

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN

DE TIARET



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Génie Civil

Option : V.O.A

Présenté par :

DAIFALLAH BOUSSEKINE

Sujet du mémoire

ETUDE D'UN CHEMIN COMMUNAL SUR 5KM

Soutenu publiquement ledevant le jury composé de :

Mr, M. MIMOUNI

Président

Mr, G.ABADA

Rapporteur

Mr, D.I.KLOUCHE

Examineur

Mr, A.B.BENYAMINA

Examineur

PROMOTION : 2019/2020

Remerciements

Je remercie en premier lieu et avant tout dieu le tout puissant, qui m'aveir donne la force et la patience d'accomplir mon travail dans les meilleures conditions.

Je cite nommément

À mon encadreur Mr Abada Ghanem a pour accepter de prendre en charge et pour leurs appréciations compétentes leurs précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Je suis reconnaissant à l'ensembles des enseignants qui contribues a notre formation avec beaucoup de dévouement et de compétence.

Un grand merci pour Mr Abada Taher bureau d'étude pour son aide.

Les remerciements s'adressent également aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porte a notre travail et qui nous ferent le plaisir d'apprécier.

En oubliant jamais les personnes qui ont participes de près ou de loin à ce modeste travail et notre formation.

Daifassah Boussekine

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

- *D'abord, je serai très fier de dédier ce mémoire à mon père, ma mère et à ma petite famille.*
- *À mes frères et sœurs et leurs petites familles.*
- *À tous mes amis de l'université, secteur de l'éducation et secteur de l'administration locale.*
- *À toute la promotion génie civil 1998.*
- *Ainsi à tous les enseignants de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur.*

Daifallah boussekine

Sommaire

Remerciements	02
Dédicace	03
Liste des sigles et abréviations	08
Liste des tableaux	09
Listes des figures	10
Résumé	11
Introduction	12
Chapitre 1 : Présentation et situation du projet	14
1.1. Introduction.....	15
1.2. Classification administrative.....	15
1.3. Catégorie des routes.....	15
1.3.1. Catégorie exceptionnelle.....	15
1.3.2. Route de 1 ^{ère} catégorie.....	15
1.3.3. Route de 2 ^{ème} catégorie.....	15
1.3.4. Route de 3 ^{ème} catégorie.....	15
1.3.5. Route de 4 ^{ème} catégorie.....	16
1.4. Présentation du projet.....	16
1.5. Plan de situation.....	16
Chapitre 2 : Paramètres fondamentaux et étude cinématique	17
2.1. Eléments de base.....	18
2.2. Limitation des caractéristiques des véhicules.....	18
2.2.1. Poids total maximum autorisé.....	18
2.2.2. Caractéristiques des véhicules (valeur limites).....	18
2.3. Etude du trafic.....	19
2.4. Environnement.....	20
2.4.1. Relief.....	20
2.4.2. Sinuosité.....	20
2.5. vitesse de référence (km/h).....	21
2.5.1. Le désir.....	21
2.5.2. Le souci.....	21
2.5.3. Le choix de vitesse de référence.....	21
2.6. Mouvement des véhicules.....	22

2.6.1. Distance de freinage (d).....	22
2.6.2. Distance d'arrêt (da).....	23
2.6.3. Distance de visibilité de dépassement.....	23
2.6.4. Espacement entre deux véhicules.....	24
2.6.5. Distance de sécurité entre deux véhicules.....	25
Chapitre 3 : Caractéristiques géométriques	27
3.1. Généralités.....	28
3.2. Tracé en plan.....	28
3.2.1. Courbes circulaires.....	29
3.2.2. Courbes de transition.....	29
3.2.3. La largeur de la chaussée.....	29
3.2.4. Stabilité des véhicules.....	30
3.2.5. Notion de dévers (relèvement des virages).....	30
3.2.6. Raccordement circulaire.....	31
3.2.7. Règles générales à respecter dans la projection du tracé en plan.....	32
3.2.8. Règles à respecter dans l'étude préliminaire du raccordement	33
3.2.9. Calcul des éléments du raccordement circulaire	33
3.2.10 Raccordement progressif (clothoïde).....	34
3.3. Profil en long.....	35
3.3.1. Définition.....	35
3.3.2. Remarques concernant les déclivités.....	36
3.3.3. Caractéristiques techniques du profil en long.....	36
3.3.4. Rayon de courbure en profil en long.....	36
3.3.5. Détermination des éléments de raccordement circulaire.....	37
3.3.6. Coordination du profil en long avec le tracé en plan.....	38
3.3.7. Calcul de cote de projet en ligne en en courbe.....	38
3.4. Profil en travers.....	39
3.4.1 Définition.....	39
3.4.2. Terminologie routière et éléments du profil en travers.....	39
3.4.3. Eléments des accotements et des fossés.....	41
3.4.4. Forme de la chaussée ancienne.....	42
3.4.5. Forme de la chaussée moderne.....	42
3.4.6. Forme de la chaussée en alignement.....	42
3.4.7. La largeur de la chaussée.....	43

3.4.8. Profil en travers type.....	43
Chapitre 4 : Dimensionnement du corps de chaussée.....	45
4.1. Introduction.....	46
4.2. Etude du terrain de fondation.....	46
4.3. La détermination des propriétés d'un sol.....	46
4.3.1. Analyse granulométrique et chimique.....	46
4.3.2. La plasticité de la capacité d'un sol.....	46
4.3.3. Portance d'un sol.....	47
4.4. Classification des chaussées.....	47
4.4.1. Les chaussées souples.....	48
4.4.2. Les chaussées semi-rigides.....	48
4.4.3. Chaussées rigides.....	49
4.5. Rôles des différentes couches de chaussée souple.....	50
4.5.1. La couche de surface.....	50
4.5.2. La couche de base.....	50
4.5.3. La couche de fondation.....	51
4.5.4. La couche de forme.....	51
4.6. Choix du type de chaussée.....	51
4.7. Les différents facteurs déterminant pour le dimensionnement de la chaussée.....	51
4.7.1. Trafic.....	51
4.7.2. Le climat de l'environnement.....	52
4.7.3. Le sol support.....	52
4.7.4. Les matériaux.....	52
4.8. Méthode de dimensionnement des chaussées.....	52
4.8.1. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	53
4.8.2. Méthode (CBR).....	53
4.9. Application au projet.....	53
Chapitre 5 : Implantation de l'axe.....	55
5.1. Implantation.....	56
5.2. Principe de calcul d'implantation	56
5.2.1. Calcul des coordonnées aux sommets.....	56
5.2.2. Calcul à partir de deux points connus.....	56
5.2.3. Calcul à partir d'un point et une station.....	58

Chapitre 6 : Cubatures et mouvements des terrassements.....	59
6.1. Introduction.....	60
6.2. Définition.....	60
6.3. Méthodes de calcul utilisées.....	60
6.4. Description de la méthode.....	60
6.5. Mouvement des terres et l'épure de lalanne.....	61
6.5.1. Objectifs.....	62
6.5.2. Epure de lalanne.....	62
Chapitre 7 : Cubatures et mouvements des terrassements.....	64
7.1. Introduction.....	65
7.2. Méthode de dimensionnement des ouvrages.....	65
7.2.1. Méthode de Caquot.....	65
7.2.2. Méthode dite rationnelle	66
7.2.3. Méthode linéaire.....	67
7.3. Les ouvrages utilisés le long de notre tronçon.....	68
Devis quantitatif et estimatif.....	69
Conclusion générale.....	70
Références bibliographiques.....	71
Annexe	72
Annexe 01. Les éléments du tracé en plan.....	73
Annexe 02. Les éléments du profil en long.....	76
Annexe 03. Les profils en travers.....	79
Annexe 04. Calcul des cubatures.....	85

