \quad C_v = 0.41 \quad P_{jmoy} = 40 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{40}{\sqrt{0.41^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(0.41^2 + 1)}}$$

$$P_j (100\text{ans}) = 91.61 \text{ mm}$$

7-1-3- Calcul de l'intensité de l'averse :

L'intensité de l'averse est donnée par la relation suivante : $It = I \left(\frac{tc}{24} \right)^B$

Avec : I : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

$$B = b - 1 = 0.36 - 1 = -0.64 \quad / \quad I = \left(\frac{P_j}{24} \right)$$

$$\text{Pour (10ans)} : I = \left(\frac{61.34}{24} \right)$$

$$I = 2.55 \text{ mm/h}$$

$$\text{Pour (50ans)} : I = \left(\frac{83.03}{24} \right)$$

$$I = 3.46 \text{ mm/h}$$

$$\text{Pour (100ans)} : I = \left(\frac{92.61}{24} \right)$$

$$I = 3.86 \text{ mm/h}$$

8-2- Dimensionnement des fossés :

Le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est pris pour un cas défavorable.

7-2-1- La surface de bassin versant :

On considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100 m on calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. Une largeur de talus été prise défavorable égale (10m).

Donc : $Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$

$$Q_c = K.I.C_c.A_c$$

$$Q_A = K.I.C_A.A_A$$

$$Q_t = K.I.C_t.A_t$$

Avec :

- ✓ Q_c : débit rapporté par la chaussée.
- ✓ Q_A : débit rapporté par l'accotement.
- ✓ Q_t : débit rapporté par le talus.
- ✓ C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- ✓ C_A : coefficient de ruissellement de l'accotement.
- ✓ C_t : coefficient de ruissellement du talus.
- ✓ A_c : surface de la chaussée.
- ✓ A_A : surface de l'accotement.
- ✓ A_t : surface du talus.

7-2-2- Calcul de surface :

On prend 100m de longueur pour le cas plus défavorable :

- o La surface de la chaussée : $A_c = 7 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0.07 \text{ ha}$
- o La surface de l'accotement : $A_A = 1,8 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0.018 \text{ ha}$
- o La surface du talus : $A_t = 10 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0.1 \text{ ha}$

$$A = A_c + A_A + A_t = 0.07 + 0.018 + 0.1$$

$A = 0.188 \text{ ha}$
--

7-2-3- Calcul des débits : $Q = K.C.I.A$

$$Q_c = 2.778 \times 0.95 \times 47.45 \times 0.07 \times 10^{-3} = 8.765 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_A = 2.778 \times 0.40 \times 47.45 \times 0.018 \times 10^{-3} = 0.95 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_t = 2.778 \times 0.30 \times 47.45 \times 0.1 \times 10^{-3} = 3.95 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{D'où : } Q_a = Q_A + Q_t + Q_c = 13.665 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = 13.665 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

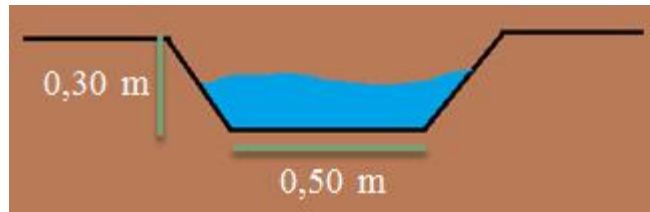
$$\text{On a } Q_a = Q_s = (K_{st} i^{1/2}) \cdot \frac{h \cdot (b+n \cdot h)^{5/3}}{(b+2 \cdot h \sqrt{1+n^2})^{3/2}}$$

$$\text{On tire } h_{i+1} = \frac{(b+2 \cdot h_i \sqrt{1+n^2})^{2/5} \cdot Q^{3/5}}{(b+n \cdot h_i) \cdot (K \cdot i^{1/2})^{3/5}}$$

$$K = 70 \text{ (béton)}, \quad i = 7\%$$

On fait le calcul par l'itération :

$$\text{On prend : } h_0 = 0.30 \text{ m}$$



8-3- Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

$$Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot S_m \cdot R_h^{2/3}$$

$$Q_a = K.C.I.A$$

$$\text{Nous avons : } \begin{cases} A = 0.35 \text{ km}^2 \\ P = 2 \% \\ I (10\%) = 2.55 \text{ mm/h} \end{cases}$$

$$B = (b-1) = -0,64 \quad It = I \cdot \left(\frac{tc}{24}\right)^B$$

$$tc = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} \quad (\text{Le temps de concentration pour les bassins versant inférieur à } 5 \text{ km}^2)$$

$$\Rightarrow tc = 0,53 \text{ h}$$

donc

$$It = 29.22 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = K.C.I_t.A$$

$$Q_a = 0.568 \text{ m}^3/\text{s}$$

$K = 0.2778$ et $C = 0.2$ et $A = 0.350 \text{ km}^2$

$$Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot S_m \cdot R_h^{2/3}$$

S_m : surface mouillée = $\frac{1}{2} \pi R^2$ (pour une hauteur de remplissage égale à 0.5Φ)

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi \frac{R^2}{2}}{2\pi \left(\frac{R}{2}\right)} = \frac{R}{2}$$

R_h : rayon hydraulique = $\frac{R}{2}$

$K_{st} = 80$ (pour les buses)

i : la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4 m/s .

pour notre cas : $i = 1 \%$

$$Q_s = 80 \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (0.01)^{1/2} = 0.568 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = 372 \text{ mm}$$

Le débit est assuré pour un diamètre $D = 2R = 744$ On prend

$D = 800 \text{ mm}$



8-4- L'inventaire des ouvrages hydraulique :

Dans notre projet on a :

Localisation	Type d'ouvrage	Ouverture (mm)
PK 0+590	Ouvrage Busé	D1000
PK 0+685	Ouvrage Busé	D1000
PK 1+349	Ouvrage Busé	D800
PK 1+588	Ouvrage Busé	D800
PK 2+940	Ouvrage Busé	D1000
PK 2+996	Ouvrage Busé	D1000
PK 3+521	Ouvrage Busé	D800
PK 3+960	Ouvrage Busé	D1000
PK 4+040	Ouvrage Busé	D1000

CHAPITRE IX



CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS

- 1- DEFINITION.
- 2- LES TYPES DE CARREFOURS.
- 3- PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR.
- 4- REGLES ESSENTIELLES POUR UN BON CARREFOUR.
- 5- APPLICATION AU PROJET.

CARREFOURS

1- DEFINITION :

Un carrefour routier est au sens propre la zone comprise à l'intérieur du prolongement des bordures (ou, s'il n'y a pas de bordures, des rives) de deux chaussées qui se coupent à angle droit ou presque droit.

Plus généralement il s'agit de la zone dans laquelle des véhicules se déplaçant sur des routes différentes qui se coupent à angle quelconque, peuvent se rencontrer.

✓ Notion de « branche » :

La branche est la portion de n'importe laquelle des chaussées raccordées au carrefour et située à l'extérieur de la zone du carrefour proprement dit.

✓ Notion de « ilot » :

C'est la partie centrale sépare les deux sens, pour sécuriser les mouvements tournants, et délimiter les couloirs d'entrées et de sortie.



✓ Notion de « échangeur » :

Un échangeur autoroutier est un système de « bretelles » routières permettant de s'engager sur une voie rapide, ou sur une autoroute ou de les quitter pour prendre une autre autoroute ou une route du réseau routier ordinaire. Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route. Ils permettent d'éviter tout croisement à niveau pour limiter le ralentissement des voies concernées.

Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre. Dans les cas les plus complexes, les chaussées peuvent s'étagé sur plusieurs niveaux différents.

1- LES TYPES DES CARREFOURS :

On cite quelques types de carrefour :

1- Carrefour en T :

Il s'agit d'un carrefour à trois branches dont l'une de ces branches est à peu près dans le prolongement d'une autre branche et dont la troisième coupe ce prolongement sous un angle compris entre 75° et 105° .



2- Carrefour en Y :

Il s'agit d'un carrefour à trois branches dont l'une de ces branches est dans le prolongement d'une autre et dont la troisième branche coupe ce prolongement sous un angle inférieur à 75° ou supérieur à 105° .

3- Carrefour en croix (quatre branches) :

Il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux de ces branches sont à peu près dans le prolongement des deux autres branches et pour lequel l'angle de ces prolongements est de 75° ou davantage tout en restant inférieur à 105° .



4- Carrefour en X :

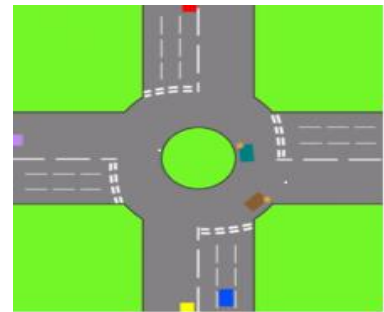
Il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux branches sont à peu près dans le prolongement des deux autres, et pour lesquelles l'angle d'intersection de ces deux prolongements est inférieur à 75° ou supérieur à 105° .

5- Carrefour à branches multiples :

Un carrefour à branches multiples est un carrefour à cinq branches ou plus.

6- Carrefour giratoire :

Un carrefour giratoire est un carrefour à trois branches ou plus dans lequel les courants convergent puis divergent sur une chaussée à sens unique entourant un îlot central ; la circulation sur cette chaussée se fait dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.



7- Echangeur Trèfle complet

Pour des raccordements à quatre branches : C'est un échangeur massif, demandant une très grande emprise et justifié par un trafic important équilibré.



Trèfle complet

8- Echangeur Bifurcation <Y>

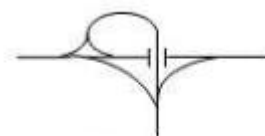
Pour les raccordements à trois branches : la branche qui présente le trafic à dévier se détache par la droite de l'axe principal pour rejoindre l'axe à emprunter, Ce type comporte un ouvrage biais.



Bifurcation

9- Echangeur Trompette ou T

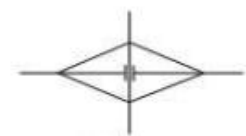
Pour les raccordements à trois branches : Il est utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches et comporte : alignement droit et commun à toutes les bretelles, une boucle « entrée ou sortie », une diagonale de sortie.



Trompette

10- Echangeur Losange :

Il est composé de quatre diagonales unidirectionnelles symétriques entre elles par rapport à l'axe de l'autoroute et un carrefour à niveau sur la route secondaire. Il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.

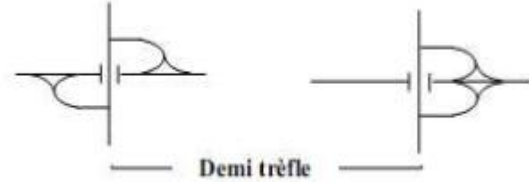


Losange

11- Echangeur Demi-trèfle (a quadrants contigus ou opposés) :

Il comporte deux boucles, deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire.

Il est envisagé de préférence au schéma de type losange dans le cas en particulier d'une distribution nettement dissymétrique des trafics d'échange. Dans la mesure du possible les boucles sont utilisées en voies d'entrée, ce qui améliore les conditions de visibilité.



2- PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT D'UN CAREFOUR :

Le choix du type de carrefour est fondamental pour :

- ✓ Objectif de l'aménagement.
- ✓ Contraintes locales.
- ✓ Contexte urbain.

3- REGLES ESSENTIELLES POUR UN BON CAREFOUR:

- ✓ le plus compact possible.
- ✓ la simplicité.
- ✓ une bonne lisibilité.
- ✓ une bonne visibilité entre tous les usagers.
- ✓ la valorisation du critère essentiel de sécurité (avant celui de la fluidité)

4- APPLICATION AU PROJET :

On a quatre carrefours de type giratoire et un échangeur :

6-1- CAREFOUR GIRATOIRE :

✓ Les avantages du carrefour giratoire :

- ❖ L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés.
- ❖ La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée.
- ❖ Il n'y a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, ce qui est intéressant en zone très rurale.

- ❖ Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise de l'espace.
- ❖ Diminution des nuisances.
- ❖ Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches.
- ❖ Economie de régulation et d'exploitation.

✓ Les inconvénients du carrefour giratoire :

- ❖ Consommation d'emprise importante.
- ❖ Entretien de l'îlot central.
- ❖ Absence de prise en charge correcte des piétons.

Dans notre projet :

- Le premier carrefour : Il est situé au point de rencontre avec la CC au (PK 0 + 640) c'est un carrefour en giratoire constitué de quatre ilots séparateurs.
- Le deuxième carrefour : Il est situé au point de rencontre avec la CW73 au (PK 3 + 000) c'est un carrefour en giratoire constitué de quatre ilots séparateurs.
- Le troisième carrefour : Il est situé au point de rencontre avec la CC au (PK 4 + 000) c'est un carrefour en giratoire constitué de quatre ilots séparateurs.
- Le quatrième carrefour : Il est situé au point de rencontre avec la RN04 au (PK 4 + 897) c'est un carrefour en giratoire constitué de quatre ilots séparateurs.

✓ Caracteristiques geometriques des carrefours giratoires :

I- **Au PK 00 + 640 à quatre branches:**

1- Forme l'îlot central :

Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire (la sécurité étant meilleur sur les girations circulaires).

2- Dimension de l'îlot central :

Pour notre cas, on prend un rayon de 13 m au rayon intérieur et 20 m pour le rayon extérieur.

3- Répartition des différentes branches :

Une répartition régulière des entrées autour de l'anneau est préférable.

✓ Chaussée annulaire:

1- Largeur :

La largeur de la chaussée annulaire est de 7 m de large, constituée de deux chaussées de 3.5 m.

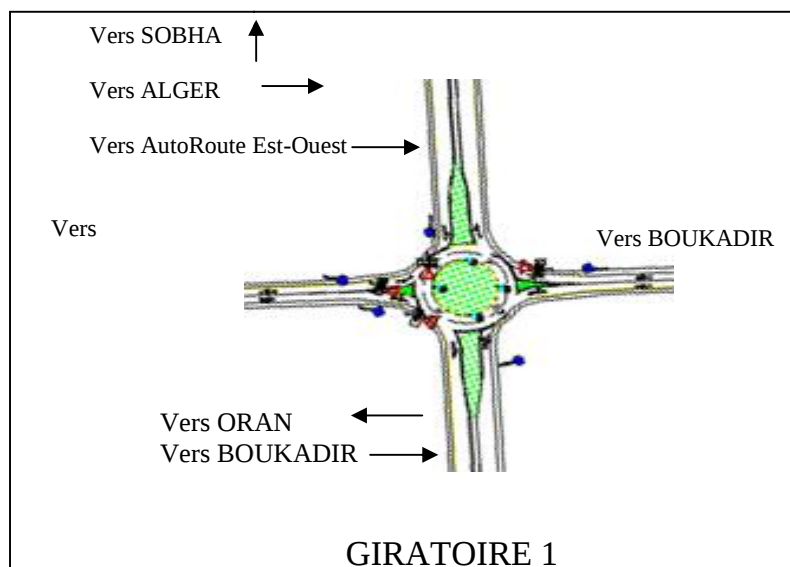
2- Dévers :

On a choisit un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur pour l'évacuation des eaux.

4- Géométrie de l'entrée et sorties :

D'après les normes (B40) on a :

- ↗ le rayon de sortie 20m.
- ↗ le rayon d'entrées 15m.
- ↗ le rayon de raccordement 80m.
- ↗ la largeur de la voie d'entrante 4m
- ↗ largeur de la voie sortante 4.5m



II- Au PK 3 + 000 à quatre branches:

1- Dimension de l'îlot central :

Pour notre cas, on prend un rayon de 13 m au rayon intérieur et 20 m pour le rayon extérieur.

2- Répartition des différentes branches :

Une répartition régulière des entrées autour de l'anneau est préférable.