Liste des sigles et abréviations

CW : Chemin de wilaya

VRD : Voies et réseaux divers

CC : Chemin communal

V_R : Vitesse de référence

B40 : Les normes algériennes routières

E1 : Environnement (terrain plat)

E2 : Environnement (terrain vallonné)

E3 : Environnement (terrain montagneux)

C.P : Cote projet

C.T.N : Cote terrain naturel

P.U : Prix unitaire

PK : Point kilométrique

E.S : Equivalent de sable

IP : Indice de plasticité

Ig : Indice de groupe

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Poids total maximum autorisé pour véhicule.....	18
Tableau 2.2 Largeur de chaussée en fonction du trafic routier.....	19
Tableau 2.3 Classe d'environnement.....	21
Tableau 2.4 Vitesse de référence et environnement.....	21
Tableau 2.5 Coefficient de frottement longitudinal.....	23
Tableau 2.6 Distance de visibilité de dépassement.....	24
Tableau 2.7 Paramètres fondamentaux.....	26
Tableau 3.1 Largeur des chaussées.....	29
Tableau 3.2 Coefficient de frottement transversal.....	30
Tableau 3.3 valeurs des rayons minimaux normaux et absolues.....	32
Tableau 3.4 Valeurs des rayons en fonction du dévers	32
Tableau 3.5 Valeurs des déclivités maximum.....	36
Tableau 4.1 Classe de portance des sols Si.....	52
Tableau 4.2 Coefficient d'équivalence des matériaux.....	53
Tableau 4.3 Epaisseur des couches.....	54
Tableau 7.1 valeurs du coefficient de ruissèlement C.....	66
Tableau 7.2 Récapitulatif des dimensions des ouvrages busées.....	68
Tableau 7.3 Récapitulatif des ouvrages submersibles.....	68

Listes des figures

Figure 1.1 Plan de situation du projet.....	16
Figure 2.1 Profil en long (relief).....	20
Figure 2.2 Itinéraire sinueux.....	20
Figure 2.3 Distance d'arrêt.....	23
Figure 2.4 Distance de sécurité entre deux véhicules.....	25
figure 3.1 Stabilité des véhicules dans les virages.....	31
figure 3.2 Paramètres d'un virage.....	34
Figure 3.3 Extrait de covadis des éléments du tracé en plan	35
Figure 3.4 Profil en long	35
Figure 3.5 Extrait de covadis des éléments du profil en long	39
Figure 3.6 Les différents types de profils en ravers.....	39
Figure 3.7 Eléments du profil en travers.....	41
Figure 3.8 Garage.....	41
Figure 3.9 Profil en forme de toit.....	42
Figure 3.10 Profil en travers mixte.....	44
Figure 3.11 Profil en travers extrait du covadis.....	44
Figure 4.1 Constitution d'une structure de chaussée.....	48
Figure 4.2 Structure de chaussée souple.....	48
Figure 4.3 Structure de chaussée semi-rigide	49
Figure 4.4 Structure de chaussée rigide	50
Figure 4.5 Différentes couches de la chaussée.....	54
Figure 5.1 Implantation de l'axe en plan.....	56
Figure 5.2 Implantation du profil en long.....	56
Figure 5.3 Calcul des coordonnées à partir de deux points connus.....	57
Figure 5.4 Calcul des coordonnées à partir d'un point et une station	43
Figure 5.5 Implantation de l'axe en plan extrait covadis.....	58
Figure 6.1 Profil en long d'un tracé donné.....	61
Figure 6.2 Epure de lalanne.....	63

Résumé

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes.

La route est considérée un élément efficace reliant les différentes régions du pays et contribuer à son développement à travers différentes activités économiques et les échanges commerciaux.

Ce projet présente une étude bibliographique, géotechnique et géométrique du chemin reliant Ain Dzrit au chemin de wilaya cw01, et a pour objectif le désenclavement de zones rurales.

La route du développement passe par le développement de la route.

Summary

Our project of end of study returns in the field of the infrastructures of transport, and in particular the roads.

The road is considered an effective element linking the various regions of the country and to contribute its developments through various activities and commercial exchanges. This project presents a bibliographic, geotechnical and geometrical study of the road linking Ain Dzrit with the Road Town number 01. The objective is the isolation of the rural areas.

الملخص

مشروعنا النهائي للدراسة هو في مجال البنية التحتية للنقل، وخاصة الطرق حيث يعتبر الطريق عنصرا فعالا يربط بين مناطق مختلفة من البلاد و المساهمة في تنميتها من خلال الأنشطة الاقتصادية المختلفة والتجارة. قدم هذا المشروع دراسة جيوتقنية و هندسية للطريق الرابط بين عين دزاريت و الطريق الولائي رقم 01 و الذي يهدف إلى فك العزلة عن المناطق الريفية.

طريق التنمية يمر عبر تطوير الطرق.

Introduction

La route est la seule voie de communication qui permet de relier tous les points d'un territoire ou on peut dire encore que la route a pour but d'assurer les mouvements des véhicules d'un lieu à autre dans des conditions :

- De sécurité à la vitesse voulue.
- De commodité pour les voyageurs.
- Economiques : il y a deux facteurs : investissement raisonnable et cout moins cher de transport.

La route assure la liaison et la continuité des transports entre les différentes voies de communication, elle est née du passage répété d'hommes et d'animaux sur un même itinéraire La notion « route » à évolué avec les conceptions de constructions.

L'activité économique, militaire et touristique a nécessité depuis longtemps le transport c.à.d. le déplacement d'un lieu à un autre, des hommes, des marchandises et des matériaux.

D'après le développement rapide de moyen de transport imposés par l'activité intense ; donc la technique routière à pour but de réaliser des chaussées résistantes aux charges répétées des véhicules.

Dans notre pays, caractérisé par sa grande superficie, de diversité de ces reliefs et de ces climats, le développement du réseau routier revêt un caractère primordial.

En égard à la situation connue par l'infrastructure ferroviaire, le réseau routier a eu à supporter l'essentiel en matière de transport terrestre et de ce fait contribue d'une manière décisive à l'effet de développement du pays.

Plus de 85% des transports terrestres de voyageurs et de marchandises sont actuellement assurées par la route, il est nécessaire de spécialiser assurées par la route, il est nécessaire de spécialiser les routes afin qu'elles puissent recevoir la meilleur circulation, la sécurité, la vitesse et la fluidité de la circulation sont les véritables facteurs déterminant les caractères de la route.

La mise en œuvre de ce projet vise deux objectifs essentiels :

- ✓ L'amélioration du niveau de service de la route.
- ✓ L'augmentation de la capacité de la route.
- ✓ Le désenclavement de la population qui pendant les périodes de crue passe des journées dans l'isolement.

Pour atteindre l'objectif visé, notre travail a été structuré en neuf chapitres :

- Chapitre 1 : Présentation et situation du projet.

- Chapitre 2 : Paramètres fondamentaux et étude cinématique
- Chapitre 3 : Etude géométrique
- Chapitre 4 : Dimensionnement du corps de chaussée
- Chapitre 5 : Implantation de l'axe
- Chapitre 6 : Calcul de cubature de terrassement
- Chapitre 7 : Dimensionnement des ouvrages d'assainissement
- Et enfin un devis quantitatif et estimatif et une conclusion générale

Chapitre 1

Présentation et situation du projet

Chapitre 1 : Présentation et situation du projet

1.1 Introduction :

La route constitue un facteur déterminant dans le développement économique et social, en ce sens qu'elle joue plusieurs rôles à savoir : la mobilité des populations, la desserte des zones de productions, le développement des cités et infrastructures, l'acheminement des biens économiques et le désenclavement des citoyens.

De plus les infrastructures routières en général, assurent un gain de temps et une meilleure sécurité des usagers.

1.2. Classification administrative :

- Les chemins communaux : s'étend sur une seule commune.
- Les chemins départementaux ou chemins de wilaya : qui desservent uniquement une wilaya et sont à la charge de celle-ci.
- Les routes nationales : qui représentent des voies de grandes communication et d'intérêt commun pour les pays. Elles constituent des itinéraires interdépartementaux qui supportent un grand trafic. Ces routes sont construites, aménagées et entretenues au frais de l'état.
- Les autoroutes : qui sont des routes nationales d'une catégorie spéciale dont les caractéristiques sont les suivantes:
 - Elles sont réservées à la circulation mécanique rapide
 - Elles sont accessibles en des points spécialement aménagés
 - Elle ne comportent aucun carrefour à niveau.

Ces autoroutes ont en général, deux chaussées unidirectionnelles sont établies pour de grandes vitesses de référence, elles permettent un grand trafic dans d'excellentes conditions de sécurité.

1.3 Catégories des routes :

1.3.1 routes exceptionnelles : réservés en principe aux routes avec deux chaussées séparées, on admet quelques fois pour les routes à chaussées unique quand leur tracé se déroule en terrain facile avec peu de croisement.

1.3.2 Routes de 1^{ère} catégorie : qui correspondent au cas d'un tracé en terrain facile et peu accidenté avec quelques agglomérations et croisements.

1.3.3 Routes de 2^{ème} catégorie : qui ont leur tracé développé en terrain accidenté ou vallonné ou les caractéristiques de la 1^{ère} catégorie ne sont pas susceptibles d'être admises en raison de l'importance des dépenses qu'entraîneraient leur adoption.

1.3.4 Routes de 3^{ème} catégorie : qui correspondent à une section transversale difficile, dans un terrain avec relief tourmenté.

1.3.5 Routes de 4^{ème} catégorie : qui correspondent à une section transversale difficile de 3^{ème} catégorie, qui représentent des sections très difficile, ou leurs reliefs ne permettent pas de passer ou réaliser les routes de catégories supérieurs.

1.4 Présentation du projet :

Notre projet de fin d'étude consiste à faire l'étude technique d'un tronçon de route reliant la commune de Ain Dzarit au chemin de wilaya N°01(CW01) sur 05 kms (via Bessbassa).

La présente étude sera inscrite dans le cadre du programme communal du développement de la commune de Nadourah, Faisant partie d'un tracé de 14 kms dont 08 kms ont été déjà réalisé.

1.5. Plan de situation :

Notre projet comme son intitulé l'indique se trouve dans la commune de Ain Dzarit wilaya de Tiaret et s'étend sur un linéaire de 5 kms (figure 1.1).

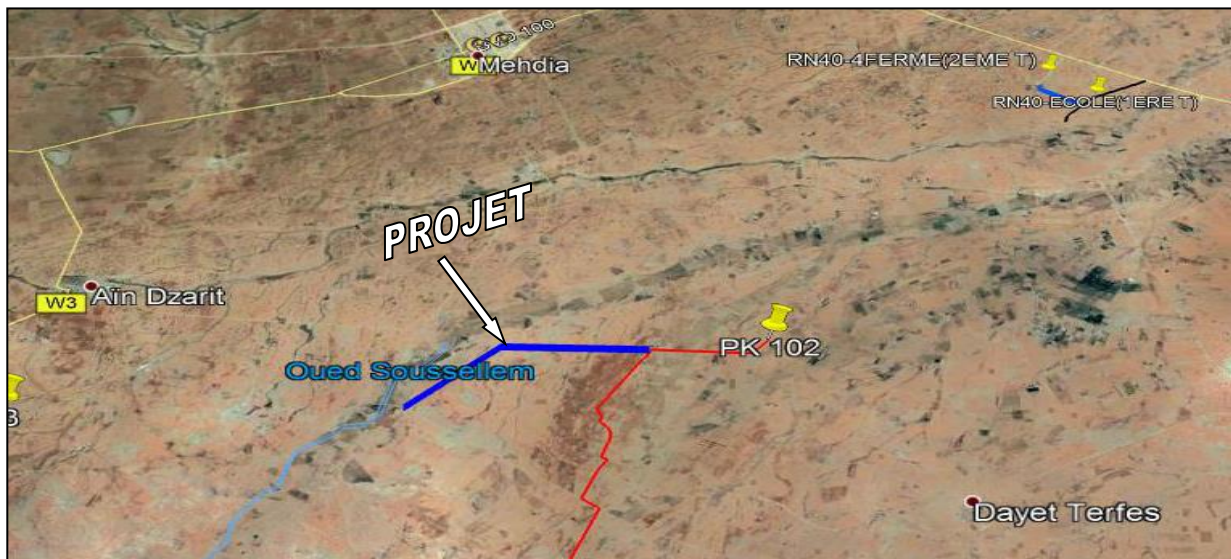


Figure. 1.1.: Plan de situation du projet.

Chapitre 2

Paramètres fondamentaux et étude cinématique

Chapitre 2 : Paramètres fondamentaux et étude cinématique

2.1 Eléments de base :

Pour la détermination des caractéristiques d'une route trois éléments essentielles doivent être pris en compte.

➤ Le trafic routier :

Ou le volume de la circulation, c.-à-d. l'ensemble des véhicules qui passe dans une unité de temps sur la route. les véhicules routiers sont ; l'automobiles, les tracteurs, les camions, les cycles et les motorcycle..etc. Le trafic est établit par des comptages périodiques ou continus.

Le nombre des véhicules utilisés a augmenté et augmentera à la suite, et le trafic routier prend des proportions géantes.

L'accroissement du trafic routier pose des problèmes très complexes et intervient surtout pour la détermination des caractéristiques des profils en travers et de la résistance de la chaussée.

➤ Vitesse de circulation:

Dénommée aussi vitesse de référence qui est fixée d'après l'importance de liaison assurée par la route ainsi que d'après les conditions géographiques. Les vitesses d'aujourd'hui sont augmentées et conditionnent évidemment les caractéristiques du tracé, du profil en long, profil en travers et limitent la vitesse maximum.

➤ Les caractéristiques constructives des véhicules :

En principe le poids total (avec charge), leur largeur et leur longueur .ces caractéristiques conditionnement aussi l'établissement des éléments du tracé, profil en long, profil en travers.

2.2 Limitation des caractéristiques des véhicules :

Pour éviter que les difficultés d'ordre technique ou financier augmentent au fur et à mesure de l'évolution des véhicules, il à été décidé de limiter les principales caractéristiques des véhicules.

Dans ces conditions on peut maintenir la construction routière dans les limites de couts et de technicité.