✓ Chaussée annulaire:

3- Largeur :

La largeur de la chaussée annulaire est de 7 m de large, constituée de deux de 3.5 m

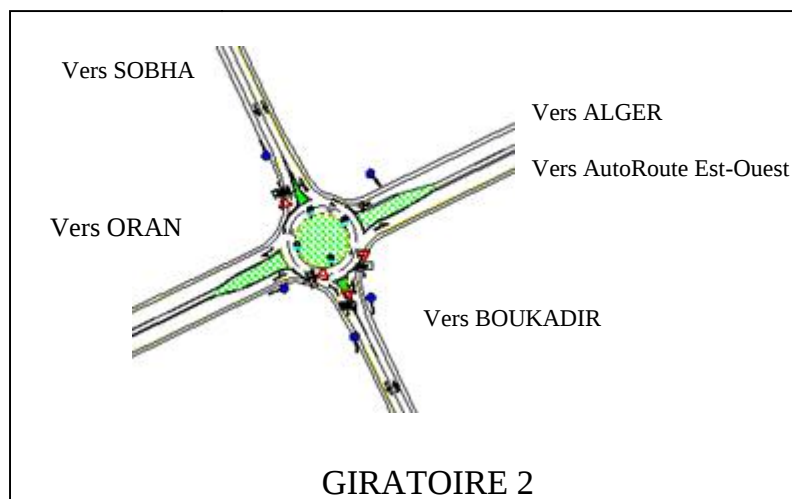
4- Dévers :

On a choisit un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur pour l'évacuation des eaux.

3- Géométrie de l'entrée et sorties :

D'après les normes (B40) on a :

- ↗ le rayon de sortie 20m.
- ↗ le rayon d'entrées 15m.
- ↗ le rayon de raccordement 80m.
- ↗ la largeur de la voie d'entrante 4m.
- ↗ largeur de la voie sortante 4.5m.



N.B Les résultats de calcul des axes de giratoires 2 faits par logiciel piste 5.05 et sont joints en annexe.

III- Au PK 4 + 000 à quatre branches:

1- Dimension de l'îlot central :

Pour notre cas, on prend un rayon de 13 m au rayon intérieur et 20 m pour le rayon extérieur.

2- Répartition des différentes branches :

Une répartition régulière des entrées autour de l'anneau est préférable.

✓ Chaussée annulaire:

5- Largeur :

La largeur de la chaussée annulaire est de 7 m de large, constituée de deux de 3.5 m

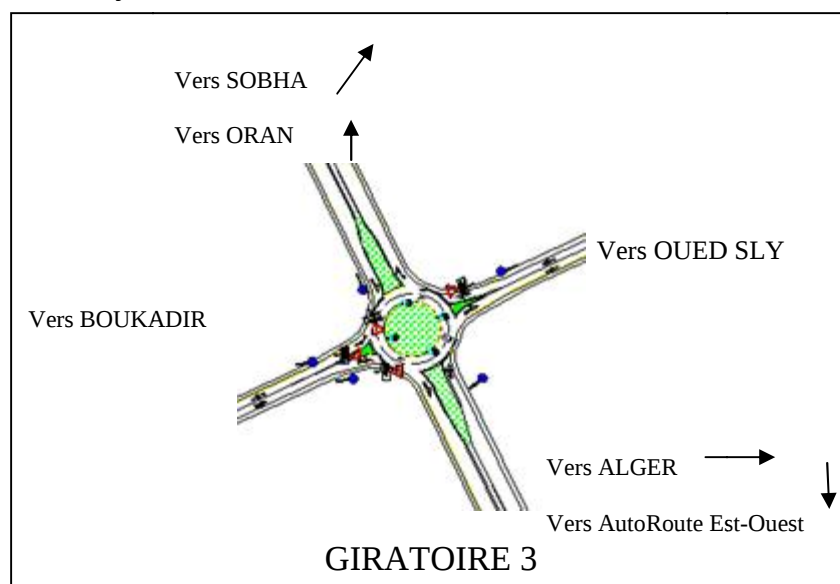
6- Dévers :

On a choisit un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur pour l'évacuation des eaux.

3- Géométrie de l'entrée et sorties :

D'après les normes (B40) on a :

- ↗ le rayon de sortie 20m.
- ↗ le rayon d'entrées 15m.
- ↗ la largeur de la voie d'entrante 4m.
- ↗ largeur de la voie sortante 4.5m.
- ↗ le rayon de raccordement 80m.



IV- Au PK : PK 4 + 897 à quatre branches:

1- Dimension de l'îlot central :

Pour notre cas, on prend un rayon de 25 m au rayon intérieur et 18 m pour le rayon extérieur.

2- Répartition des différentes branches :

Une répartition régulière des entrées autour de l'anneau est préférable.

✓ Chaussée annulaire:

7- Largeur :

La largeur de la chaussée annulaire est de 7 m de large, constituée de deux de 3.5 m

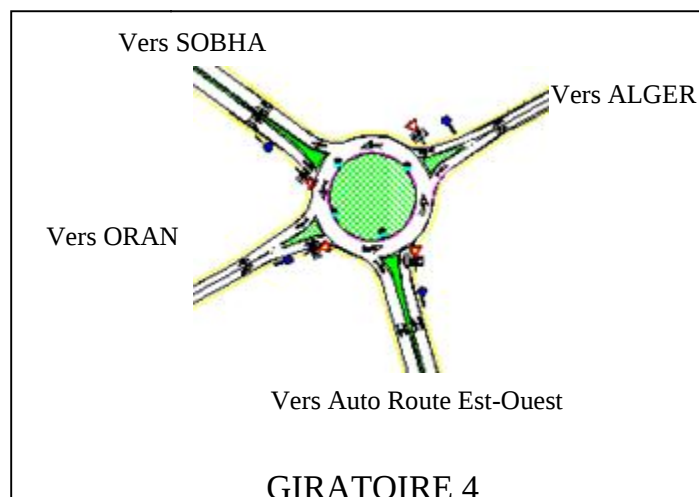
8- Dévers :

On a choisit un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur pour l'évacuation des eaux.

3- Géométrie de l'entrée et sorties :

D'après les normes (B40) on a :

- ↗ le rayon de sortie 20m.
- ↗ le rayon d'entrées 15m.
- ↗ la largeur de la voie d'entrante 4m.
- ↗ largeur de la voie sortante 5m.
- ↗ le rayon de raccordement 100m.



N.B Les résultats de calcul des axes de giratoires 4 faits par logiciel piste 5.05 et sont joints en annexe.

6-2- ECHANGEUR :

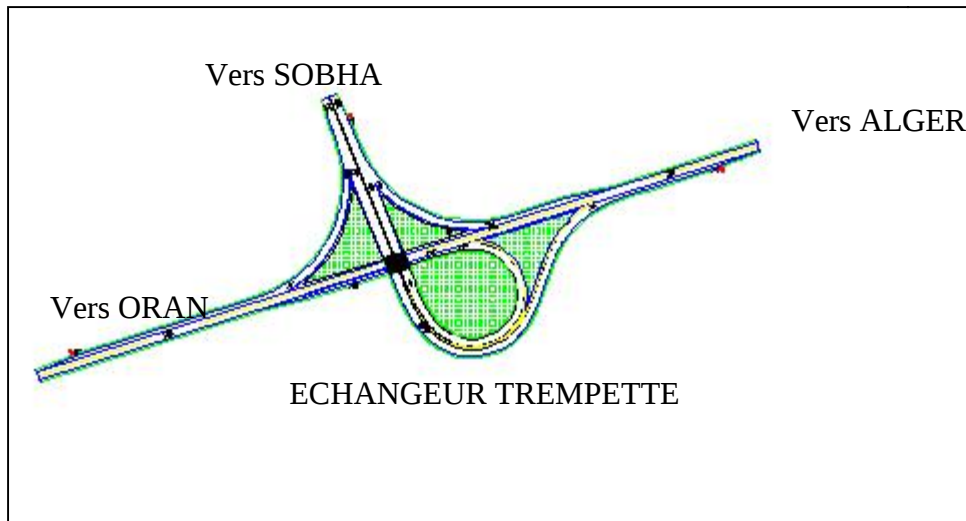
✓ Les avantages des échangeurs :

Les échangeurs permettent notamment de :

- ◆ Faciliter aux usagers un déplacement dans les bonnes conditions de confort et de sécurité.
- ◆ Eviter les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- ◆ Eviter les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérables.
- ◆ Eviter les contraintes d'arrêt et de reprise.
- ◆ Assurer la continuité du réseau autoroutier.

Dans notre projet (début du projet):

On a une conception d'un échangeur de type trempette au PK 00 au niveau de l'intersection de notre projet avec RN04.



CHAPITRE X



SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

I- SIGNALISATION.

- 1- DEFINITION.
- 2- LES YPES DE SIGNALISATION.
- 3- EXEPMLE DES SIGNALISATIONS VERTICALES.
- 4- EXEPMLE DES SIGNALISATIONS HORIZONTALES.
- 5- APPLICATION AU PROJET.

II- ECLAIRAGE

- 1- INTRODUCTION.

ECLAIRAGE D'UN POINT SINGULIER

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

I- SIGNALISATION :

1- DEFINITION:

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements.

2- LES TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue les types de signalisation selon la nature des panneaux et les usagers :

2-1- TYPOLOGIE SELON LA NATURE DES PANNEAUX:

2-1-1- Signalisation verticale :

La signalisation verticale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés **verticalement** sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route.

Elle regroupe ainsi les signalisations par panneaux, par balisage par bornage ou par feux.

2-1-1-1- Signalisation par panneaux :

Placés sur le côté des routes, les panneaux de signalisation routière peuvent avoir plusieurs fonctions :

- Les panneaux de danger informent les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer et contribuent ainsi à rendre plus sûre la circulation routière.
- Les panneaux directionnels facilitent cette circulation en indiquant par exemple les directions à suivre.
- Les panneaux de prescription ou d'obligation indiquent ou rappellent diverses prescriptions particulières de police en vigueur localement.
- Les panneaux d'indication enfin donnent des informations relatives à l'usage de la route.

2-1-1-2- Signalisation par balisage :

Dans le domaine routier, une balise est un dispositif implanté pour guider les usagers ou leur signaler un risque particulier, ponctuel ou linéaire, sur un itinéraire traité de façon homogène.

2-1-1-3- Signalisation par bornage :

Les bornes routières sont destinées à indiquer les distances sur les routes. Elles sont à ce titre des équipements de signalisation.

2-1-1-4- Signalisation par feux :

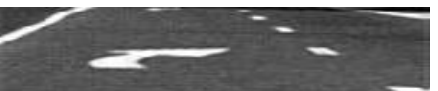
Les feux de circulation routière constituent un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons.

Les feux destinés aux véhicules à moteurs sont généralement de type tricolore, auxquels peuvent s'ajouter des flèches directionnelles. Ceux destinés aux piétons sont bicolores et se distinguent souvent par la reproduction d'une silhouette de piétons.

2-1-2- Signalisation horizontale :

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.

On distingue plusieurs types de marquage dans le tableau suivant :

	<u>Ligne continue :</u> Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	<u>Ligne discontinue :</u> Dépassement et changement de voie autorisés.
	<u>Ligne de dissuasion :</u> Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seul le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...).
	<u>Ligne d'avertissement :</u> Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.
	<u>Flèches de rabattement :</u> Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.
	<u>Ligne mixte :</u> Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.
	<u>Ligne de rive trait :</u> Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchie pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.
	<u>Hachurage :</u> Sur le nez d'îlot.
	<u>Flèches directionnelles :</u> Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées.

2-2- TYPOLOGIE SELON LES USAGERS :

Les différents équipements de signalisation routière peuvent être regroupés selon la catégorie d'usagers.

2-2-1- Signalisation routière :

La signalisation routière regroupe l'ensemble des équipements implantés sur les routes. Par extension,

On distingue la **signalisation permanente** qui est implantée à demeure sur le domaine routier et la **signalisation temporaire** qui indique en général un danger aux usagers et qui a vocation à être enlevée lorsque le danger a été neutralisé.

2-2-2- Signalisation autoroutière :

La signalisation autoroutière regroupe l'ensemble des équipements destinés à être implantés sur autoroute.

2-2-3- Signalisation cycliste :

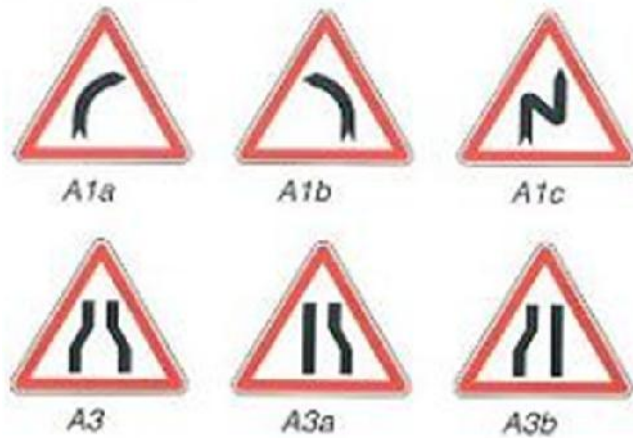
La signalisation cycliste regroupe l'ensemble des équipements de signalisation s'adressant principalement aux cyclistes. Les panneaux donnant une prescription de police (interdiction, obligation, annonce de danger) sont les mêmes que ceux s'appliquant aux autres catégories d'usagers, mais ont une dimension plus petite, plus adaptée à la vitesse d'avancement des cyclistes.

2-2-4- Signalisation piétonne :

La signalisation piétonne regroupe l'ensemble des équipements de signalisation s'adressant principalement aux piétons. Ils sont implantés sur les chemins ou espaces où la circulation des automobilistes est interdite ou au plus partagée avec une priorité aux piétons comme dans les zones de rencontre.

3- EXEPMLE DES SIGNALISATIONS VERTICALES :

TYPE A :



TYPE B :



TYPE E :

Pour les giratoires.



4- EXEPMLE DES SIGNALISATIONS HORIZONTALES :



5- APPLICATION AU PROJET :

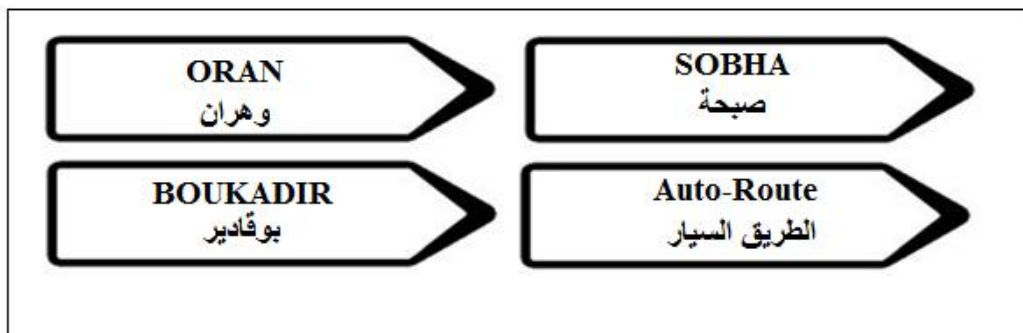
Les différents types de panneaux de signalisations utilisées pour notre étude sont les suivants :

5-1- La signalisation horizontale :

- 1- Ligne continues.
- 2- Ligne discontinues.
- 3- Marquage par hachurage.
- 4- Ligne d'avertissement.

5-2-La signalisation verticale :

- ◆ Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (TYPE A).
- ◆ Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (TYPE B).
- ◆ Panneaux de signalisation d'identification des routes (TYPE E).
- ◆ signalisation de direction.
- ◆ Flèches de sélection.



II- ECLAIRAGE :

1- INTRODUCTION:

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort, 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 :

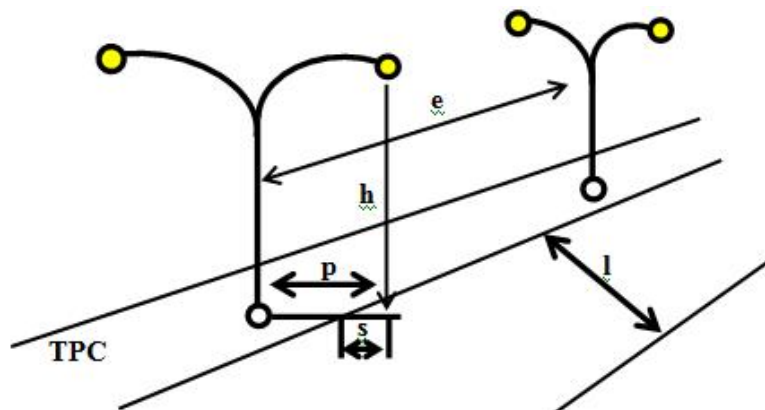
- o Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.
- o Classe B : éclairage urbain.
- o Classe C : éclairage des voies dessertes.
- o Classe D : éclairage d'un point singulier situé sur un itinéraire non éclairé.