2.2.1 Poids total maximum autorisé :

Tableau. 2.1: Poids total maximum autorisé pour véhicule

Type de véhicule	Véhicule+ chargement
A deux essieux	19t
A trois essieux	26t
Ensemble articulé (tracteur ou véhicule +remorque)	35t

Autres valeurs limites :

- Poids maximum pour essieux le plus chargé.....13t
- Poids total d'un véhicule (distance entre les 2essieux).....5t/ml
- Pression au sol (de largeur de bandage élastique).....<150kg/cm²

2.2.2 Caractéristiques des véhicules (valeur limites) :

- Largeur maximum autorisée (toute ailles comprises).....2,5m

Longueur maximum autorisée :

- Véhicule ordinaire 11m *tracteur semi-remorque.....14m
- Véhicule transport camion 11m *véhicule remorque.....18m

Hauteur maximum à partir du sol (en principe).....4m(Gabarit de chargement compris)

2.3 Etude du trafic :

Pour évaluer l'accroissement de ce trafic et pour avoir une valeur du débit horaire maximum qui résultera dans dix ans, nous avons employé la formule suivante :

$$\tau = \tau_0 * [1 + (k/100)]^n$$

k : facteur de croissance du parc automobile pris égale à 2,30 annuellement : n=10ans

τ_0 : La circulation moyenne journalière actuelle généralement τ_0 peut être pris du tableau suivant :

Tableau. 2.2: largeur de chaussée en fonction du trafic routier

Trafic (min-max)	En véhicule par....	Largueur des chaussées (en rase compagne)
Jours	Heures	/
250	40	2,5 x 2 =5,0m
250-500	40-85	3,0 x 2 =6,0m
500-4800	85-800	3,5 x 2 =7,0m
4800-7800	800-1300	3,5 x3 =10,5m
7800-14000	1300-2700	3,5 x 4 = 14,0m
14000-35000	2700-5800	2 Chaussées séparées 2 * 7 =14,0m

Donc pour notre chaussée nous prenons pour φ_0 la valeur

$$\tau_0 = 800v/heure$$

Alors :

$$\tau = 800 * \left[1 + \left(\frac{2,3}{100} \right) \right]^{10}$$

$$\tau_0 = 1004,26 v/heures$$

Nous devons vérifier, si la capacité de la route sera suffisante dans 10ans ; si on prend le pourcentage suivant :

a/ VL=70%

b/ PL =30%

2.4 Environnement : tout itinéraire classé dans l'une de ces cinq catégories précédentes peut être décomposés en tronçon se développent dans l'une des trois classes d'environnement E_1, E_2, E_3 en fonction du relief et de la sinuosité de la route sur la base d'études sur les couts d'aménagement et d'entretien. Ces classes sont dites classes d'environnement.

*Facile E_1

* Moyen E_2

*difficile E_3 .

2.4.1 Relief :

Est caractérisé par la dénivelée cumulée moyenne au kilomètre (H/L).

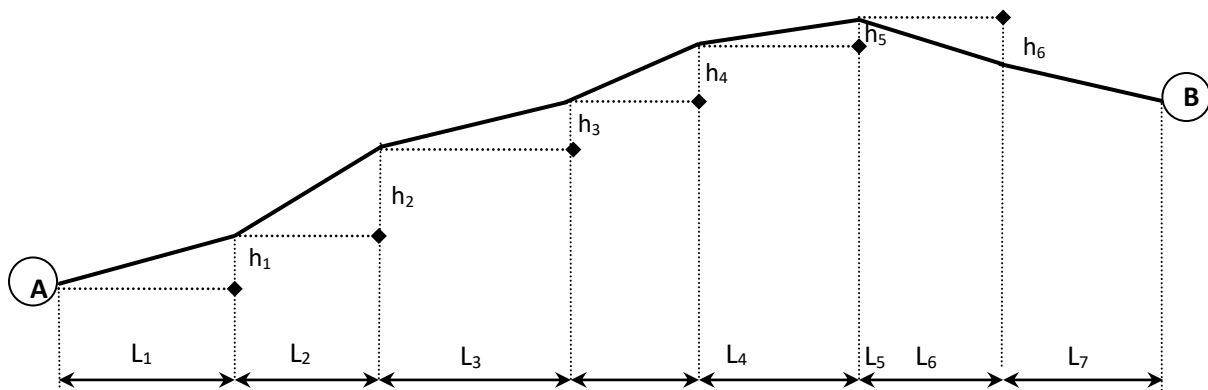


Figure. 2.1 : Profil en long (relief)

$$\text{relief} = \frac{\sum H_i}{\sum L_i} = \frac{\sum \text{Dénivelées}}{\text{longueur devlope}} = H/L$$

- $\frac{H}{L} \leq 1,5\%$ *terrainplat*
- $1,5\% \leq \frac{H}{L} < 4\%$ *terrainvalonné*
- $\frac{H}{L} > 4\%$ *terrainmontagneux*

2.4.2 Sinuosité :

D'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.

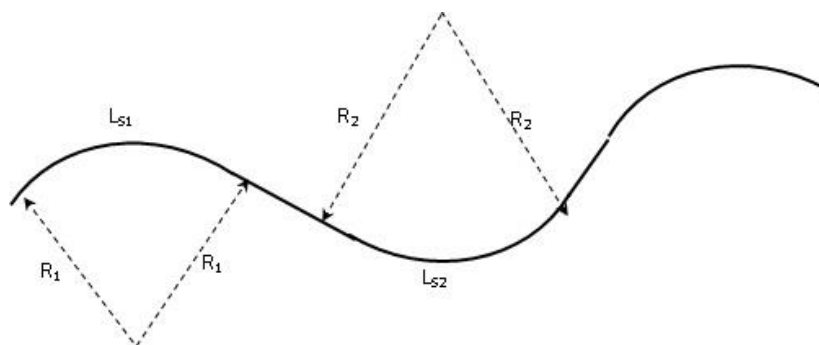


Figure. 2.2 : Itinéraire sinueux

$$\delta = \frac{\sum l_{Sj}(\text{tel que } R_j \ll 200m)}{\text{longueur totale}} = \frac{L_S}{L_T}$$

Si : $\delta \leq 0,10$ sinuosité faible

Si : $0,1 \leq \delta \leq 0,30$ sinuosité moyenne

Si : $\delta > 0,30$ sinuosité forte

En fonction des valeurs du relief et de la sinuosité tels que définis ci-dessus. Les classes d'environnement sont données par le tableau suivant :

Tableau.2.3 : Classes d'environnement

Sinuosité/relief	Faible	Moyenne	Forte
plat	E ₁	E ₂	/
Vallonné	E ₂	E ₂	E ₃
Montagneux	/	E ₃	E ₃

2.5 Vitesse de référence (km/h) :

Elle permet conventionnellement de définir des caractéristiques minimales d'aménagement des points particulières d'une route.

Le choix de la vitesse de référence au sein d'une catégorie est un compromis entre les éléments suivants :

2.5.1 Le désir :

La largeur de l'itinéraire aussi large que possible permettant à l'utilisateur de circuler rapidement et dans d'excellentes conditions de confort et de sécurité.

2.5.2 Le souci :

De limiter l'investissement compte tenue des ressources du pays.

2.5.3 Le choix de vitesse de référence :

Pour les véhicules légers, la norme algérienne « B40 » propose d'adapter des valeurs de V_R dans l'intervalle de 40 à 120 km/h en fonction de la catégorie de la route et l'environnement.

Tableau. 2.4 : Vitesse de référence et environnement

Catégorie/environnement	CATE-1	CATE.2.	CATE.3	CATE.4	CATE.5
Facile	80-120	80-12	80-120	60-100	40-80
Moyen	60-100	60-100	60-100	60-80	40-80
difficile	40-80	40-80	40-80	40-80	40

2.6 Mouvement des véhicules :

L'étude des caractéristiques des routes ne peut être entreprise qu'après celles du comportement des véhicules.

Le comportement physiologique et psychologique des conducteurs est un élément important du problème.

Des études très poussées sont faites par des tests psychologiques et physiologiques, sur la manière dont se comportent les conducteurs et notamment.

- le temps de perception et de réaction.
- la vue (champ visuel)
- la sensibilité aux accélérations.
- la fatigue, l'intoxication.