2- ECLAIRAGE D'UN POINT SINGULIER :

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

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

o Paramètre de l'implantation des luminaires :



e : l'espacement entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

h : la hauteur du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.

l : la largeur (l) de la chaussée.

p : la portée (p) du foyer par rapport au support.

s : l'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

CHAPITRE XI



IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

- 1- INTRODUCTION.
- 2- PROSPECTIVES DES IMPACTS DES PROJETS ROUTIERS SUR
L'ENVIRONNEMENT

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

1- INTRODUCTION :

De nos jours, le droit de l'environnement oblige les maîtres d'ouvrage à respecter l'environnement dans tous les travaux et aménagements pouvant impacter l'environnement. Ce principe découle d'une conviction désormais partagée par tous, à savoir que les actions mal contrôlées, menées sans réflexion globale préalable, c'est-à-dire les projets conçus dans le seul souci de leur rentabilité immédiate et sans évaluation environnementale en amont, provoquent le plus souvent une dégradation de notre patrimoine, de notre cadre de vie et de notre santé.

L'étude d'impact constitue l'outil privilégié de l'évaluation environnementale des travaux et aménagements.

L'ensemble de la démarche est destiné à analyser les effets du projet sur l'environnement, à mesurer leur acceptabilité environnementale, à éclairer les décideurs.

Elle vise à améliorer la prise de décision, à fournir une base solide pour la gestion des conséquences sur l'environnement, de permettre aux citoyens de s'exprimer sur les modifications prévisibles de leur cadre de vie, de favoriser l'intégration des objectifs fondamentaux que sont la protection de l'environnement et le développement durable.

2- PROSPECTIVES DES IMPACTS DES PROJETS ROUTIERS SUR L'ENVIRONNEMENT :

2-1- Impact résultant de la fragmentation de l'habitat :

Lors de la construction de la route, les biotopes sont définitivement détruits sur l'emprise. Ainsi, les grandes infrastructures linéaires constituent des obstacles pratiquement infranchissables pour les animaux. La construction de routes nouvelles provoque de cette manière la fragmentation de l'habitat. Ce phénomène se traduit par la désintégration d'une certaine superficie d'un milieu donné en habitats plus petits et séparés les uns des autres provoquant un effet de coupure qui perturbe fortement le territoire.

2-2- Impact de la pollution résultant du trafic routier sur les milieux biophysique et humains :

Les émissions de polluants atmosphériques des transports sont à l'origine d'effets externes très variés. Les études distinguent principalement les effets sanitaires, l'impact sur les bâtiments et les atteintes à la végétation. A ces effets s'en ajoutent d'autres, a priori plus difficiles à apprécier, parmi lesquels on peut citer notamment la dégradation de la faune et les nuisances olfactives on distingue d'autre part les polluants primaires, qui ont un impact avant tout local, les polluants secondaires (polluants formés par transformation chimique dans l'atmosphère, comme l'ozone) qui interviennent davantage à une échelle beaucoup plus grande.

Les routes lors de leur construction et de leur exploitation engendrent de la pollution. Durant la phase des travaux, on peut avoir de la pollution par le dépôt des matériaux et d'autres effets liés quand le travail a lieu dans le lit des cours d'eau. La phase d'exploitation quant à elle engendre un certain nombre de pollutions chronique par usure de la chaussée et des pneumatique, par émissions des gaz d'échappement, etc. qui à long terme, vont contaminer les différents composants de l'environnement par un processus de bioconcentration. D'autres phénomènes moins réguliers liés aux projets routiers peuvent également engendrer des effets négatifs sur l'environnement.

2-3- Impacts du bruit sur le milieu humain :

Le bruit des transports est une des nuisances les plus intensément ressenties par les populations, qu'elles soient urbaines ou rurales et proches de grandes infrastructures, son importance va grandissant en raison d'une sensibilité de plus en plus aiguë à cette nuisance, et de la croissance continue des trafics de voyageurs et de marchandises.

L'intensité du bruit varie selon :

- 1- Le nombre de véhicules.
- 2- Le type de véhicules.
- 3- L'état des véhicules.
- 4- La vitesse de la circulation.
- 5- Le nombre d'arrêts et de départs.
- 6- La topographie de la route.
- 7- La qualité du revêtement de la route.

Le bruit perturbe la santé et le bien-être de l'homme. Il est donc perçu, de façon générale, par la population riveraine comme une nuisance.

La perception du bruit varie beaucoup d'un individu à l'autre. Néanmoins, on estime qu'un individu exposé à un niveau sonore élevé, peut ressentir des effets qu'on peut regrouper en trois types.

- 1- Effets d'ordre physiologique : augmentation des battements cardiaques et des maux de tête, détérioration de l'activité auditive.
- 2- Effets d'ordre comportementaux : influence sur la performance au travail, le processus de l'apprentissage à l'école, le processus communicatif, les activités de relaxation, les relations sociales, la mobilité générale des résidents.
- 3- Effets d'ordre psychologique : tangence chez les gens sensibles à développer des détresses psychologiques et le sentiment de dépression, la dégradation des humeurs.

2-4- Impact de développement induit par la présence des routes :

La présence d'infrastructures routiers entraîne, souvent une augmentation des densités de population humaine et de cheptel dans leurs voisinages. L'attrait des êtres humains sur les routes, peut s'expliquer par les possibilités diverses qu'elles offrent qui, justifient, de surcroît, leur réalisation. Parmi ces possibilités, on peut mentionner la facilitation de l'écoulement de la production agricole, du bétail, des produits artisanaux et des produits forestiers. La proximité des routes permet, également aux riverains d'offrir différents petits services, de vendre des produits divers et de voyager facilement dans des villes et les régions données. L'augmentation des activités humaines dans les aires avoisinantes des infrastructures routières.

CHAPITRE XI

Le nom de votre société
adresse
code postal ville
tel : 01 02 03 04 05

16 mai 2009

Nom du destinataire du devis
adresse
code postal ville
tel : 01 02 03 04 05

DEVIS

numéro de devis :

Description	Quantité	Unité	Prix unitaire HT	Total
Sorone in imperasset interdu imperasset sorone imperatoris quadriennio atque cum et Constantini pertantus imperasset	3	kg	34,00 €	34,00 €
sorone imperatoris quadriennio atque	12	jour	8,00 €	96,00 €
eadem indiscretus	3	m	38,00 €	114,00 €
imperatoris quadriennio atque	2	m	6,00 €	12,00 €
imperasset sorone imperatoris quadriennio atque cum et Constantini pertantus imperasset	5	m	12,00 €	60,00 €
Total HT				316,00 €
T.V.A 19,6				61,94 €
Total TTC				377,94 €

OPTION

Description	Quantité	Unité	Prix unitaire HT	Total
imperasset sorone imperatoris	3	kg	34,00 €	34,00 €
sorone imperatoris quadriennio atque	3	jour	8,00 €	56,00 €
eadem indiscretus	3	m	38,00 €	114,00 €
Total HT				204,00 €
T.V.A 19,6				29,38 €
Total TTC				243,38 €

Total HT	520,00 €
TVA	353,32 €
TOTAL DEVIS AVEC OPTION	623,32 €

Délais de réalisation : 3 semaines - offre valable 3 mois

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Désignation	Unité	P.U(DA)	Quantité	Montant
1) Acquisition de terrain	M2	2 000,00	147 971,10	295 942 200,00
total(1)=				295 942 200,00
2) Installation de chantier et repliement	F	3% du total (3+4+5)		
Total(2)=				6 476 456,34
3) préparation de terrain				
Débroussaillage d'arbre	m2	250,00	250,00	62 500,00
Déplacement des poteaux électriques	U	300 000,00	3,00	900 000,00
Total(3)=				962 500,00
4) Terrassement				
Décapage de terre végétale de 20 cm	M3	80,00	24 895,00	1 991 600,00
déblais mis en remblais	M3	450,00	0,00	0,00
déblais mis en dépôts	M3	240,00	4 970,00	1 192 800,00
remblais d'emprunt	M3	600,00	124 099,00	74 459 400,00
Total(4)=				77 643 800,00
5) chaussée				
Accotement en TUF	M3	820,00	10 360,50	8 495 610,00
Couche de fondation en GNT	M3	2 000,00	23 419,00	46 838 000,00
Couche de base en grave bitume GB	T	4 200,00	11 705,00	49 161 000,00
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m2	T	100 000,00	66,30	6 630 000,00
Couche d'accrochage dosée 200 à 300g/m2	T	78 800,00	24,86	1 958 968,00
Couche de roulement en béton bitumineux BB	T	4 800,00	5 040,00	24 192 000,00
Total(5)=				137 275 578,00
Ouvrage d'art				
6) Ouvrage d'art	M2	52 000,00	2 342,47	121 808 440,00
Total(6)=				121 808 440,00
7) Ouvrage d'art courant et assainissement	F	10% du total (3+4+5)		
Total(7)=				21 588 187,80
8) Impact sur l'environnement	F	1% du total (3+4+5)		
Total(8)=				2 158 818,78
9) Déviation des réseaux	F	3% du total (3+4+5)		
Total(9)=				6 476 456,34
10) Eclairage, signalisation	F	5% du total (3+4+5)		
Total(10)=				10 794 093,90
11) Contrôle : bureau d'étude et laboratoire	F	2% du total (3+4+5)		
Total(11)=				4 317 637,56
TOTAL (HT)				685 444 168,72
TVA 17% (TOTAL(HT))				116 525 508,68
TTC TOTAL(HT) + TVA				801 969 677,40

HUIT CENT UN MILLION NEUF CENT SOIXANTE NEUF MILLE SIX CENT SOIXANTE DIX
SEPT DINARS ALGERIENS, ET QUARANTE CENTIMES.

CONCLUSION GENERALE



CONCLUSION GENERALE

La réalisation de l'évitement de la ville de Boukadir considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région.

Ce projet de route, nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les cinq années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

Nous espérons ainsi continuer dans ce contexte et d'apprendre de plus en plus et collaborer dans les études et la réalisation dans le domaine des travaux publics.

Enfin, ce projet nous avons permis de nous immergé, quelque peu, dans le milieu professionnel.

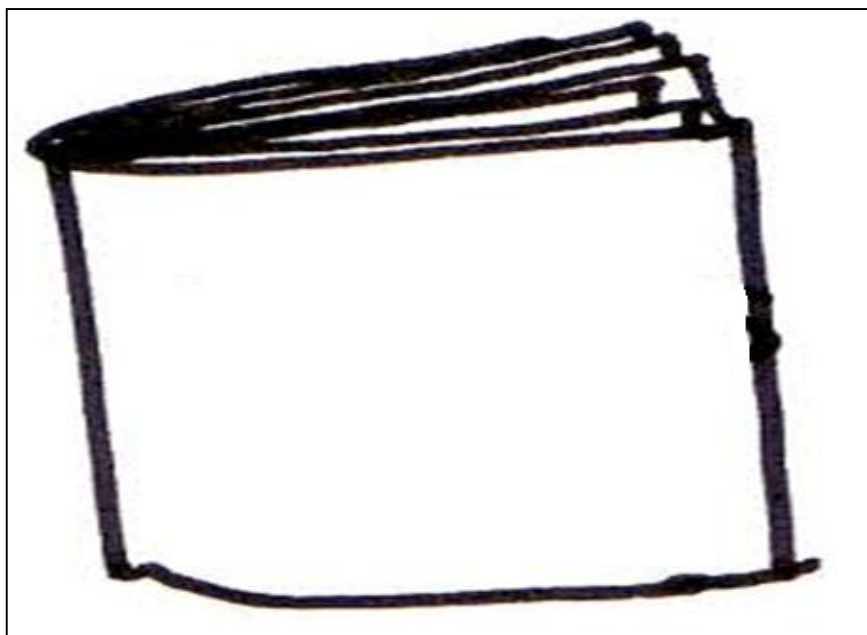
BIBLIOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHIE

- ✓ Cours de routes de 4^{ème} année.
- ✓ Cours de 5^{ème} année ENSTP.
- ✓ B40 (normes techniques d'aménagement des rouets et trafic et capacité des routes.)
- ✓ Anciennes mémoires de fin d'étude (ENSTP).
- ✓ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- ✓ Aménagement des carrefours.

ANNEXES



AXE EN PLAN					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	329786.884	391830.502
D1	GIS = 365.285g	941.022			
			941.022	329298.793	392635.045
C1	A = 179.000				
	Rf= -350.000				
	L = 91.546				
			1032.568	329254.798	392715.247
	XC= 329575.155				
	YC= 392856.213				
	R = -350.000				
	L = 491.704				
			1524.271	329383.213	393148.887
	Rd= -350.000				
	A = 179.000				
	L = 91.546	674.795			
			1615.817	329463.784	393192.201
D2	GIS = 71.373g	1505.621			
			3121.438	330819.727	393846.659
C2	A = 162.000				
	Rf= -250.000				
	L = 104.976				
			3226.414	330917.034	393885.493
	XC= 330976.394				
	YC= 393642.643				
	R = -250.000				
	L = 98.725				
			3325.139	331015.032	393889.639
	Rd= -250.000				
	A = 162.000				
	L = 104.976	308.677			
			3430.115	331115.271	393859.161
D3	GIS = 123.245g	139.821			
			3569.936	331245.875	393809.235
C3	A = 234.000				
	Rf= -500.000				
	L = 109.512				
			3679.448	331346.619	393766.448
	XC= 331118.110				
	YC= 393321.719				
	R = -500.000				
	L = 42.358				



			3721.806	331383.430	393745.518
	Rd= -500.000				
	A = 234.000				
	L = 109.512	261.382			
			3831.318	331471.719	393680.825
D4	GIS = 142.581g	1065.526			
			4896.844	332307.650	393020.094
LONGUEUR DE L'AXE			4896.844		

PROFIL EN LONG				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	84.380
D1	PENTE= -0.991 %	26.742		
			26.742	84.115
PR1	S= 22.7789 Z= 84.1346			
	R = -400.00	24.037		
			50.779	83.155
D2	PENTE= -7.000 %	15.430		
			66.209	82.074
PR3	S= 241.2091 Z= 75.9495			
	R = 2500.00	200.000		
			266.209	76.074
D4	PENTE= 1.000 %	47.551		
			313.760	76.550
PR4	S= 338.7603 Z= 76.6750			
	R = -2500.00	50.000		
			363.760	76.550
D5	PENTE= -1.000 %	45.000		
			408.760	76.100
PR5	S= 438.7603 Z= 75.9500			
	R = 3000.00	60.000		
			468.760	76.100
D6	PENTE= 1.000 %	47.500		
			516.260	76.575
PR6	S= 531.2602 Z= 76.6500			
	R = -1500.00	45.000		
			561.260	76.350
D7	PENTE= -2.000 %	8.735		
			569.995	76.175
PR7	S= 589.9951 Z= 75.9753			
	R = 1000.00	20.000		
			589.995	75.975
D8	PENTE= 0.000 %	95.010		
			685.005	75.975
PR8	S= 685.0050 Z= 75.9753			
	R = -6000.00	30.000		
			715.005	75.900
D9	PENTE= -0.500 %	47.500		
			762.505	75.663
PR9	S= 787.5050 Z= 75.6003			
	R = 5000.00	75.000		
			837.505	75.850
D10	PENTE= 1.000 %	95.833		