2.6.1 Distance de freinage « d »

C'est la distance que parcourt le véhicule pendant l'action de freinage qui annule sa vitesse initiale en toute sécurité est égale :

$$P \cdot d \cdot f = \frac{P \cdot V^2}{2 \cdot g} \text{ d'ou } d = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot f}$$

Où : P : poids du véhicule (newton)

f : coefficient de frottement longitudinal (sans unité)

V : vitesse du véhicule (m/g)

d : distance de freinage en (m)

g : l'accélération (m/s²)

Si la route est déclinée on a :

$$d = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (f+i)} \text{ (dans le cas d'une rampe)}$$

$$d = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (f-i)} \text{ (dans le cas d'une descente)}$$

Où : i la déclivité

$$\text{Si : } v \text{ en } \left(\frac{km}{h}\right) \rightarrow d = \frac{\left(\frac{v \cdot 1000}{3600}\right)^2}{2g(f \pm i)} = \frac{4v^2}{100(f \pm i)}$$

$$\text{Sur le palier (i=0)} \rightarrow d = \frac{4v^2}{100 \cdot f}$$

Le coefficient f est donné en fonction de la vitesse :

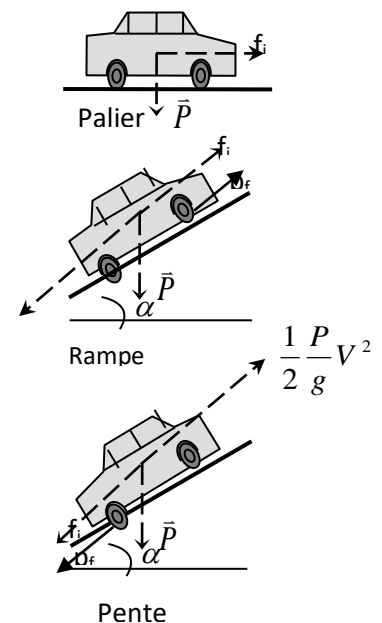


Tableau. 2.5 : Coefficient de frottement longitudinal

V(km/h)	40	60	80	100	120
f	0,47	0,44	0,41	0,38	0,34

Donc : $df = 4 \cdot 60^2 / 100 \cdot 9.81 \cdot 0,44 = 33.36m$

2.6.3 Distance d'arrêt « da »

C'est la distance parcourue par le véhicule entre le moment où le conducteur aperçoit l'obstacle et le moment où le véhicule s'arrête complètement devant l'obstacle

En palier $da = df + 0,50V_r$, $V_r \geq 100km/h$

$$da = df + 0,55V_r, \quad V_r < 100km/h$$

En courbe: $da = da + 0,25df$

On a: $da = df + l$, $l = v \cdot t$, $v = 60km/h$

T=temps [0,5 ÷ 2](s)

V(km/h), t(s), da(m), t=2(s)

$$da = df + v \cdot t / 3,6 = df + 0,55 v = 0,004 \cdot v^2 / (f \pm i) + 0,55v.$$

En palier : $i=0 \rightarrow da = 0,004 (v^2/f) + 0,55v$

A.N : pour $v=60km/h \rightarrow f=0,44$ (d'après le tableau)

$$da = 4 \cdot 60^2 / 100 \cdot 9.81 \cdot 0,44 + 0,55(60) = 65,72m$$

Pour une rampe : 1) $i=0,004 \rightarrow da = 0,004 (60)^2 / (0,44 + 0,004) + 0,55 (60) \rightarrow da = 65.43m.$

Pour une pente : 2) $i=0,006 \rightarrow da = 0,004 \cdot (60^2 / (0,44 - 0,006)) + 0,55(60) \rightarrow da = 65,48m.$

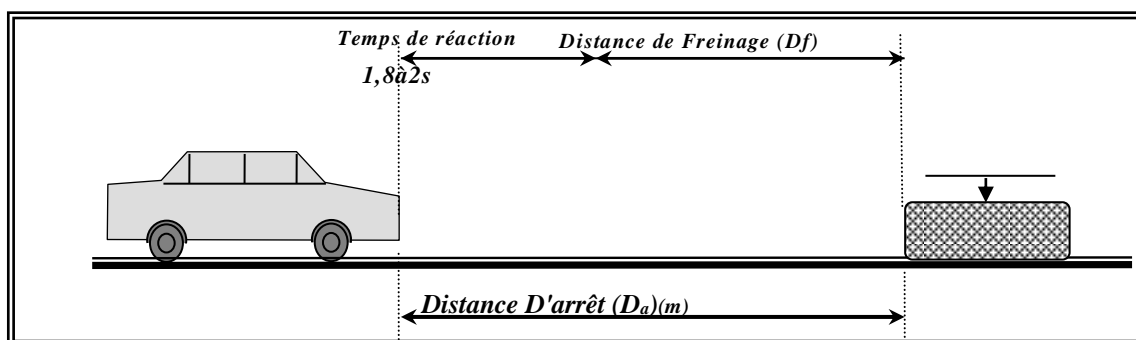


Figure. 2.3 : Distance d'arrêt

2.6.3. Distance de visibilité de dépassement :

C'est le parcours par lequel un conducteur peut observer en effectuant un dépassement en sécurité sans risque de heurter un autre véhicule roulant en sens opposé, il nous faut assurer le :

le : -Dépassement normale

-Dépassement forcé

$$d. dep. Normal = \frac{v}{3,6.t. dep. n} \cong 3v, \quad t. dep. n = 10,5.s$$

$$d. dep. min = \frac{v}{3,6.t. dep. f} \cong 2v, \quad t. dep. F = 7,21s$$

Tableau.2.6 Distance de visibilité de dépassement

V(km/h)	60	80	100	120
d.dep.F(m)	250	325	425	550
d.dep.n(m)	350	500	625	800
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	120	200	300	425

2.6.4 Espacement entre deux véhicules :

Deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et à la même vitesse, quel doit être leur espacement pour que le premier s'arrêtant après avoir freiné au maximum le second puisse s'arrêter sans risquer la collision ?

Théoriquement les deux véhicules marchent à la même vitesse doivent s'arrêter sur la même distance.

$$d = \frac{v^2}{260.F} \text{ et dans le même temps } t = \frac{2,8.v}{100f}$$

L'espacement d'après l'ingénieur française « RAMEL » est donné par la formule suivante :

$$d=a+b.V+c.V^2$$

Ou : $5 \leq a \leq 8m$

$b=0,306$

$0 \leq c \leq 0,0065$

Selon « Coquand » des espérances plus récentes tendent à montrer qu'il est possible d'admettre une formule telle que :

$$d=8+0,2 v + 0,003 v^2 \text{ (m)}$$

Dans notre cas: $d=8+0,2 (60) +0,003 (60) =20,18 \text{ m}$

Comme la première conséquence très importante de cette formule on peut calculer le débit horaire maximum d'une file de véhicule circulant à une vitesse constante.

Ce débit à évidemment pour expression :

$$Q = \frac{100.v}{d} = \frac{1000.v}{8+0,2.v+0,003v^2} \text{ (véhicule/h)}$$

2.6.5 Distance de sécurité entre deux véhicules:

Supposant que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse, si le 1^{er} s'arrête après avoir freiné au maximum, pour que le second puisse s'arrêter sans risque de collision, il faut qu'il y ait un espacement nécessaire entre ces véhicules.

Théoriquement les 2 véhicules circulent à la même vitesse doivent s'arrêter sur la même distance de freinage $D_{f1}=D_{f2}$, alors le distance de sécurité entre deux véhicules égale à :

$$D_s = \frac{V \cdot t}{3,6} + l$$

V : la vitesse du véhicule (km/h)

t : le temps de perception réaction (secondes)

L : longueur du véhicule en moyenne 8m

La pratique montre que la distance de sécurité est plus grande que celle déterminée théoriquement.