			933.338	76.809
PR10	S= 1013.3383 Z= 77.2086			
	R = -8000.00	133.333		
			1066.672	77.031
D11	PENTE= -0.667 %	183.750		
			1250.421	75.806
PR11	S= 1297.0879 Z= 75.6503			
	R = 7000.00	99.168		
			1349.589	75.847
D12	PENTE= 0.750 %	111.036		
			1460.625	76.680
PR12	S= 1494.3756 Z= 76.8065			
	R = -4500.00	78.753		
			1539.378	76.582
D13	PENTE= -1.000 %	48.848		
			1588.226	76.093
PR13	S= 1613.2274 Z= 75.9680			
	R = 2500.00	75.598		
			1663.824	76.480
D14	PENTE= 2.024 %	3.632		
			1667.457	76.554
PR14	S= 1718.0534 Z= 77.0655			
	R = -2500.00	88.097		
			1755.553	76.784
D15	PENTE= -1.500 %	27.813		
			1783.366	76.367
PR15	S= 1843.3658 Z= 75.9171			
	R = 4000.00	87.999		
			1871.365	76.015
D16	PENTE= 0.700 %	130.650		
			2002.015	76.930
PR16	S= 2044.0139 Z= 77.0766			
	R = -6000.00	71.999		
			2074.014	77.002
D17	PENTE= -0.500 %	120.251		
			2194.265	76.400
PR17	S= 2229.2645 Z= 76.3129			
	R = 7000.00	87.500		
			2281.765	76.510
D18	PENTE= 0.750 %	121.251		
			2403.015	77.419
PR18	S= 2433.0154 Z= 77.5316			
	R = -4000.00	69.998		
			2473.014	77.332

D19	PENTE= -1.000 %	49.277		
			2522.291	76.839
PR19	S= 2552.2895 Z= 76.6889			
	R = 3000.00	63.618		
			2585.909	76.877
D20	PENTE= 1.121 %	135.776		
			2721.685	78.399
PR20	S= 2766.5114 Z= 78.6500			
	R = -4000.00	64.829		
			2786.514	78.600
D21	PENTE= -0.500 %	127.479		
			2913.993	77.963
PR21	S= 2938.9967 Z= 77.9000			
	R = 5000.00	25.004		
			2938.997	77.900
D22	PENTE= 0.000 %	57.508		
			2996.505	77.900
PR22	S= 2996.5049 Z= 77.9000			
	R = 5000.00	100.000		
			3096.505	78.900
D23	PENTE= 2.000 %	87.501		
			3184.006	80.650
PR23	S= 3284.0061 Z= 81.6500			
	R = -5000.00	124.998		
			3309.004	81.588
D24	PENTE= -0.500 %	108.021		
			3417.024	81.047
PR24	S= 3457.0206 Z= 80.9475			
	R = 8000.00	104.003		
			3521.028	81.204
D25	PENTE= 0.800 %	150.717		
			3671.745	82.409
PR25	S= 3690.1471 Z= 82.4831			
	R = -2300.00	56.510		
			3728.255	82.167
D26	PENTE= -1.657 %	3.689		
			3731.944	82.106
PR26	S= 3770.0515 Z= 81.7905			
	R = 2300.00	61.108		
			3793.051	81.906
D27	PENTE= 1.000 %	39.446		
			3832.497	82.300
PR27	S= 3872.4975 Z= 82.5000			
	R = -4000.00	60.000		

			3892.497	82.450
D28	PENTE= -0.500 %	32.500		
			3924.998	82.287
PR28	S= 3959.9975 Z= 82.2000			
	R = 7000.00	35.000		
			3959.998	82.200
D29	PENTE= 0.000 %	80.000		
			4039.997	82.200
PR29	S= 4039.9975 Z= 82.2000			
	R = 5000.00	45.000		
			4084.997	82.402
D30	PENTE= 0.900 %	153.750		
			4238.748	83.786
PR30	S= 4261.2475 Z= 83.8875			
	R = -2500.00	47.500		
			4286.248	83.763
D31	PENTE= -1.000 %	33.674		
			4319.922	83.426
PR31	S= 4359.9219 Z= 83.2258			
	R = 4000.00	85.151		
			4405.073	83.481
D32	PENTE= 1.129 %	78.456		
			4483.530	84.366
PR32	S= 4455.3101 Z= 84.2069			
	R = 2500.00	146.781		
			4630.310	90.332
D33	PENTE= 7.000 %	14.599		
			4644.910	91.354
PR33	S= 4672.9095 Z= 92.3339			
	R = -400.00	24.021		
			4668.930	92.314
D34	PENTE= 0.995 %	20.613		
			4689.543	92.519
PR34	S= 4693.5223 Z= 92.5390			
	R = -400.00	32.214		
			4721.757	91.542
D35	PENTE= -7.059 %	20.606		
			4742.363	90.088
PR35	S= 4918.8315 Z= 83.8597			
	R = 2500.00	126.490		
			4868.854	84.359
D36	PENTE= -1.999 %	27.991		
			4896.844	83.800
LONGUEUR DE L'AXE 4896.844				

TABULATION								
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	76.646	84.380	329786.884	391830.502	65.285g	2.50	-2.50
2	20.000	75.277	84.182	329776.511	391847.602	65.285g	2.50	-2.50
3	28.929	75.340	84.087	329771.879	391855.235	65.285g	2.50	-2.50
4	40.000	75.418	83.764	329766.137	391864.701	65.285g	2.50	-2.50
5	60.000	75.551	82.509	329755.763	391881.800	65.285g	2.50	-2.50
6	80.000	75.522	81.147	329745.390	391898.900	65.285g	2.50	-2.50
7	100.000	75.447	79.937	329735.016	391915.999	65.285g	2.50	-2.50
8	120.000	75.467	78.888	329724.642	391933.098	65.285g	2.50	-2.50
9	140.000	75.434	77.998	329714.269	391950.198	65.285g	2.50	-2.50
10	160.000	75.397	77.268	329703.895	391967.297	65.285g	2.50	-2.50
11	180.000	75.410	76.699	329693.521	391984.396	65.285g	2.50	-2.50
12	200.000	75.406	76.289	329683.148	392001.496	65.285g	2.50	-2.50
13	220.000	75.374	76.039	329672.774	392018.595	65.285g	2.50	-2.50
14	240.000	75.359	75.950	329662.400	392035.694	65.285g	2.50	-2.50
15	260.000	75.316	76.020	329652.027	392052.794	65.285g	2.50	-2.50
16	280.000	75.317	76.212	329641.653	392069.893	65.285g	2.50	-2.50
17	300.000	75.319	76.412	329631.280	392086.992	65.285g	2.50	-2.50
18	320.000	75.387	76.605	329620.906	392104.092	65.285g	2.50	-2.50
19	340.000	75.463	76.675	329610.532	392121.191	65.285g	2.50	-2.50
20	360.000	75.472	76.585	329600.159	392138.290	65.285g	2.50	-2.50
21	380.000	75.403	76.388	329589.785	392155.390	65.285g	2.50	-2.50
22	400.000	75.425	76.188	329579.411	392172.489	65.285g	2.50	-2.50
23	420.000	75.448	76.009	329569.038	392189.588	65.285g	2.50	-2.50
24	440.000	75.464	75.950	329558.664	392206.688	65.285g	2.50	-2.50
25	460.000	75.465	76.025	329548.290	392223.787	65.285g	2.50	-2.50
26	480.000	75.453	76.212	329537.917	392240.886	65.285g	2.50	-2.50
27	500.000	75.441	76.412	329527.543	392257.986	65.285g	2.50	-2.50
28	520.000	75.437	76.608	329517.169	392275.085	65.285g	2.50	-2.50
29	540.000	75.428	76.625	329506.796	392292.184	65.285g	2.50	-2.50
30	560.000	75.419	76.375	329496.422	392309.284	65.285g	2.50	-2.50
31	577.065	75.417	76.059	329487.571	392323.874	65.285g	2.50	-2.50
32	580.000	75.417	76.025	329486.048	392326.383	65.285g	2.50	-2.50
33	600.000	75.414	75.975	329475.675	392343.482	65.285g	2.50	-2.50
34	620.000	75.389	75.975	329465.301	392360.582	65.285g	2.50	-2.50
35	640.000	75.334	75.975	329454.927	392377.681	65.285g	2.50	-2.50
36	660.000	75.307	75.975	329444.554	392394.780	65.285g	2.50	-2.50
37	680.000	75.288	75.975	329434.180	392411.880	65.285g	2.50	-2.50
38	697.065	75.273	75.963	329425.329	392426.470	65.285g	2.50	-2.50
39	700.000	75.270	75.957	329423.807	392428.979	65.285g	2.50	-2.50
40	720.000	75.257	75.875	329413.433	392446.078	65.285g	2.50	-2.50
41	740.000	75.240	75.775	329403.059	392463.178	65.285g	2.50	-2.50
42	760.000	75.221	75.675	329392.686	392480.277	65.285g	2.50	-2.50

43	780.000	75.207	75.606	329382.312	392497.376	65.285g	2.50	-2.50
44	800.000	75.206	75.616	329371.938	392514.476	65.285g	2.50	-2.50
45	820.000	75.232	75.706	329361.565	392531.575	65.285g	2.50	-2.50
46	840.000	75.236	75.875	329351.191	392548.674	65.285g	2.50	-2.50
47	860.000	75.257	76.075	329340.817	392565.774	65.285g	2.50	-2.50
48	880.000	75.274	76.275	329330.444	392582.873	65.285g	2.50	-2.50
49	900.000	75.271	76.475	329320.070	392599.972	65.285g	2.50	-2.50
50	920.000	75.267	76.675	329309.696	392617.072	65.285g	2.50	-2.50
51	940.000	75.263	76.872	329299.323	392634.171	65.285g	2.50	-2.50
52	941.022	75.264	76.882	329298.793	392635.045	65.285g	2.50	-2.50
53	960.000	75.281	77.031	329288.979	392651.289	65.642g	0.80	-2.50
54	980.000	75.276	77.139	329278.840	392668.528	66.794g	-1.00	-2.50
55	1000.000	75.255	77.198	329269.123	392686.008	68.740g	-2.79	-2.79
56	1020.000	75.213	77.206	329260.056	392703.833	71.481g	-4.58	-4.58
57	1032.568	75.169	77.186	329254.798	392715.247	73.610g	-5.71	-5.71
58	1040.000	75.144	77.164	329251.877	392722.081	74.962g	-5.71	-5.71
59	1060.000	75.154	77.073	329244.745	392740.763	78.600g	-5.71	-5.71
60	1080.000	75.157	76.942	329238.690	392759.822	82.238g	-5.71	-5.71
61	1100.000	75.162	76.809	329233.734	392779.195	85.876g	-5.71	-5.71
62	1120.000	75.112	76.675	329229.893	392798.820	89.513g	-5.71	-5.71
63	1140.000	75.084	76.542	329227.179	392818.632	93.151g	-5.71	-5.71
64	1160.000	75.070	76.409	329225.601	392838.567	96.789g	-5.71	-5.71
65	1180.000	75.069	76.275	329225.163	392858.560	100.427g	-5.71	-5.71
66	1200.000	75.068	76.142	329225.869	392878.545	104.065g	-5.71	-5.71
67	1220.000	75.078	76.009	329227.714	392898.457	107.703g	-5.71	-5.71
68	1240.000	75.082	75.875	329230.694	392918.231	111.340g	-5.71	-5.71
69	1260.000	75.097	75.749	329234.798	392937.802	114.978g	-5.71	-5.71
70	1280.000	75.107	75.671	329240.013	392957.107	118.616g	-5.71	-5.71
71	1300.000	75.077	75.651	329246.323	392976.083	122.254g	-5.71	-5.71
72	1320.000	75.084	75.688	329253.705	392994.668	125.892g	-5.71	-5.71
73	1340.000	75.054	75.782	329262.137	393012.800	129.530g	-5.71	-5.71
74	1360.000	75.079	75.925	329271.591	393030.422	133.167g	-5.71	-5.71
75	1380.000	75.081	76.075	329282.036	393047.475	136.805g	-5.71	-5.71
76	1400.000	75.092	76.225	329293.438	393063.903	140.443g	-5.71	-5.71
77	1420.000	75.118	76.375	329305.759	393079.653	144.081g	-5.71	-5.71
78	1440.000	75.137	76.525	329318.960	393094.674	147.719g	-5.71	-5.71
79	1460.000	75.158	76.675	329332.997	393108.917	151.356g	-5.71	-5.71
80	1480.000	75.149	76.784	329347.825	393122.335	154.994g	-5.71	-5.71
81	1500.000	75.139	76.803	329363.395	393134.883	158.632g	-5.71	-5.71
82	1520.000	75.137	76.734	329379.656	393146.523	162.270g	-5.71	-5.71
83	1524.271	75.136	76.707	329383.213	393148.887	163.047g	-5.71	-5.71
84	1540.000	75.134	76.575	329396.544	393157.231	165.662g	-4.30	-4.30
85	1560.000	75.154	76.375	329413.921	393167.130	168.277g	-2.51	-2.51
86	1580.000	75.180	76.175	329431.633	393176.418	170.098g	-0.71	-2.50

87	1600.000	75.207	76.003	329449.549	393185.307	171.124g	1.08	-2.50
88	1615.817	75.311	75.969	329463.784	393192.201	171.373g	2.50	-2.50
89	1620.000	75.360	75.977	329467.551	393194.019	171.373g	2.50	-2.50
90	1640.000	75.597	76.111	329485.563	393202.713	171.373g	2.50	-2.50
91	1660.000	75.834	76.406	329503.575	393211.407	171.373g	2.50	-2.50
92	1680.000	76.024	76.776	329521.587	393220.100	171.373g	2.50	-2.50
93	1700.000	75.817	77.000	329539.598	393228.794	171.373g	2.50	-2.50
94	1720.000	75.380	77.065	329557.610	393237.487	171.373g	2.50	-2.50
95	1740.000	75.390	76.969	329575.622	393246.181	171.373g	2.50	-2.50
96	1760.000	75.396	76.718	329593.634	393254.874	171.373g	2.50	-2.50
97	1780.000	75.380	76.418	329611.645	393263.568	171.373g	2.50	-2.50
98	1800.000	75.364	76.152	329629.657	393272.261	171.373g	2.50	-2.50
99	1820.000	75.348	75.985	329647.669	393280.955	171.373g	2.50	-2.50
100	1840.000	75.374	75.919	329665.681	393289.648	171.373g	2.50	-2.50
101	1860.000	75.404	75.952	329683.692	393298.342	171.373g	2.50	-2.50
102	1880.000	75.433	76.076	329701.704	393307.035	171.373g	2.50	-2.50
103	1900.000	75.455	76.216	329719.716	393315.729	171.373g	2.50	-2.50
104	1920.000	75.483	76.356	329737.727	393324.422	171.373g	2.50	-2.50
105	1940.000	75.514	76.496	329755.739	393333.116	171.373g	2.50	-2.50
106	1960.000	75.504	76.636	329773.751	393341.809	171.373g	2.50	-2.50
107	1980.000	75.500	76.776	329791.763	393350.503	171.373g	2.50	-2.50
108	2000.000	75.537	76.916	329809.774	393359.196	171.373g	2.50	-2.50
109	2020.000	75.602	77.029	329827.786	393367.890	171.373g	2.50	-2.50
110	2040.000	75.663	77.075	329845.798	393376.583	171.373g	2.50	-2.50
111	2060.000	75.682	77.055	329863.810	393385.277	171.373g	2.50	-2.50
112	2080.000	75.699	76.972	329881.821	393393.971	171.373g	2.50	-2.50
113	2100.000	75.742	76.872	329899.833	393402.664	171.373g	2.50	-2.50
114	2120.000	75.772	76.772	329917.845	393411.358	171.373g	2.50	-2.50
115	2140.000	75.783	76.672	329935.857	393420.051	171.373g	2.50	-2.50
116	2160.000	75.762	76.572	329953.868	393428.745	171.373g	2.50	-2.50
117	2180.000	75.771	76.472	329971.880	393437.438	171.373g	2.50	-2.50
118	2200.000	75.783	76.374	329989.892	393446.132	171.373g	2.50	-2.50
119	2220.000	75.792	76.319	330007.904	393454.825	171.373g	2.50	-2.50
120	2240.000	75.802	76.321	330025.915	393463.519	171.373g	2.50	-2.50
121	2260.000	75.834	76.380	330043.927	393472.212	171.373g	2.50	-2.50
122	2280.000	75.848	76.497	330061.939	393480.906	171.373g	2.50	-2.50
123	2300.000	75.843	76.646	330079.950	393489.599	171.373g	2.50	-2.50
124	2320.000	75.849	76.796	330097.962	393498.293	171.373g	2.50	-2.50
125	2340.000	75.862	76.946	330115.974	393506.986	171.373g	2.50	-2.50
126	2360.000	75.810	77.096	330133.986	393515.680	171.373g	2.50	-2.50
127	2380.000	75.855	77.246	330151.997	393524.373	171.373g	2.50	-2.50
128	2400.000	76.005	77.396	330170.009	393533.067	171.373g	2.50	-2.50
129	2420.000	76.111	77.510	330188.021	393541.760	171.373g	2.50	-2.50
130	2440.000	76.125	77.526	330206.033	393550.454	171.373g	2.50	-2.50