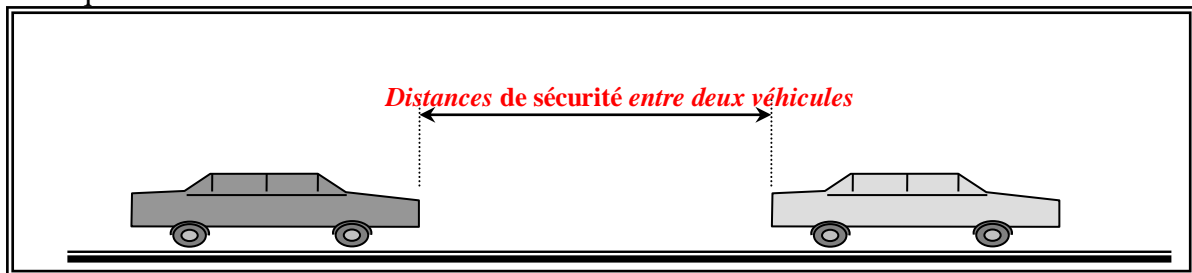


Figure. 2.4 : Distance de sécurité entre deux véhicules

Tableau 2.7 : Paramètres fondamentaux

Paramètres	Symboles	Valeurs
Devers minimal (%)	D_{\min}	2.5
Devers maximal (%)	D_{\max}	7
Temps de perception réaction (s)	t_1	2
Frottement longitudinal	f_L	0.44
Frottement transversal	f_t	0,16
Distance de freinage (m)	d_f	33.36
Distance d'arrêt (m)	d_a	65.72
Distance de visibilité de dépassement minimale	$d.\text{dep.m}$	250
Distance de visibilité de dépassement normale	$d.\text{dep.n}$	350
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	d_{md}	120

Chapitre 3

Etude géométrique

Chapitre 3 : Etude géométrique

3.1 Généralités :

Une route est représentée graphiquement par quatre pièces :

- Un tracé en plan
- Un profil en long
- Un profil en travers type
- Des profils en travers

S'il s'agit d'une route à construire ces quatre documents seront la base essentielle du projet, d'où d'écoulement tous les autres.

S'il s'agit d'une route existante, le service gestionnaire aura à se référer à tout moment aux deux premiers et aux quatrièmes pour résoudre au mieux les problèmes d'entretien et d'exploitation qui se posent journalièrement à lui.

D'autre part, leur utilisation deviendra absolument indispensable pour l'étude d'un aménagement d'une certaine amplitude.

Ces pièces (sauf la troisième) sont obtenues par des procédés topographiques.

3.2. Tracé en plan :

Le tracé en plan est une pièce topographique qui résulte théoriquement par la projection, à une échelle réduite, de la route sur un plan horizontal.

Pratiquement le tracé en plan peut être obtenu de deux manières différentes :

- Par un levé en plan sur terrain du tracé implanté (piqueté) et des détails existants, arbres, bâtiments, le relief ...etc
- Par la reproduction du tracé sur un plan existant. si l'on examine l'image obtenue ainsi on voit que l'axe de la chaussée se développe suivant une série de boîtes raccordées par des arcs de cercle d'après la terminologie usuelle ce sont les alignements droits et les courbes en tracé. Initialement le tracé est composé d'une ligne polygonale avec des sommets qui ont été raccordés par des arcs des cercles.

Le tracé en plan contient en dehors de la plate forme les fossés, les talus, les constructions rapprochées, la liaison avec les autres routes et tous les autres détails de la route (drains, ouvrages d'arts, les piquets, les éléments de raccordement).

Il est facile de déterminer sur le plan, soit graphiquement, soit par le calcul, le rayon des courbes, qui représente une caractéristique essentielle pour le technicien routier.

Un tracé en plan est défini géométriquement par ces éléments.

- Lignes droites.
- Courbes circulaires.

➤ Courbe de transition.

Dans les courbes il faut prendre en considération :

- La stabilité des véhicules dans les virages.
- Inscription des véhicules longs dans les virages à faible rayon.
- Visibilité dans les tranchées en courbes.

3.2.1 Courbes circulaires : il est conseillé d'éviter les rayons faibles pour des raisons d'ordre optique et dynamique, la longueur minimale d'une courbe circulaire ne doit pas être inférieure à celle qui correspond au chemin parcouru durant un temps d'adaptation (comme pour l'alignement).

3.2.2 Courbes de transition : un tracé rationnel de route moderne comportera donc nécessairement des alignements, des virages en arcs de cercles et entre ces deux éléments, des tronçons de raccordement de courbure $1/R$ au début du cercle de virage.

3.2.3 La largeur de la chaussée :

Sur les routes à circulation intense et rapide, une largeur de 2,5m est insuffisante, il faut au moins 3m ou mieux 3,50m pour les véhicules de tous gabarits puissent se croiser et se dépasser en toute sécurité.

L'expérience a montré que pour une route à deux voies, il est nécessaire d'adopter une largeur de 10,50m (voir tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Largeur des chaussées

Voies	Largeur de la plate forme	Largeur des chaussées
Chemins communaux	8 à 12m	3 à 5m
Chemin de wilaya	11 à 12m	5 à 7 m
Routes nationales		
Ordinaires	12 à 14m	5 à 7m
Principales à deux voies	14m	7m
Principales à trois voies	17 à 17,5m	9 à 10,5m

3.2.4 Stabilité des véhicules :

L'instabilité d'un véhicule résulte des sollicitations transversales provenant d'une dissymétrie interne (mauvais chargement, éclatement d'un pneu), soit du vent, soit d'une inclinaison transversale de la chaussée (bombement excessif), soit de l'accélération centripète (v^2/R) qui doit être introduite lorsque le véhicule décrit une courbe.

Pour qu'un véhicule roulant dans un virage soit en équilibre, la force centrifuge doit être inférieure à celle qui s'oppose au dérapage, la stabilité du véhicule n'est assurée que si :

$$C + P < F$$

Ou :

C : force centrifuge

P : poids du véhicule ($P = m.g$)

F : force de frottement transversale ($F = F_1 + F_2$)

- Projection des forces P,C et F sur l'axe des x :

$$(c \cos x - P \cdot \sin. \alpha) < F$$

C : force centrifuge d'intensité $\left(m \cdot \frac{v^2}{r} \right)$

R : rayon de courbure

P : poids du véhicule ($P = m.g$)

F : force de frottement ($F = P.f_t$)

f_t : coefficient de frottement transversal dont la valeur est donnée par le tableau suivant :

Tableau 3.2 : Coefficient de frottement transversal

V(km/h)	70	60	80	100	120
f_t	0,25	0,16	0,13	0,11	0,10

D'où :

$$\left[\left(m \cdot \frac{v^2}{r} \right) \cdot \cos x - P \cdot \sin. \alpha \right] < P \cdot F_t$$

α étant petit donc $\sin \alpha \cong tg \alpha \cong d$ $\cos \alpha \approx 1$

$$\left[\left(\frac{v^2}{g} \cdot h \right) - d \right] < F_t$$

D'où : $R > [V^2/G(F_t + d)]$ avec $v[m/s]$

$\rightarrow [V^2/127(F_t + d_v)]$ avec $v[km/h]$

d_v : pourcentage de la pente transversale appelé dévers de la chaussée, le rayon de courbure minimum du virage dépend du taux de relèvement d_v et du coefficient de frottement transversale f_t qui est de l'ordre de 0,16 pour la vitesse de référence (60km/h)

Remarque : pour les routes d'importance moyenne, on peut prendre :

$$R_{min} \geq 0,05v^2$$

3.2.5 Notion de dévers (relèvement des virages) :

$$C = \frac{P \cdot V^2}{R \cdot g}$$

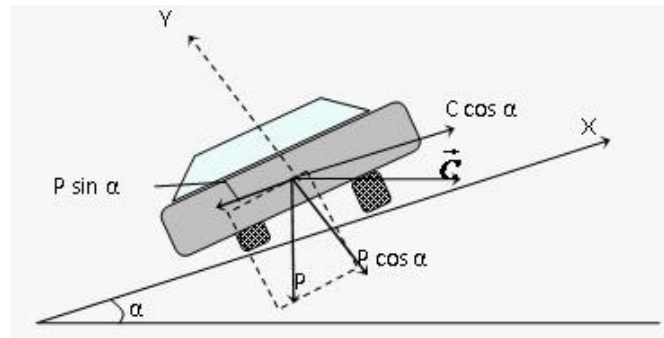


Figure 3.1 : Stabilité des véhicules dans les virages

P. poids du véhicule

C : force centrifuge

R : Rayon de courbure

Dans le virage la condition d'équilibre des forces est :

$$y - c \cdot \cos \alpha + p \cdot \sin \alpha = 0$$

$$y = c \cdot \cos \alpha - p \cdot \sin \alpha$$

$$\rightarrow y = \frac{P \cdot v^2}{R \cdot g} \cdot \cos \alpha - P \sin \alpha \rightarrow y = P \left(\frac{v^2}{R \cdot g} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \right)$$

$$\alpha \ll \rightarrow \sin \alpha = \tan \alpha = \alpha = d, \quad \cos \alpha = 1$$

Si on divise l'équation ci-dessous par P :

$$\rightarrow \frac{y}{P} = \frac{V^2}{R \cdot g} - d$$

Et on appelle $\frac{y}{P} = f_t$: coefficient de frottement transversal de la chaussée :

$$\rightarrow f_t = \frac{V^2}{R \cdot g} - d$$

le dévers d :

$$\rightarrow d = \frac{V^2}{R \cdot g} - f_t$$

3.2.6 Raccordement circulaire:

Dans cas d'un raccordement circulaire le tracé des axes des routes est composé de lignes droites raccordées par des cercles.

La valeur du rayon de raccordement normal est donnée par la formule suivante :

$$R_n = \frac{V_r^2}{14}$$

R_n : le rayon normal (qui correspond à une vitesse de référence V_r)

On peut descendre jusqu'au rayon minimum normal ($R_{\min.n}$) ou $R_{\min.n} = \frac{V_r^2}{20}$

➤ **Rayon minimal absolu :**

Il sera limité à une valeur égale à $2/3 R_{\min.n}$

$$\text{donc : } R_{\min.\text{abs}} = 2/3 R_{\min.n} = \frac{V_r^2}{30}$$

Les **tableaux 3.3 et 3.4** donnent les valeurs des rayons en fonction de la vitesse de référence et du dévers.

Tableau 3.3 : Valeurs des rayons minimaux normaux et absolues.

Catégorie	V_r (km/h)	R_n (m)	$R_{\min.n}$ (m)	$R_{\min.\text{abs}}$ (m)
Exceptionnelle	120	1028,54	720	480
I	100	714,28	500	333,33
II	80	457,14	320	213,33
III	60	257,14	180	120
IV	40	114,28	80	53,33

Tableau 3.4 : valeurs des rayons en fonction du dévers

Paramètres	Symboles	Valeurs
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	120
Rayon horizontal normal (m)	RHn (2%)	240
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (3%)	450
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	700

3.2.7 Règles générales à respecter dans la projection du tracé en plan :

➤ **Pour les rayons :**

- pour toute catégorie de routes il n'y a aucun rayon inférieure à « RHm » et quelques fois à l'extrémité d'un grand alignement, on va prévoir des arcs de rayons en plan au moins égaux à « RHm » (V_r+40) sans toute fois dépasser 120km/h.
- Une courbe circulaire devra être tracée avec un rayon unique.
- On utilise autant que possible des valeurs de rayon supérieur ou égal à RHm.

➤ **Pour les dévers :**

Une route inclinée est en dévers, s'il y'a une différence de niveau de ces deux bords :

- Un dévers doit être constant sur toute la partie circulaire car sa variation entre deux cercles de rayons différents s'effectue le long de la courbe à raccordement progressif.
- La variation du dévers est limitée à 2% par seconde.
- Le bon écoulement des eaux exige une pente minimale d'ordre 0,5%.
- Si le rayon choisi $R \geq RH_{nd}$ le dévers associé à R est celui de l'alignement droit.
- En Algérie, le dévers minimale adopté : $d_{min}=2,5\%$ pour la route de catégorie 2 exécutée dans les bonnes conditions, pour les routes risquant de poser un problème de tassement= 3%.
Les valeurs de dévers maximales =7% pour catégorie 1 et 2.

3.2.8 Règles à respecter dans l'étude préliminaire du raccordement :

- Ne pas placer les courbes au bord des ouvrages d'art.
- Ne pas placer de virage de faibles rayons rampant l'homogénéité de l'itinéraire.
- Sur la route rapide et sauf dans le terrain très accidenté, on admet un virage de moins de 500m (300m cas exceptionnelle)
- deux courbes de sens inverse doivent être séparées pas un alignement droit dont la longueur doit en même temps assurer le raccordement.

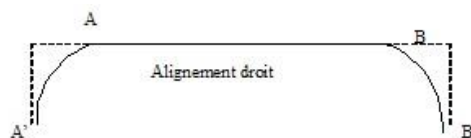


L_1 : la longueur de la développée de la courbe (1)

L_2 : la longueur de la développée de la courbe (2)

- Deux courbes de même sens et le rayon différents qui se succèdent immédiatement constituent un grand danger, elles doivent être remplacées par une courbe unique ou séparées par un alignement. L'alignement droit est égal à la distance parcourue par un véhicule de vitesse (v) pendant 5s.

$$AB \geq 5v = 5 \cdot \frac{60}{3,6} = 83,33 \text{ m}$$



3.2.9 Calcul des éléments d'un raccordement circulaire :

Supposons deux alignements réunissent dans le point « s » dont l'angle horizontale est noté par B, l'angle de déviation est calculé directement sur le plan du tracé en utilisant la méthode topographique, le rayon de raccordement « R ».

Dans les points T_1 et T_2 on peut calculer les autres éléments qui servent pour le piquetage.

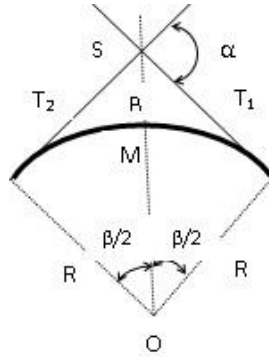


Figure 3.2 : Paramètres d'un virage

La construction de la courbe contient :

- L'implantation sur le plan
- L'implantation des points principaux (T_1 , T_2 , M)
- L'implantation des points détaillés

$$B(\text{Bisectrice}) = \frac{R}{\cos \frac{\beta}{2}} - R = R \left(\frac{1}{\cos \left(\frac{\beta}{2} \right)} - 1 \right) = R \left(\sin \frac{\widehat{B\beta}}{2} - 1 \right)$$

$B=SO-MO$

La demi angle au courbe sera :

$$\frac{\widehat{\beta}}{2} = 90 - \widehat{\alpha}/2$$

La tangente c à d $ST=ST'$ est donnée par :

$$ST=ST'=R \operatorname{tg} \frac{\widehat{\beta}}{2}.$$

La développée de l'arc TMT' sera ;

$$2\pi R/(360^\circ) = \frac{\widehat{TMT}}{\beta} \rightarrow D = \frac{\pi \beta R}{400} \rightarrow D = R \cdot \vartheta$$

$$D = \frac{R \cdot \beta \cdot \pi}{200 \text{ gr}} \text{ en grand ou } D = \frac{R \cdot \beta \cdot \pi}{180^\circ} \text{ en degré}$$

3.2.10 Raccordement progressif (Clothoïde) :

Pratiquement La trajectoire d'un véhicule doit être à courbure Progressive pour les raisons suivantes :

- Le changement progressif des rayons de courbure infini sur l'alignement droit à R Sur la courbe circulaire ; Par conséquent la force centrifuge change Progressivement de 0 à $P \cdot V^2/R \cdot g$ dans la courbe circulaire.
- La facilité de la manœuvre des véhicules en abordant le virage, d'où la stabilité des véhicules et le confort de l'utilisateur.