131	2460.000	76.101	77.441	330224.044	393559.148	171.373g	2.50	-2.50
132	2480.000	76.110	77.262	330242.056	393567.841	171.373g	2.50	-2.50
133	2500.000	76.144	77.062	330260.068	393576.535	171.373g	2.50	-2.50
134	2520.000	76.196	76.862	330278.080	393585.228	171.373g	2.50	-2.50
135	2540.000	76.198	76.714	330296.091	393593.922	171.373g	2.50	-2.50
136	2560.000	76.207	76.699	330314.103	393602.615	171.373g	2.50	-2.50
137	2580.000	76.286	76.817	330332.115	393611.309	171.373g	2.50	-2.50
138	2600.000	76.293	77.035	330350.126	393620.002	171.373g	2.50	-2.50
139	2620.000	76.303	77.259	330368.138	393628.696	171.373g	2.50	-2.50
140	2640.000	76.347	77.483	330386.150	393637.389	171.373g	2.50	-2.50
141	2660.000	76.388	77.708	330404.162	393646.083	171.373g	2.50	-2.50
142	2680.000	76.407	77.932	330422.173	393654.776	171.373g	2.50	-2.50
143	2700.000	76.417	78.156	330440.185	393663.470	171.373g	2.50	-2.50
144	2720.000	76.484	78.380	330458.197	393672.163	171.373g	2.50	-2.50
145	2740.000	76.558	78.562	330476.209	393680.857	171.373g	2.50	-2.50
146	2760.000	76.544	78.645	330494.220	393689.550	171.373g	2.50	-2.50
147	2780.000	76.557	78.627	330512.232	393698.244	171.373g	2.50	-2.50
148	2800.000	76.601	78.533	330530.244	393706.937	171.373g	2.50	-2.50
149	2820.000	76.688	78.433	330548.256	393715.631	171.373g	2.50	-2.50
150	2840.000	76.842	78.333	330566.267	393724.324	171.373g	2.50	-2.50
151	2860.000	76.842	78.233	330584.279	393733.018	171.373g	2.50	-2.50
152	2880.000	76.835	78.133	330602.291	393741.712	171.373g	2.50	-2.50
153	2900.000	76.936	78.032	330620.303	393750.405	171.373g	2.50	-2.50
154	2920.000	76.963	77.936	330638.314	393759.099	171.373g	2.50	-2.50
155	2926.500	76.916	77.916	330644.168	393761.924	171.373g	2.50	-2.50
156	2940.000	76.830	77.900	330656.326	393767.792	171.373g	2.50	-2.50
157	2960.000	76.988	77.900	330674.338	393776.486	171.373g	2.50	-2.50
158	2980.000	77.491	77.900	330692.349	393785.179	171.373g	2.50	-2.50
159	3000.000	77.959	77.901	330710.361	393793.873	171.373g	2.50	-2.50
160	3020.000	77.775	77.955	330728.373	393802.566	171.373g	2.50	-2.50
161	3040.000	77.473	78.089	330746.385	393811.260	171.373g	2.50	-2.50
162	3046.500	77.423	78.150	330752.239	393814.085	171.373g	2.50	-2.50
163	3060.000	77.517	78.303	330764.396	393819.953	171.373g	2.50	-2.50
164	3080.000	77.578	78.597	330782.408	393828.647	171.373g	2.50	-2.50
165	3100.000	77.900	78.970	330800.420	393837.340	171.373g	2.50	-2.50
166	3120.000	79.691	79.370	330818.432	393846.034	171.373g	2.50	-2.50
167	3121.438	79.695	79.399	330819.727	393846.659	171.373g	2.50	-2.50
168	3140.000	79.683	79.770	330836.461	393854.691	171.790g	0.82	-2.50
169	3160.000	79.694	80.170	330854.611	393863.092	173.176g	-0.99	-2.50
170	3180.000	79.788	80.570	330872.999	393870.955	175.532g	-2.80	-2.80
171	3200.000	80.116	80.944	330891.718	393877.990	178.858g	-4.61	-4.61
172	3220.000	79.626	81.240	330910.823	393883.892	183.155g	-6.42	-6.42
173	3226.414	78.558	81.318	330917.034	393885.493	184.739g	-7.00	-7.00
174	3240.000	79.672	81.456	330930.313	393888.359	188.198g	-7.00	-7.00

175	3260.000	80.026	81.592	330950.096	393891.256	193.291g	-7.00	-7.00
176	3280.000	79.947	81.648	330970.048	393892.562	198.384g	-7.00	-7.00
177	3300.000	80.131	81.624	330990.041	393892.270	203.477g	-7.00	-7.00
178	3320.000	80.121	81.533	331009.946	393890.381	208.570g	-7.00	-7.00
179	3325.139	80.158	81.507	331015.032	393889.639	209.879g	-7.00	-7.00
180	3340.000	80.232	81.433	331029.641	393886.928	213.395g	-5.66	-5.66
181	3360.000	80.336	81.333	331049.054	393882.131	217.282g	-3.85	-3.85
182	3380.000	80.426	81.233	331068.185	393876.305	220.198g	-2.04	-2.50
183	3400.000	80.376	81.133	331087.080	393869.752	222.145g	-0.23	-2.50
184	3420.000	80.382	81.033	331105.820	393862.767	223.121g	1.58	-2.50
185	3430.115	80.427	80.993	331115.271	393859.161	223.245g	2.50	-2.50
186	3440.000	80.428	80.966	331124.504	393855.631	223.245g	2.50	-2.50
187	3460.000	80.422	80.948	331143.186	393848.490	223.245g	2.50	-2.50
188	3480.000	80.529	80.981	331161.867	393841.349	223.245g	2.50	-2.50
189	3500.000	80.568	81.063	331180.549	393834.207	223.245g	2.50	-2.50
190	3520.000	80.579	81.195	331199.230	393827.066	223.245g	2.50	-2.50
191	3540.000	80.620	81.355	331217.912	393819.925	223.245g	2.50	-2.50
192	3560.000	80.667	81.515	331236.594	393812.783	223.245g	2.50	-2.50
193	3569.936	80.731	81.595	331245.875	393809.235	223.245g	2.50	-2.50
194	3580.000	80.796	81.675	331255.274	393805.639	223.304g	2.04	-2.50
195	3600.000	80.925	81.835	331273.927	393798.423	223.770g	1.13	-2.50
196	3620.000	81.039	81.995	331292.499	393791.003	224.702g	0.21	-2.50
197	3640.000	81.151	82.155	331310.933	393783.245	226.098g	-0.70	-2.50
198	3660.000	81.202	82.315	331329.162	393775.018	227.960g	-1.61	-2.50
199	3679.448	81.219	82.458	331346.619	393766.448	230.216g	-2.50	-2.50
200	3680.000	81.220	82.461	331347.109	393766.196	230.287g	-2.50	-2.50
201	3700.000	81.195	82.462	331364.701	393756.683	232.833g	-2.50	-2.50
202	3720.000	81.162	82.289	331381.897	393746.474	235.380g	-2.50	-2.50
203	3721.806	81.160	82.265	331383.430	393745.518	235.610g	-2.50	-2.50
204	3740.000	81.156	81.987	331398.682	393735.601	237.734g	-1.67	-2.50
205	3760.000	81.157	81.812	331415.095	393724.173	239.625g	-0.76	-2.50
206	3780.000	81.187	81.812	331431.205	393712.323	241.050g	0.16	-2.50
207	3800.000	81.226	81.975	331447.091	393700.172	242.011g	1.07	-2.50
208	3820.000	81.175	82.175	331462.836	393687.840	242.507g	1.98	-2.50
209	3831.318	81.166	82.288	331471.719	393680.825	242.581g	2.50	-2.50
210	3840.000	81.221	82.368	331478.530	393675.441	242.581g	2.50	-2.50
211	3860.000	81.339	82.480	331494.220	393663.039	242.581g	2.50	-2.50
212	3880.000	81.388	82.493	331509.911	393650.637	242.581g	2.50	-2.50
213	3900.000	81.420	82.412	331525.601	393638.235	242.581g	2.50	-2.50
214	3920.000	81.430	82.312	331541.292	393625.833	242.581g	2.50	-2.50
215	3940.000	81.451	82.229	331556.982	393613.432	242.581g	2.50	-2.50
216	3942.483	81.455	82.222	331558.930	393611.892	242.581g	2.50	-2.50
217	3960.000	81.484	82.200	331572.673	393601.030	242.581g	2.50	-2.50
218	3980.000	81.636	82.200	331588.363	393588.628	242.581g	2.50	-2.50

219	4000.000	81.955	82.200	331604.054	393576.226	242.581g	2.50	-2.50
220	4020.000	81.858	82.200	331619.744	393563.824	242.581g	2.50	-2.50
221	4040.000	81.877	82.200	331635.435	393551.422	242.581g	2.50	-2.50
222	4060.000	81.897	82.240	331651.125	393539.020	242.581g	2.50	-2.50
223	4062.483	81.888	82.251	331653.073	393537.480	242.581g	2.50	-2.50
224	4080.000	81.868	82.360	331666.816	393526.618	242.581g	2.50	-2.50
225	4100.000	81.921	82.538	331682.506	393514.216	242.581g	2.50	-2.50
226	4120.000	81.969	82.718	331698.196	393501.814	242.581g	2.50	-2.50
227	4140.000	81.956	82.898	331713.887	393489.412	242.581g	2.50	-2.50
228	4160.000	81.898	83.078	331729.577	393477.010	242.581g	2.50	-2.50
229	4180.000	81.974	83.258	331745.268	393464.608	242.581g	2.50	-2.50
230	4200.000	82.093	83.438	331760.958	393452.206	242.581g	2.50	-2.50
231	4220.000	82.214	83.618	331776.649	393439.804	242.581g	2.50	-2.50
232	4240.000	82.345	83.797	331792.339	393427.402	242.581g	2.50	-2.50
233	4260.000	82.460	83.887	331808.030	393415.000	242.581g	2.50	-2.50
234	4280.000	82.451	83.817	331823.720	393402.598	242.581g	2.50	-2.50
235	4300.000	82.460	83.625	331839.411	393390.196	242.581g	2.50	-2.50
236	4320.000	82.523	83.425	331855.101	393377.794	242.581g	2.50	-2.50
237	4340.000	82.564	83.275	331870.792	393365.392	242.581g	2.50	-2.50
238	4360.000	82.671	83.226	331886.482	393352.990	242.581g	2.50	-2.50
239	4380.000	83.015	83.276	331902.173	393340.588	242.581g	2.50	-2.50
240	4400.000	83.358	83.427	331917.863	393328.187	242.581g	2.50	-2.50
241	4420.000	83.392	83.649	331933.554	393315.785	242.581g	2.50	-2.50
242	4440.000	83.388	83.875	331949.244	393303.383	242.581g	2.50	-2.50
243	4460.000	83.383	84.101	331964.935	393290.981	242.581g	2.50	-2.50
244	4480.000	83.417	84.326	331980.625	393278.579	242.581g	2.50	-2.50
245	4500.000	83.387	84.606	331996.316	393266.177	242.581g	2.50	-2.50
246	4520.000	83.309	85.044	332012.006	393253.775	242.581g	2.50	-2.50
247	4540.000	83.353	85.641	332027.697	393241.373	242.581g	2.50	-2.50
248	4560.000	83.388	86.399	332043.387	393228.971	242.581g	2.50	-2.50
249	4580.000	83.443	87.316	332059.078	393216.569	242.581g	2.50	-2.50
250	4600.000	83.467	88.394	332074.768	393204.167	242.581g	2.50	-2.50
251	4620.000	83.525	89.631	332090.459	393191.765	242.581g	2.50	-2.50
252	4640.000	83.561	91.010	332106.149	393179.363	242.581g	2.50	-2.50
253	4660.000	83.642	92.126	332121.840	393166.961	242.581g	2.50	-2.50
254	4666.800	83.636	92.287	332127.175	393162.744	242.581g	2.50	-2.50
255	4680.000	84.643	92.424	332137.530	393154.559	242.581g	2.50	-2.50
256	4695.734	84.849	92.533	332149.874	393144.802	242.581g	2.50	-2.50
257	4700.000	84.554	92.486	332153.221	393142.157	242.581g	2.50	-2.50
258	4720.000	84.293	91.663	332168.911	393129.755	242.581g	2.50	-2.50
259	4740.000	84.453	90.255	332184.602	393117.353	242.581g	2.50	-2.50
260	4760.000	84.625	88.905	332200.292	393104.951	242.581g	2.50	-2.50
261	4780.000	84.798	87.715	332215.983	393092.549	242.581g	2.50	-2.50
262	4800.000	84.965	86.684	332231.673	393080.147	242.581g	2.50	-2.50



Tabulation

263	4820.000	85.156	85.813	332247.364	393067.745	242.581g	2.50	-2.50
264	4840.000	85.359	85.103	332263.054	393055.344	242.581g	2.50	-2.50
265	4860.000	85.611	84.552	332278.745	393042.942	242.581g	2.50	-2.50
266	4880.000	85.750	84.136	332294.435	393030.540	242.581g	2.50	-2.50
267	4896.844	85.875	83.800	332307.650	393020.094	242.581g	2.50	-2.50



VOLUMES TERRASSEMENT					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000				
2	20.000				
3	28.929				
4	40.000	4184.2	0.0	139.6	0.0
5	60.000	4288.9	0.0	166.2	0.0
6	80.000	3227.4	0.0	151.0	0.0
7	100.000	2388.4	0.0	137.4	0.0
8	120.000	1674.8	0.0	124.8	0.0
9	140.000	1147.6	0.0	114.6	0.0
10	160.000	754.0	0.0	106.3	0.0
11	180.000	446.4	0.0	99.4	0.0
12	200.000	242.2	0.0	94.5	0.0
13	220.000	136.9	0.0	91.8	0.0
14	240.000	102.3	0.0	91.0	0.0
15	260.000	155.7	0.0	92.3	0.0
16	280.000	248.5	0.0	94.6	0.0
17	300.000	346.6	0.0	97.0	0.0
18	320.000	409.1	0.0	98.5	0.0
19	340.000	406.0	0.0	98.4	0.0
20	360.000	356.1	0.0	97.2	0.0
21	380.000	289.8	0.0	95.6	0.0
22	400.000	183.7	0.0	93.0	0.0
23	420.000	88.6	0.0	90.6	0.0
24	440.000	54.7	0.0	89.7	0.0
25	460.000	88.0	0.0	90.6	0.0
26	480.000	182.3	0.0	93.0	0.0
27	500.000	284.4	0.0	95.5	0.0
28	520.000	385.0	0.0	97.9	0.0
29	540.000	398.1	0.0	98.2	0.0
30	560.000	257.4	0.0	88.3	0.0
31	577.065	63.0	0.0	45.8	0.0
32	580.000	63.3	0.0	52.3	0.0
33	600.000	88.6	0.0	90.6	0.0
34	620.000	99.4	0.0	90.7	0.0
35	640.000	111.7	0.0	90.6	0.0
36	660.000	139.4	0.0	92.0	0.0
37	680.000	137.1	0.0	85.4	0.0
38	697.065	74.8	0.0	46.1	0.0
39	700.000	84.7	0.0	52.8	0.0
40	720.000	115.7	0.0	91.3	0.0
41	740.000	76.9	0.0	90.3	0.0

42	760.000	40.1	0.0	89.4	0.0
43	780.000	22.3	6.2	88.7	0.0
44	800.000	24.7	5.9	88.7	0.0
45	820.000	48.8	0.0	89.5	0.0
46	840.000	122.6	0.0	91.4	0.0
47	860.000	210.7	0.0	93.7	0.0
48	880.000	300.3	0.0	95.9	0.0
49	900.000	402.3	0.0	98.3	0.0
50	920.000	506.8	0.0	100.7	0.0
51	940.000	321.4	0.0	54.2	0.0
52	941.022	308.1	0.0	51.6	0.0
53	960.000	689.9	0.0	102.9	0.0
54	980.000	792.3	0.0	107.7	0.0
55	1000.000	856.8	0.0	109.3	0.0
56	1020.000	723.2	0.0	89.5	0.0
57	1032.568	452.0	0.0	55.1	0.0
58	1040.000	621.6	0.0	75.6	0.0
59	1060.000	848.6	0.0	109.1	0.0
60	1080.000	775.6	0.0	107.5	0.0
61	1100.000	699.4	0.0	105.9	0.0
62	1120.000	650.6	0.0	104.7	0.0
63	1140.000	596.8	0.0	103.6	0.0
64	1160.000	533.5	0.0	102.2	0.0
65	1180.000	464.4	0.0	100.6	0.0
66	1200.000	396.0	0.0	99.0	0.0
67	1220.000	321.2	0.0	97.2	0.0
68	1240.000	254.4	0.0	95.6	0.0
69	1260.000	189.2	1.5	94.0	0.0
70	1280.000	159.9	9.1	93.1	0.0
71	1300.000	164.6	9.5	91.8	0.0
72	1320.000	176.7	8.1	93.3	0.0
73	1340.000	219.6	0.5	94.5	0.0
74	1360.000	282.3	0.0	96.3	0.0
75	1380.000	356.5	0.0	98.1	0.0
76	1400.000	427.5	0.0	99.7	0.0
77	1420.000	493.4	0.0	101.3	0.0
78	1440.000	557.8	0.0	102.7	0.0
79	1460.000	627.5	0.0	104.2	0.0
80	1480.000	690.2	0.0	105.6	0.0
81	1500.000	707.3	0.0	106.0	0.0
82	1520.000	407.9	0.0	63.9	0.0
83	1524.271	329.1	0.0	52.5	0.0
84	1540.000	522.4	0.0	92.3	0.0
85	1560.000	466.7	0.0	100.7	0.0

86	1580.000	330.6	0.0	97.2	0.0
87	1600.000	191.4	0.0	84.2	0.0
88	1615.817	67.2	0.0	45.9	0.0
89	1620.000	69.5	0.0	55.2	0.0
90	1640.000	67.7	0.0	90.1	0.0
91	1660.000	96.9	0.0	91.3	0.0
92	1680.000	210.3	0.0	94.7	0.0
93	1700.000	398.0	0.0	98.9	0.0
94	1720.000	630.5	0.0	103.0	0.0
95	1740.000	596.8	0.0	102.8	0.0
96	1760.000	464.8	0.0	99.9	0.0
97	1780.000	318.6	0.0	96.3	0.0
98	1800.000	196.2	0.0	93.3	0.0
99	1820.000	123.7	0.0	91.5	0.0
100	1840.000	80.8	0.0	90.4	0.0
101	1860.000	82.3	0.0	90.5	0.0
102	1880.000	126.9	0.0	91.6	0.0
103	1900.000	183.0	0.0	93.0	0.0
104	1920.000	237.1	0.0	94.3	0.0
105	1940.000	290.5	0.0	95.6	0.0
106	1960.000	365.3	0.0	97.4	0.0
107	1980.000	437.6	0.0	99.1	0.0
108	2000.000	491.5	0.0	100.4	0.0
109	2020.000	516.6	0.0	101.0	0.0
110	2040.000	511.4	0.0	100.9	0.0
111	2060.000	487.9	0.0	100.2	0.0
112	2080.000	436.2	0.0	99.0	0.0
113	2100.000	364.7	0.0	97.4	0.0
114	2120.000	299.7	0.0	95.9	0.0
115	2140.000	246.6	0.0	94.7	0.0
116	2160.000	206.9	0.0	93.7	0.0
117	2180.000	156.4	0.0	92.4	0.0
118	2200.000	104.0	0.0	91.1	0.0
119	2220.000	73.0	0.0	90.3	0.0
120	2240.000	69.1	0.0	90.1	0.0
121	2260.000	83.2	0.0	90.6	0.0
122	2280.000	129.9	0.0	91.7	0.0
123	2300.000	203.9	0.0	93.5	0.0
124	2320.000	273.8	0.0	95.2	0.0
125	2340.000	350.6	0.0	97.3	0.0
126	2360.000	444.6	0.0	99.3	0.0
127	2380.000	491.7	0.0	100.2	0.0
128	2400.000	498.6	0.0	100.6	0.0
129	2420.000	503.7	0.0	100.8	0.0

130	2440.000	503.1	0.0	100.7	0.0
131	2460.000	471.4	0.0	99.9	0.0
132	2480.000	375.8	0.0	97.7	0.0
133	2500.000	258.4	0.0	94.8	0.0
134	2520.000	137.7	0.0	91.9	0.0
135	2540.000	67.9	0.0	90.1	0.0
136	2560.000	57.1	0.0	89.9	0.0
137	2580.000	78.8	0.0	90.6	0.0
138	2600.000	179.8	0.0	93.2	0.0
139	2620.000	275.8	0.0	95.2	0.0
140	2640.000	375.6	0.0	97.6	0.0
141	2660.000	474.4	0.0	100.4	0.0
142	2680.000	580.1	0.0	102.7	0.0
143	2700.000	666.9	0.0	104.0	0.0
144	2720.000	758.8	0.0	106.1	0.0
145	2740.000	822.4	0.0	107.6	0.0
146	2760.000	865.3	0.0	108.1	0.0
147	2780.000	877.0	0.0	109.2	0.0
148	2800.000	789.4	0.0	106.4	0.0
149	2820.000	682.5	0.0	104.7	0.0
150	2840.000	529.3	0.0	100.6	0.0
151	2860.000	502.4	0.0	100.8	0.0
152	2880.000	442.5	0.0	99.1	0.0
153	2900.000	337.6	0.0	96.5	0.0
154	2920.000	183.6	0.0	63.0	0.0
155	2926.500				
156	2940.000				
157	2960.000				
158	2980.000				
159	3000.000				
160	3020.000				
161	3040.000				
162	3046.500				
163	3060.000	148.7	0.0	77.7	0.0
164	3080.000	214.8	45.4	101.0	0.0
165	3100.000	257.8	0.0	92.6	0.0
166	3120.000	0.2	169.3	55.7	0.0
167	3121.438	0.2	151.8	51.9	0.0
168	3140.000	2.9	113.2	95.6	0.0
169	3160.000	109.4	0.0	93.6	0.0
170	3180.000	244.0	0.0	95.3	0.0
171	3200.000	395.6	0.0	98.5	0.0
172	3220.000	372.1	0.0	67.6	0.0
173	3226.414	386.8	0.0	51.5	0.0

174	3240.000	646.3	0.0	88.9	0.0
175	3260.000	854.2	0.0	108.8	0.0
176	3280.000	720.7	0.0	106.7	0.0
177	3300.000	617.8	0.0	104.3	0.0
178	3320.000	347.9	0.0	64.2	0.0
179	3325.139	263.9	0.0	50.8	0.0
180	3340.000	401.2	0.0	87.5	0.0
181	3360.000	353.0	0.0	98.0	0.0
182	3380.000	251.9	0.0	95.6	0.0
183	3400.000	207.0	0.0	94.1	0.0
184	3420.000	104.1	0.0	69.2	0.0
185	3430.115	45.9	0.0	45.4	0.0
186	3440.000	60.3	0.0	67.7	0.0
187	3460.000	77.2	0.0	90.5	0.0
188	3480.000	46.8	0.5	89.7	0.0
189	3500.000	58.4	0.0	89.8	0.0
190	3520.000	116.0	0.0	91.4	0.0
191	3540.000	178.5	0.0	93.1	0.0
192	3560.000	169.0	0.0	70.4	0.0
193	3569.936	116.0	0.0	47.1	0.0
194	3580.000	183.2	0.0	71.1	0.0
195	3600.000	269.6	0.0	95.4	0.0
196	3620.000	300.9	0.0	96.3	0.0
197	3640.000	334.8	0.0	97.3	0.0
198	3660.000	395.1	0.0	97.7	0.0
199	3679.448	237.4	0.0	50.4	0.0
200	3680.000	244.6	0.0	51.8	0.0
201	3700.000	489.4	0.0	101.2	0.0
202	3720.000	226.6	0.0	54.2	0.0
203	3721.806	202.2	0.0	49.6	0.0
204	3740.000	246.5	0.0	91.2	0.0
205	3760.000	162.0	0.0	93.0	0.0
206	3780.000	140.1	0.0	92.4	0.0
207	3800.000	191.2	0.0	93.5	0.0
208	3820.000	238.9	0.0	75.2	0.0
209	3831.318	180.0	0.0	48.6	0.0
210	3840.000	268.1	0.0	70.0	0.0
211	3860.000	371.6	0.0	97.6	0.0
212	3880.000	351.9	0.0	97.1	0.0
213	3900.000	298.6	0.0	95.9	0.0
214	3920.000	243.6	0.0	94.6	0.0
215	3940.000	107.2	0.0	52.4	0.0
216	3942.483	92.8	0.0	46.5	0.0
217	3960.000	150.5	0.0	86.7	0.0

218	3980.000	87.9	0.0	90.6	0.0
219	4000.000	0.1	41.3	84.3	0.0
220	4020.000	11.0	28.5	92.9	0.0
221	4040.000	10.6	28.8	94.1	0.0
222	4060.000	5.9	9.5	48.7	0.0
223	4062.483	7.3	6.7	43.8	0.0
224	4080.000	54.6	0.5	84.2	0.0
225	4100.000	114.5	0.0	91.3	0.0
226	4120.000	177.8	0.0	92.9	0.0
227	4140.000	271.3	0.0	95.2	0.0
228	4160.000	389.6	0.0	98.0	0.0
229	4180.000	442.4	0.0	99.2	0.0
230	4200.000	473.7	0.0	99.9	0.0
231	4220.000	501.2	0.0	100.5	0.0
232	4240.000	530.1	0.0	101.3	0.0
233	4260.000	517.0	0.0	101.0	0.0
234	4280.000	486.2	0.0	100.3	0.0
235	4300.000	383.8	0.0	98.0	0.0
236	4320.000	255.2	0.0	94.9	0.0
237	4340.000	159.4	0.0	92.4	0.0
238	4360.000	84.4	0.0	90.4	0.0
239	4380.000	1.9	46.0	90.5	0.0
240	4400.000	1.4	139.9	100.5	0.0
241	4420.000	2.5	49.4	92.8	0.0
242	4440.000	56.0	0.6	89.8	0.0
243	4460.000	162.7	0.0	92.5	0.0
244	4480.000	255.1	0.0	94.8	0.0
245	4500.000	409.8	0.0	98.5	0.0
246	4520.000	679.6	0.0	104.6	0.0
247	4540.000	983.6	0.0	110.9	0.0
248	4560.000	1404.2	0.0	119.4	0.0
249	4580.000	1966.3	0.0	130.0	0.0
250	4600.000	2705.0	0.0	142.7	0.0
251	4620.000	3608.8	0.0	156.9	0.0
252	4640.000	4437.5	0.0	157.3	0.0
253	4660.000	3391.3	0.0	104.3	0.0
254	4666.800				
255	4680.000				
256	4695.734				
257	4700.000	3190.0	0.0	106.1	0.0
258	4720.000	4648.8	0.0	171.4	0.0
259	4740.000	3365.4	0.0	153.2	0.0
260	4760.000	2242.1	0.0	135.0	0.0
261	4780.000	1355.7	0.0	118.6	0.0



Volumes terrassement

262	4800.000	669.5	0.0	104.4	0.0
263	4820.000	133.7	0.0	91.8	0.0
264	4840.000	0.4	306.7	104.4	0.0
265	4860.000	0.4	727.1	113.4	0.0
266	4880.000	0.4	974.3	111.1	0.0
267	4896.844	0.2	570.2	53.4	0.0
		120680	3450	23592	0



VOLUMES CHAUSSEE						
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000					
2	20.000					
3	28.929					
4	40.000	56.3	35.6	15.2	33.0	15.8
5	60.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
6	80.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
7	100.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
8	120.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
9	140.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
10	160.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
11	180.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
12	200.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
13	220.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
14	240.000	72.5	45.9	19.6	42.4	20.4
15	260.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
16	280.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
17	300.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
18	320.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
19	340.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
20	360.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
21	380.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
22	400.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
23	420.000	72.5	45.9	19.6	42.2	20.4
24	440.000	72.5	45.9	19.6	41.2	20.4
25	460.000	72.5	45.9	19.6	42.1	20.4
26	480.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
27	500.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
28	520.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
29	540.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
30	560.000	67.2	42.5	18.2	39.4	18.9
31	577.065	36.2	22.9	9.8	21.3	10.2
32	580.000	41.6	26.3	11.2	24.3	11.7
33	600.000	72.5	45.9	19.6	42.1	20.4
34	620.000	72.5	45.9	19.6	42.1	20.4
35	640.000	72.5	45.9	19.6	41.8	20.4
36	660.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
37	680.000	67.2	42.5	18.2	39.4	18.9
38	697.065	36.2	22.9	9.8	21.2	10.2
39	700.000	41.6	26.3	11.2	24.4	11.7
40	720.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
41	740.000	72.5	45.9	19.6	41.9	20.4



42	760.000	72.5	45.9	19.6	40.7	20.4
43	780.000	72.5	45.9	19.6	39.5	20.4
44	800.000	72.5	45.9	19.6	39.4	20.4
45	820.000	72.5	45.9	19.6	40.9	20.4
46	840.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
47	860.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
48	880.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
49	900.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
50	920.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
51	940.000	38.1	24.1	10.3	22.3	10.7
52	941.022	36.2	22.9	9.8	21.2	10.2
53	960.000	70.6	44.7	19.1	41.4	20.4
54	980.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
55	1000.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
56	1020.000	59.0	37.4	16.0	34.6	17.4
57	1032.568	36.2	22.9	9.8	21.2	10.7
58	1040.000	49.7	31.5	13.4	29.1	14.7
59	1060.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
60	1080.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
61	1100.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
62	1120.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
63	1140.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
64	1160.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
65	1180.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
66	1200.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
67	1220.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
68	1240.000	72.5	45.9	19.6	42.4	21.4
69	1260.000	72.5	45.9	19.6	41.2	21.4
70	1280.000	72.5	45.9	19.6	39.7	21.4
71	1300.000	72.5	45.9	19.6	36.9	21.4
72	1320.000	72.5	45.9	19.6	39.3	21.4
73	1340.000	72.5	45.9	19.6	41.3	21.4
74	1360.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
75	1380.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
76	1400.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
77	1420.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
78	1440.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
79	1460.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
80	1480.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
81	1500.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
82	1520.000	44.0	27.9	11.9	25.8	13.0
83	1524.271	36.2	22.9	9.8	21.2	10.7
84	1540.000	64.8	41.0	17.5	38.0	19.1
85	1560.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4

86	1580.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
87	1600.000	64.9	41.1	17.6	38.1	18.6
88	1615.817	36.2	22.9	9.8	21.2	10.2
89	1620.000	43.8	27.7	11.8	25.5	12.3
90	1640.000	72.5	45.9	19.6	41.4	20.4
91	1660.000	72.5	45.9	19.6	42.4	20.4
92	1680.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
93	1700.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
94	1720.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
95	1740.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
96	1760.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
97	1780.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
98	1800.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
99	1820.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
100	1840.000	72.5	45.9	19.6	42.0	20.4
101	1860.000	72.5	45.9	19.6	42.0	20.4
102	1880.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
103	1900.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
104	1920.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
105	1940.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
106	1960.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
107	1980.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
108	2000.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
109	2020.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
110	2040.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
111	2060.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
112	2080.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
113	2100.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
114	2120.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
115	2140.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
116	2160.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
117	2180.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
118	2200.000	72.5	45.9	19.6	42.4	20.4
119	2220.000	72.5	45.9	19.6	41.8	20.4
120	2240.000	72.5	45.9	19.6	41.7	20.4
121	2260.000	72.5	45.9	19.6	42.1	20.4
122	2280.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
123	2300.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
124	2320.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
125	2340.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
126	2360.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
127	2380.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
128	2400.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
129	2420.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4

130	2440.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
131	2460.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
132	2480.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
133	2500.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
134	2520.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
135	2540.000	72.5	45.9	19.6	41.7	20.4
136	2560.000	72.5	45.9	19.6	41.4	20.4
137	2580.000	72.5	45.9	19.6	42.1	20.4
138	2600.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
139	2620.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
140	2640.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
141	2660.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
142	2680.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
143	2700.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
144	2720.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
145	2740.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
146	2760.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
147	2780.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
148	2800.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
149	2820.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
150	2840.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
151	2860.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
152	2880.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
153	2900.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
154	2920.000	48.0	30.4	13.0	28.2	13.5
155	2926.500					
156	2940.000					
157	2960.000					
158	2980.000					
159	3000.000					
160	3020.000					
161	3040.000					
162	3046.500					
163	3060.000	60.7	38.4	16.4	35.6	17.0
164	3080.000	72.5	45.9	19.6	36.9	20.4
165	3100.000	72.5	45.9	19.6	42.0	20.4
166	3120.000	38.8	24.6	10.5	16.7	10.9
167	3121.438	36.2	22.9	9.8	15.6	10.2
168	3140.000	69.9	44.2	18.9	30.1	20.1
169	3160.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
170	3180.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
171	3200.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
172	3220.000	47.9	30.3	12.9	28.1	14.1
173	3226.414	36.2	22.9	9.8	21.2	10.7

174	3240.000	60.9	38.5	16.5	35.7	18.0
175	3260.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
176	3280.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
177	3300.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
178	3320.000	45.6	28.8	12.3	26.7	13.5
179	3325.139	36.2	22.9	9.8	21.2	10.7
180	3340.000	63.2	40.0	17.1	37.0	18.7
181	3360.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
182	3380.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
183	3400.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
184	3420.000	54.6	34.5	14.8	32.0	15.5
185	3430.115	36.2	22.9	9.8	21.0	10.2
186	3440.000	54.1	34.3	14.6	31.3	15.2
187	3460.000	72.5	45.9	19.6	41.7	20.4
188	3480.000	72.5	45.9	19.6	41.0	20.4
189	3500.000	72.5	45.9	19.6	41.4	20.4
190	3520.000	72.5	45.9	19.6	42.4	20.4
191	3540.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
192	3560.000	54.2	34.3	14.7	31.8	15.2
193	3569.936	36.2	22.9	9.8	21.2	10.2
194	3580.000	54.5	34.5	14.7	31.9	15.4
195	3600.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.8
196	3620.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.3
197	3640.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
198	3660.000	71.5	45.3	19.3	41.9	21.1
199	3679.448	36.2	22.9	9.8	21.2	10.7
200	3680.000	37.2	23.6	10.1	21.8	11.0
201	3700.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
202	3720.000	39.5	25.0	10.7	23.2	11.7
203	3721.806	36.2	22.9	9.8	21.2	10.7
204	3740.000	69.2	43.8	18.7	40.6	20.4
205	3760.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.4
206	3780.000	72.5	45.9	19.6	42.5	21.3
207	3800.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.8
208	3820.000	56.7	35.9	15.3	33.3	16.0
209	3831.318	36.2	22.9	9.8	21.2	10.2
210	3840.000	52.0	32.9	14.1	30.5	14.6
211	3860.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
212	3880.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
213	3900.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
214	3920.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
215	3940.000	40.7	25.8	11.0	23.9	11.4
216	3942.483	36.2	22.9	9.8	21.2	10.2
217	3960.000	68.0	43.0	18.4	39.9	19.1

218	3980.000	72.5	45.9	19.6	42.1	20.4
219	4000.000	72.5	45.9	19.6	30.4	20.4
220	4020.000	72.5	45.9	19.6	35.4	20.4
221	4040.000	72.5	45.9	19.6	35.9	20.4
222	4060.000	40.7	25.8	11.0	19.9	11.4
223	4062.483	36.2	22.9	9.8	18.6	10.2
224	4080.000	68.0	43.0	18.4	38.6	19.1
225	4100.000	72.5	45.9	19.6	42.3	20.4
226	4120.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
227	4140.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
228	4160.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
229	4180.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
230	4200.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
231	4220.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
232	4240.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
233	4260.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
234	4280.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
235	4300.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
236	4320.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
237	4340.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
238	4360.000	72.5	45.9	19.6	41.9	20.4
239	4380.000	72.5	45.9	19.6	31.9	20.4
240	4400.000	72.5	45.9	19.6	31.2	20.4
241	4420.000	72.5	45.9	19.6	34.2	20.4
242	4440.000	72.5	45.9	19.6	41.1	20.4
243	4460.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
244	4480.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
245	4500.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
246	4520.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
247	4540.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
248	4560.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
249	4580.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
250	4600.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
251	4620.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
252	4640.000	72.5	45.9	19.6	41.9	20.4
253	4660.000	48.6	30.7	13.1	27.8	13.6
254	4666.800					
255	4680.000					
256	4695.734					
257	4700.000	44.0	27.8	11.9	25.8	12.3
258	4720.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
259	4740.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
260	4760.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
261	4780.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4



Volumes chaussée

262	4800.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
263	4820.000	72.5	45.9	19.6	42.5	20.4
264	4840.000	72.5	45.9	19.6	31.2	20.4
265	4860.000	72.5	45.9	19.6	31.2	20.4
266	4880.000	66.8	42.2	18.1	28.8	18.7
267	4896.844	30.5	19.3	8.3	13.1	8.6
		17024	10773	4604	9810	4839

GIRATOIRE 2

AXE 1					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	330640.532	393769.607
D11	GIS = 71.372g	31.866			
			31.866	330669.230	393783.459
C11	XC= 330660.536				
	YC= 393801.471				
	R = 20.000	15.555			
			47.421	330679.369	393794.737
C12	XC= 330698.202				
	YC= 393788.003				
	R = -20.001	2.785			
			50.205	330680.486	393797.285
C13	XC= 330667.199				
	YC= 393804.247				
	R = 15.000	10.897			
			61.103	330681.755	393807.869
D12	GIS = 384.473g	6.738			
			67.840	330680.128	393814.407
C14	XC= 330602.502				
	YC= 393795.091				
	R = 79.993	15.810			
			83.650	330674.824	393829.273
D13	GIS = 371.891g	12.698			
			96.348	330669.398	393840.754
LONGUEUR DE L'AXE		96.348			

AXE 2					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	330748.606	393821.770
D21	GIS = 271.373g	34.134			
			34.134	330717.866	393806.933
C21	XC= 330711.346				
	YC= 393820.442				
	R = -15.000	12.520			
			46.654	330705.712	393806.540
C22	XC= 330698.201				
	YC= 393788.003				
	R = 20.001	2.814			
			49.467	330703.039	393807.410
C23	XC= 330707.877				



	YC= 393826.816				
	R = -20.000	15.952			
			65.419	330690.609	393816.724
D22	GIS = 366.329g	18.383			
			83.802	330681.334	393832.596
C24	XC= 330750.401				
	YC= 393872.961				
	R = -79.998	6.989			
			90.791	330678.075	393838.776
D23	GIS = 371.891g	5.496			
			96.288	330675.726	393843.745
LONGUEUR DE L'AXE		96.288			

AXE 3					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	330755.871	393806.400
D31	GIS = 271.372g	31.866			
			31.866	330727.173	393792.549
C31	XC= 330735.867				
	YC= 393774.537				
	R = 20.000	15.555			
			47.421	330717.034	393781.270
C32	XC= 330698.201				
	YC= 393788.004				
	R = -20.001	2.785			
			50.205	330715.917	393778.722
C33	XC= 330729.204				
	YC= 393771.760				
	R = 15.000	10.898			
			61.103	330714.648	393768.138
D32	GIS = 184.472g	6.737			
			67.841	330716.275	393761.600
C34	XC= 330793.916				
	YC= 393780.922				
	R = 80.009	15.812			
			83.653	330721.580	393746.731
D33	GIS = 171.891g	12.696			
			96.348	330727.005	393735.254
LONGUEUR DE L'AXE		96.348			

AXE 4					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	330647.797	393754.237



D41	GIS = 71.373g	34.134			
			34.134	330678.537	393769.074
C41	XC= 330685.058				
	YC= 393755.565				
	R = -15.000	12.520			
			46.654	330690.691	393769.468
C42	XC= 330698.202				
	YC= 393788.005				
	R = 20.001	2.814			
			49.467	330693.364	393768.598
C43	XC= 330688.526				
	YC= 393749.191				
	R = -20.000	15.952			
			65.419	330705.794	393759.283
D42	GIS = 166.329g	18.383			
			83.802	330715.069	393743.412
C44	XC= 330646.002				
	YC= 393703.046				
	R = -79.998	6.989			
			90.791	330718.328	393737.231
D43	GIS = 171.891g	5.496			
			96.288	330720.677	393732.262
LONGUEUR DE L'AXE		96.288			

AXE ILOT					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	330689.889	393797.998
C1	XC= 330698.202				
	YC= 393788.004				
	R = -13.000	81.681			
			81.681	330689.889	393797.998
LONGUEUR DE L'AXE		81.681			

GIRATOIRE 2

AXE 1				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	77.700
D1	PENTE= 1.031 %	42.060		
			42.060	78.133
PR1	S= 47.2124 Z= 78.1600			
	R = -500.00	5.153		
			47.212	78.160
D2	PENTE= 0.000 %	0.858		
			48.070	78.160
PR2	S= 48.0699 Z= 78.1600			
	R = -500.00	12.613		
			60.683	78.001
D3	PENTE= -2.523 %	35.665		
			96.348	77.101
LONGUEUR DE L'AXE		96.348		

AXE 2				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	77.900
D1	PENTE= -0.572 %	40.838		
			40.838	77.667
PR1	S= 43.1245 Z= 77.6600			
	R = 400.00	2.287		
			43.124	77.660
D2	PENTE= 0.000 %	4.927		
			48.052	77.660
PR2	S= 48.0518 Z= 77.6600			
	R = -500.00	12.642		
			60.694	77.500
D3	PENTE= -2.528 %	35.594		
			96.288	76.600
LONGUEUR DE L'AXE		96.288		

AXE 3				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	77.600
D1	PENTE= -0.572 %	40.542		
			40.542	77.368
PR1	S= 43.4007 Z= 77.3600			
	R = 500.00	2.859		
			43.401	77.360



Profil en long

D2	PENTE= 0.000 %	2.634		
			46.034	77.360
PR2	S= 46.0342 Z= 77.3600			
	R = -900.00	11.282		
			57.316	77.289
D3	PENTE= -1.254 %	39.032		
			96.348	76.800
LONGUEUR DE L'AXE 96.348				

AXE 4				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	79.100
D1	PENTE= 0.134 %	44.434		
			44.434	79.160
PR1	S= 44.8376 Z= 79.1600			
	R = -300.00	0.403		
			44.838	79.160
D2	PENTE= 0.000 %	5.579		
			50.417	79.160
PR2	S= 50.4168 Z= 79.1600			
	R = -200.00	2.510		
			52.926	79.144
D3	PENTE= -1.255 %	43.361		
			96.288	78.600
LONGUEUR DE L'AXE 96.288				

AXE ILOT				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	77.800
D1	PENTE= 0.000 %	81.681		
			81.681	77.800
LONGUEUR DE L'AXE 81.681				



GIRATOIRE 2

AXE 1					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	37,7	0	10,4	0
2	10	93,5	0	21,4	0
3	20	112,2	0	21,9	0
4	30	63,1	0	12,8	0
5	31,866	42,8	0	8,9	0
6	40	50,2	0	13,6	0
7	47,421	26,5	0	8,4	0
8	50	6,3	0	2	0
9	50,205	21,5	0	7,3	0
10	60	14,7	0	7,7	0
11	61,103	9	0	5	0
12	67,84	3,7	0	5,4	0
13	70	2,4	0	7,2	0
14	80	0,5	9,2	9,5	0
15	83,65	0,1	8,3	7	0
16	90	0,3	12,2	10	0
17	96,348	0	8,8	5,1	0
		485	39	164	0
AXE 2					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	16	0	9,7	0
2	10	27,8	0	19,3	0
3	20	17,9	0	19,3	0
4	30	2,3	2,4	13,2	0
5	34,134	1	5,2	9,1	0
6	40	0	17,8	11,9	0
7	46,654	0,6	8,4	9	0
8	49,467	0,8	1,6	3,2	0
9	50	1,1	6,4	8,6	0
10	60	1,1	14,1	12,7	0
11	65,419	0	12,2	7,9	0
12	70	0	23,2	11,9	0
13	80	0	33,2	11,7	0
14	83,802	0	27,1	8,5	0



15	90	0	23,1	6,1	0
16	90,791	0	21,4	5,6	0
17	96,288	0	21,7	4,9	0
		69	218	173	0
AXE 3					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	12,5	0	9,7	0
2	10	1,6	19,9	22,7	0
3	20	0	50,4	23,6	0
4	30	0	47	14,6	0
5	31,866	0	36,5	10,1	0
6	40	0	69,7	15,9	0
7	47,421	1	4,8	9	0
8	50	1,6	0	1,8	0
9	50,205	5,8	0	6,9	0
10	60	5	1,8	7,7	0
11	61,103	0,9	1,4	4,5	0
12	67,841	0	29,9	7,9	0
13	70	0	42,6	10,7	0
14	80	0	56,5	11,9	0
15	83,653	0	43	8,9	0
16	90	0	61,3	11,8	0
17	96,348	0	33,2	6	0
		29	498	184	0
AXE 4					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	100,2	0	11,7	0
2	10	209,6	0	23,3	0
3	20	206,1	0	23	0
4	30	129,5	0	16	0
5	34,134	69,4	0	9,3	0
6	40	77,2	0	11,5	0
7	46,654	41	0	8,3	0
8	49,467	11	0	2,6	0
9	50	35,9	0	8,5	0



Volumes terrassement

10	60	102,1	0	14,9	0
11	65,419	44,4	0	8,8	0
12	70	50	0	10,5	0
13	80	40,9	0	9,8	0
14	83,802	27,9	0	6,9	0
15	90	17,9	0	4,8	0
16	90,791	15,9	0	4,3	0
17	96,288	12,3	0	3,7	0
		1191	0	177	0
AXE ILOT					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	0	3,8	10,2	0
2	10	0	15,4	20,4	0
3	20	0	38,9	20,4	0
4	30	0	46,5	20,4	0
5	40	7,7	2,3	20,4	0
6	50	0	84,7	20,4	0
7	60	0	12,5	20,4	0
8	70	11,8	0	20,4	0
9	80	0	2,8	11,9	0
10	81,681	0	0,6	1,7	0
		19	207	167	0

TOTAL

REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1793	962	865	0



GIRATOIRE 2

AXE 1					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	8,8	5,3	2,5	3,9
2	10	17,5	10,5	4,9	7,8
3	20	17,5	10,5	4,9	7,8
4	30	10,4	6,2	2,9	4,6
5	31,866	6,9	4,1	1,9	3,8
6	40	10,9	6,6	3,1	5,8
7	47,421	6,6	4	1,9	3,8
8	50	0	0	0	2,2
9	50,205	5,6	3,4	1,6	3,7
10	60	6,2	3,7	1,7	4
11	61,103	3,5	2,1	1	3
12	67,84	3,9	2,3	1,1	3,5
13	70	5,4	3,3	1,5	4,7
14	80	6,1	3,7	1,7	5,3
15	83,65	4,4	2,6	1,2	3,9
16	90	5,6	3,3	1,6	5
17	96,348	2,8	1,7	0,8	2,5
		122	73	34	75
AXE 2					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	8,8	5,3	2,5	3,9
2	10	17,5	10,5	4,9	7,8
3	20	17,5	10,5	4,9	7,8
4	30	12,4	7,4	3,5	5,5
5	34,134	6,9	4,1	1,9	3,8
6	40	9,1	5,5	2,6	4,6
7	46,654	6,4	3,8	1,8	3,6
8	49,467	0	0	0	2,6
9	50	5,8	3,5	1,6	3,9
10	60	8,5	5,1	2,4	5,8
11	65,419	4,6	2,8	1,3	3,8
12	70	6,4	3,8	1,8	5,7
13	80	6	3,6	1,7	5,4
14	83,802	4,4	2,7	1,2	3,9



15	90	3,1	1,9	0,9	2,7
16	90,791	2,8	1,7	0,8	2,5
17	96,288	2,4	1,4	0,7	2,1
		123	73	34	75

AXE 3

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	8,8	5,3	2,5	3,9
2	10	17,5	10,5	4,9	7,8
3	20	17,5	10,5	4,9	7,8
4	30	10,4	6,2	2,9	4,6
5	31,866	6,9	4,1	1,9	3,8
6	40	10,9	6,6	3,1	5,8
7	47,421	6,6	4	1,9	3,8
8	50	1,3	0,8	0,4	1,1
9	50,205	5,6	3,4	1,6	3,7
10	60	6,2	3,7	1,7	4
11	61,103	3,5	2,1	1	3
12	67,841	3,9	2,3	1,1	3,5
13	70	5,4	3,3	1,5	4,7
14	80	6,1	3,7	1,7	5,3
15	83,653	4,4	2,6	1,2	3,9
16	90	5,6	3,3	1,6	5
17	96,348	2,8	1,7	0,8	2,5
		123	74	35	74

AXE 4

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	8,8	5,3	2,5	3,9
2	10	17,5	10,5	4,9	7,8
3	20	17,5	10,5	4,9	7,8
4	30	12,4	7,4	3,5	5,5
5	34,134	6,9	4,1	1,9	3,8
6	40	9,1	5,5	2,6	4,6
7	46,654	6,4	3,8	1,8	3,6
8	49,467	1,9	1,1	0,5	1,3
9	50	7,4	4,4	2,1	3,9
10	60	10,8	6,5	3	5,8



11	65,419	6,7	4	1,9	3,8
12	70	6,4	3,8	1,8	5,7
13	80	6	3,6	1,7	5,4
14	83,802	4,4	2,7	1,2	3,9
15	90	3,1	1,9	0,9	2,7
16	90,791	2,8	1,7	0,8	2,5
17	96,288	2,4	1,4	0,7	2,1
		131	78	37	74

AXE ILOT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	13,1	7,8	3,7	0
2	10	26,2	15,8	7,2	0
3	20	26,2	15,7	7,3	0
4	30	26,2	15,7	7,3	0
5	40	26,2	15,7	7,3	0
6	50	26,2	15,7	7,3	0
7	60	26,2	15,7	7,3	0
8	70	26,2	15,7	7,3	0
9	80	15,3	9,2	4,3	0
10	81,681	2,2	1,3	0,6	0
		214	128	60	0

TOTAL

FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
713	426	200	298



GIRATOIRE 4

AXE 1					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	332311.741	393025.775
D1	GIS = 139.535g	36.249			
			36.249	332341.221	393004.683
C1	XC= 332411.047				
	YC= 393102.282				
	R = 120.005	3.491			
			39.740	332344.090	393002.693
D2	GIS = 137.683g	0.320			
			40.060	332344.356	393002.515
C2	XC= 332356.629				
	YC= 393020.770				
	R = 21.997	20.875			
			60.935	332364.318	393000.160
C3	XC= 332374.802				
	YC= 392972.056				
	R = -29.996	27.008			
			87.943	332390.309	392997.733
C4	XC= 332398.063				
	YC= 393010.571				
	R = 14.998	12.727			
			100.670	332402.570	392996.266
D3	GIS = 80.567g	11.650			
			112.320	332413.682	392999.768
LONGUEUR DE L'AXE		112.320			

AXE 2					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	332425.914	392993.948
D1	GIS = 262.685g	13.730			
			13.730	332414.476	392986.354
C1	XC= 332426.645				
	YC= 392968.026				
	R = 22.000	19.957			
			33.687	332404.712	392969.729
C2	XC= 332374.803				
	YC= 392972.051				
	R = -29.999	20.179			
			53.866	332396.749	392951.599
C3	XC= 332407.723				



	YC= 392941.373				
	R = 14.999	13.446			
			67.313	332392.883	392939.187
D2	GIS = 190.688g	0.665			
			67.978	332392.980	392938.529
LONGUEUR DE L'AXE		67.978			

AXE 3					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	332383.513	392916.936
D1	GIS = 382.013g	9.062			
			9.062	332380.987	392925.639
C2	XC= 332265.695				
	YC= 392892.169				
	R = 120.052	3.525			
			12.588	332379.954	392929.009
D2	GIS = 380.144g	0.286			
			12.873	332379.867	392929.281
C3	XC= 332358.920				
	YC= 392922.527				
	R = 22.009	20.874			
			33.747	332365.643	392943.484
C4	XC= 332374.824				
	YC= 392972.100				
	R = -30.052	7.149			
			40.896	332359.158	392946.453
C5	XC= 332351.336				
	YC= 392933.647				
	R = 15.007	12.730			
			53.627	332346.902	392947.983
D3	GIS = 280.905g	11.646			
			65.273	332335.775	392944.542
C6	XC= 332371.231				
	YC= 392829.901				
	R = 119.998	23.225			
			88.498	332314.387	392935.582
D4	GIS = 268.583g	19.776			
			108.274	332296.971	392926.214
LONGUEUR DE L'AXE		108.274			

AXE 4					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y



			0.000	332293.655	392932.379
D1	GIS = 68.583g	10.000			
			10.000	332302.462	392937.116
C2	XC= 332245.622				
	YC= 393042.790				
	R = 119.991	10.483			
			20.483	332311.465	392942.478
D2	GIS = 63.022g	28.214			
			48.697	332335.052	392957.960
C3	XC= 332322.980				
	YC= 392976.352				
	R = 22.000	19.957			
			68.654	332344.905	392974.533
C4	XC= 332329.947				
	YC= 392975.774				
	R = 15.009	13.453			
			82.107	332340.258	392986.681
D3	GIS = 348.212g	0.661			
			82.768	332339.777	392987.135
C6	XC= 332257.416				
	YC= 392900.013				
	R = 119.890	16.341			
			99.109	332327.175	392997.519
D4	GIS = 339.535g	28.994			
			128.103	332303.595	393014.389
LONGUEUR DE L'AXE			128.103		

AXE ILOT					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	332371.624	392993.821
C1	XC= 332374.802				
	YC= 392972.052				
	R = -22.000	138.230			
			138.230	332371.624	392993.821
LONGUEUR DE L'AXE			138.230		

GIRATOIRE 4

AXE 1				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	86.800
D1	PENTE= 1.680 %	29.000		
			29.000	87.287
PR1	S= 71.0000 Z= 87.6400			
	R = -2500.00	42.000		
			71.000	87.640
D2	PENTE= 0.000 %	41.320		
			112.320	87.640
LONGUEUR DE L'AXE 112.320				

AXE 2				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	88.700
PR1	S= 0.0898 Z= 88.7000			
	R = -300.00	13.899		
			13.899	88.382
D2	PENTE= -4.603 %	4.617		
			18.516	88.170
PR2	S= 41.5303 Z= 87.6400			
	R = 500.00	23.015		
			41.530	87.640
D3	PENTE= 0.000 %	26.447		
			67.978	87.640
LONGUEUR DE L'AXE 67.978				

AXE 3				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	88.000
D1	PENTE= -1.800 %	14.600		
			14.600	87.737
PR1	S= 25.4000 Z= 87.6400			
	R = 600.00	10.800		
			25.400	87.640
D2	PENTE= 0.000 %	14.327		
			39.727	87.640
PR2	S= 39.7266 Z= 87.6400			
	R = -800.00	0.547		
			40.273	87.640



Profil en long

D3	PENTE= -0.068 %	48.078		
			88.352	87.607
PR3	S= 88.6934 Z= 87.6068			
	R = 500.00	19.923		
			108.274	87.990
LONGUEUR DE L'AXE 108.274				

AXE 4				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	87.000
D1	PENTE= -0.258 %	80.091		
			80.091	86.794
PR1	S= 82.6678 Z= 86.7903			
	R = 1000.00	19.818		
			99.909	86.939
D2	PENTE= 1.724 %	17.614		
			117.523	87.243
PR2	S= 131.3160 Z= 87.3615			
	R = -800.00	6.655		
			124.179	87.330
D3	PENTE= 0.892 %	3.925		
			128.103	87.365
LONGUEUR DE L'AXE 128.103				

AXE ILOT				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	87.831
D1	PENTE= 0.000 %	138.230		
			138.230	87.831
LONGUEUR DE L'AXE 138.230				

GIRATOIRE 4

AXE 1					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	39,7	0	10,3	0
2	10	86,2	0	20,7	0
3	20	90,8	0	20,9	0
4	30	85,4	0	17,4	0
5	36,249	41,2	0	8,5	0
6	39,74	15,9	0	3,2	0
7	40	1,3	0	0,3	0
8	40,06	39,7	0	8,8	0
9	50	83,4	0	17,8	0
10	60	45,1	0	9,7	0
11	60,935	39,2	0	8,6	0
12	70	59,8	0	15	0
13	80	26,6	0	11,6	0
14	87,943	8,2	0	6,5	0
15	90	7,7	0	8,2	0
16	100	0,4	13,3	8,6	0
17	100,67	0,4	11,3	7,8	0
18	110	0,4	12,5	9,2	0
19	112,32	0,2	2	1,8	0
		671	39	195	0
AXE 2					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	11	0	0	0
2	10	6,2	0	0	0
3	13,73	1,5	1	0	0
4	20	0,6	14,5	0	0
5	30	0	26,3	0	0
6	33,687	0	19,7	0	0
7	40	0	26,8	0	0
8	50	0,4	8,6	0	0
9	53,866	0,4	8,6	0	0
10	60	0,8	7,1	0	0
11	67,313	1,2	1,2	0	0
12	67,978	0,1	0	0	0
		23	114	0	0

AXE 3					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	33,3	0	0	0
2	9,062	23,3	0	0	0
3	10	7,8	0	0	0
4	12,588	5,2	0	0	0
5	12,873	10,7	0	0	0
6	20	13,3	0	0	0
7	30	12,8	0	0	0
8	33,747	9,7	0	0	0
9	40	4,7	0	0	0
10	40,896	6,4	0	0	0
11	50	2,2	2,6	0	0
12	53,627	2,5	0	0	0
13	60	6,6	0	0	0
14	65,273	8,1	0	0	0
15	70	14,9	0	0	0
16	80	26	0	0	0
17	88,498	13,1	0	0	0
18	90	14,8	0	0	0
19	100	41	0	0	0
20	108,274	24,3	0	0	0
		281	3	0	0
AXE 4					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	5,5	0	6,1	0
2	10	7,4	0	12	0
3	20	0,5	8,1	8,2	0
4	20,483	0,4	8,8	9,4	0
5	30	1,5	7,9	14	0
6	40	0,4	28,4	17,7	0
7	48,697	0	27,9	9,8	0
8	50	0	34,5	11	0
9	60	0	60,1	18,1	0
10	68,654	0,6	20,7	12	0
11	70	0,8	19,7	13,6	0



12	80	13,3	0	13,2	0
13	82,107	3,5	0	2,9	0
14	82,768	9,6	0	7,7	0
15	90	32,1	0	16,2	0
16	99,109	33,2	0	10,3	0
17	100	37,4	0	11,1	0
18	110	100,6	0	21,2	0
19	120	112,5	0	19,7	0
20	128,103	55	0	8,9	0
		414	216	243	0

AXE ILOT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0	24.3	0.0	0.0	0
2	10	15.2	0.0	0.0	0
3	20	0.3	13.3	0.0	0
4	30	0.0	56.0	0.0	0
5	40	0.0	44.2	0.0	0
6	50	0.0	27.2	0.0	0
7	60	0.0	12.0	0.0	0
8	70	1.7	0.7	0.0	0
9	80	21.9	0.0	0.0	0
10	90	0.0	11.3	0.0	0
11	100	0.0	21.9	0.0	0
12	110	24.9	0.0	0.0	0
13	120	62.8	0.0	0.0	0
14	130	66.1	0.0	0.0	0
15	138,23	20.0	0.0	0.0	0
		237	186	0	0

TOTAL

REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1626	558	438	0

GIRATOIRE 4

AXE 1					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	8,8	5,3	2,5	3,9
2	10	17,5	10,5	4,9	7,8
3	20	17,5	10,5	4,9	7,8
4	30	14,2	8,5	4	6,4
5	36,249	6,1	3,7	1,7	3,8
6	39,74	2,4	1,4	0,7	1,5
7	40	0,2	0,1	0,1	0,1
8	40,06	7	4,2	1,9	3,8
9	50	13,9	8,3	3,9	7,5
10	60	7,6	4,6	2,1	4,1
11	60,935	5,8	3,5	1,6	4
12	70	0	0	0	15,4
13	80	0	0	0	14,4
14	87,943	4,9	2,9	1,4	4
15	90	6,8	4,1	1,9	4,4
16	100	6	3,6	1,7	3,9
17	100,67	4,4	2,6	1,2	3,9
18	110	5,1	3,1	1,4	4,6
19	112,32	1	0,6	0,3	0,9
		129	78	36	102
AXE 2					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	4,4	2,6	1,2	3,9
2	10	6	3,6	1,7	5,4
3	13,73	6,7	4	1,9	3,8
4	20	11,3	6,8	3,2	6,1
5	30	9,5	5,7	2,7	5,1
6	33,687	6,2	3,7	1,7	3,9
7	40	0	0	0	13,2
8	50	0	0	0	11,2
9	53,866	6,7	4	1,9	3,8
10	60	9,8	5,9	2,7	4,9
11	67,313	5,8	3,5	1,6	3
12	67,978	0,5	0,3	0,1	0,2

		67	40	19	64
AXE 3					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	8	4,8	2,2	3,5
2	9,062	8,8	5,3	2,5	3,9
3	10	3,2	1,9	0,9	1,4
4	12,588	2,6	1,5	0,7	1,1
5	12,873	5,1	3,1	1,4	2,8
6	20	11,9	7,2	3,3	6,4
7	30	9,6	5,7	2,7	5,2
8	33,747	6,2	3,7	1,7	3,9
9	40	3,3	2	0,9	2,9
10	40,896	5,6	3,3	1,6	3,7
11	50	7,2	4,3	2	4,7
12	53,627	5,2	3,1	1,5	3,8
13	60	5,8	3,5	1,6	4,6
14	65,273	5	3	1,4	3,9
15	70	7,5	4,5	2,1	5,7
16	80	9,4	5,6	2,6	7,2
17	88,498	4,4	2,7	1,2	3,9
18	90	5	3	1,4	4,5
19	100	8	4,8	2,2	7,1
20	108,274	3,6	2,2	1	3,2
		126	75	35	83
AXE 4					
N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	4,4	2,6	1,2	0
2	10	8,8	5,3	2,5	3,9
3	20	4,7	2,8	1,3	7,8
4	20,483	6,3	3,8	1,8	4,1
5	30	12,2	7,3	3,4	3,9
6	40	11,7	7	3,3	7,6
7	48,697	6,3	3,8	1,8	7,3
8	50	7,9	4,7	2,2	3,9
9	60	13	7,8	3,6	4,2
10	68,654	10,2	6,1	2,9	7

11	70	12,2	7,3	3,4	3,7
12	80	13,1	7,8	3,7	4,2
13	82,107	2,9	1,7	0,8	4,5
14	82,768	7,1	4,3	2	1
15	90	14,7	8,8	4,1	3,1
16	99,109	9	5,4	2,5	6,3
17	100	9,5	5,7	2,7	3,9
18	110	17,5	10,5	4,9	4,3
19	120	15,8	9,5	4,4	7,8
20	128,103	7,1	4,3	2	7,1
		194	117	54	3,2

AXE ILOT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0.000	11.8	7.1	3.3	0.0
2	10.000	23.6	14.2	6.6	0.0
3	20.000	23.6	14.2	6.6	0.0
4	30.000	23.6	14.2	6.6	0.0
5	40.000	23.6	14.2	6.6	0.0
6	50.000	23.6	14.2	6.6	0.0
7	60.000	23.6	14.2	6.6	0.0
8	70.000	23.6	14.2	6.6	0.0
9	80.000	23.6	14.2	6.6	0.0
10	90.000	23.6	14.2	6.6	0.0
11	100.000	23.6	14.2	6.6	0.0
12	110.000	23.6	14.2	6.6	0.0
13	120.000	23.6	14.2	6.6	0.0
14	130.000	21.5	12.9	6.0	0.0
15	138.230	9.7	5.8	2.7	0.0
		327	196	92	0

TOTAL

FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME
843	506	236	252,2