L'introduction de la courbe progressif doit satisfaire les trois conditions suivantes :

- La condition dynamique.

- La condition optique.
- La condition de gauchissement.

Remarque : les résultats de l'axe en plan obtenus par covadis sont en **annexes 1**

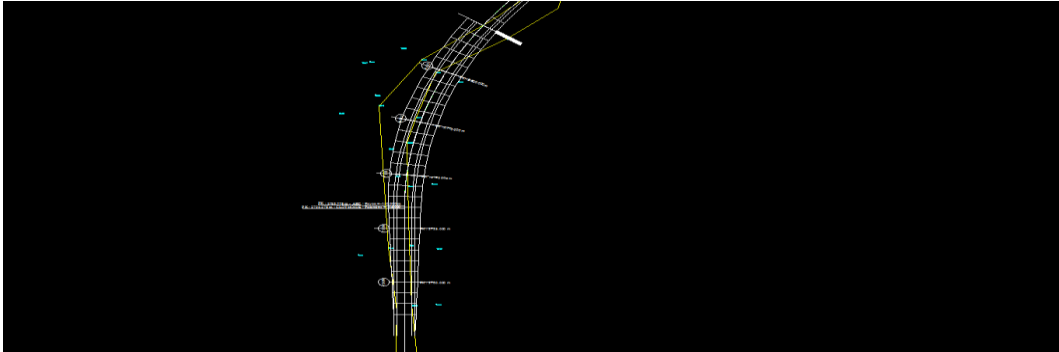


Figure 3.3 : Extrait de covadis des éléments du tracé en plan

3.3 Profil en long :

3.3.1 Définition :

Le profil en long est une coupe verticale du terrain naturel et du projet suivant l'axe de ce dernier.

C'est donc un graphique sur lequel les points du terrain naturel et du projet de l'axe du tracé sont reportés :

- En abscisse par leurs distances horizontales, l'échelle est systématiquement celle du plan général.
- En ordonnées par leurs dénivelées par rapport à une horizontale de référence qui est cinq ou dix fois plus grande que la précédente.

Les points successifs du terrain naturel d'une part, ceux du projet d'autre part sont reliées par des droites puisque la pente entre deux points consécutifs est supposés constante. Tous les points d'inflexion doivent être figurés.

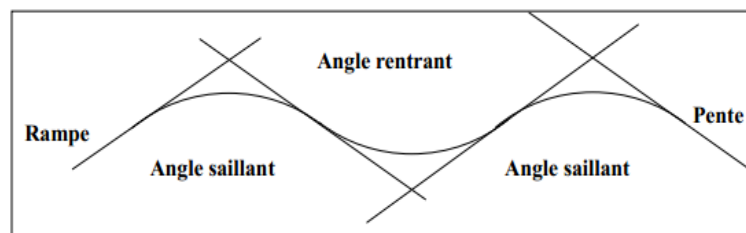


Figure 3.4: Profil en long

les déclivités maximum sont limitées en fonction de la puissance du véhicule en rampe, de l'intensité du trafic et de la capacité de freinage des véhicules en pente.

Pour les chaussées à sens uniques. Le tableau suivant donne les valeurs à adopter pour les déclivités maximum.

Tableau 3.5 Valeurs des déclivités maximum.

V(km/h)	40	60	80	100	120
dmax	8%	7%	6%	5%	4%

3.3.2 Remarques concernant les déclivités:

Dans le cas d'un terrain à forte pente il y'a quelques précaution à prendre pour éviter les terrassements couteux concernant les routes à circulation légère ou les lotissements.

- On peut dépasser 8% pour la déclivité dans le profil en long jusqu'à 12% à 15% (cas extrême).
- Adopter une déclivité minimale de 0,5% pour l'évacuations des eaux

3.3.3 Caractéristiques techniques du profil en long :

Le profil en long de la route doit satisfaire les conditions suivantes :

- Nécessité de s'adapter aux reliefs du terrain naturel.
- Assurer l'écoulement des eaux pluviales (pente minimale de 5‰).
- Eviter les parties horizontales (en paliers).
- Créer dans la partie plus longue les pentes et les rampes
- Assurer des déclivités de 4% pour un terrain plat et de 6% pour un terrain accidenté.
- Chercher à réduire les déclivités lorsqu'il s'agit d'une route qui doit recevoir un trafic important de véhicules lourds.
- Eviter de placer un point bas du profil en long dans une partie en déblai.
- Eviter de placer un point haut du profil en long dans une partie en remblai.

3.3.3 Rayons de courbure en profil en long:

Les rayons de courbures en profil en long sont de deux types :

➤ Rayon minimum en angle rentrant Rv' :

Le problème de visibilité ne se pose pas, il faut se préoccuper par contre du problème de l'accélération verticale pour assurer la stabilité du véhicule et le confort des usagers.

$$\text{- Pour } V \leq 80 \text{ km/h} \quad \rightarrow \quad Rv' = \frac{D_2^2}{1.5 + 0.03d_2^2}$$

$$\text{- Pour } V > 80 \text{ km/h} \quad \rightarrow \quad Rv' = \frac{D_1^2}{1.5 + 0.03d_1^2}$$

Généralement on prend :

$$R_{creux} = 0.30V_R^2$$

➤ Rayon minimum en angle saillant :

Il s'agit d'une rampe donc il y a un problème de visibilité

Rv : Rayon minimum en angle saillant.

Pour $V = V_r + 20 \rightarrow Rv \geq 0.01 DD^2$

Si $V \leq 120 \text{ km/h} \rightarrow R_{vm} \geq 0.11 DMD^2$

$$R_{vm} = 0.11 dmd^2$$

dmd : distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

Généralement on prend un rayon minimum absolu :

$$R_{vma} = 0.25 d_a^2$$

$d_a = \text{distance d'arrêt}$

3.3.4 Détermination des éléments de raccordement circulaire :

Le raccordement d'un profil en long nécessite le calcul de plusieurs paramètres.

a. L'équation de la parabole :

$$y = \frac{x^2}{2R} + \frac{(P - P')x}{2} + \frac{R(P - P')}{1}$$

$P - P' = 2$ pentes

$F =$ La flèche (Bissectrice)

$P' + P =$ sens contraire

$P - P' =$ même sens

b. La tangente :

$$T = SM = SN = R \operatorname{tg} \frac{(\alpha + \beta)}{2} \rightarrow \operatorname{tg} \frac{d + B}{2} = \frac{T}{R}$$

$T =$ Longueur /2.

$$T = T' = \frac{R}{2} (P \pm P')$$

$P - P' =$ même sens.

(+) : si les déclivités sont de sens contraires.

(-) : si les déclivités sont de même sens.

c. La tangente :

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

d. Le rayon :

$$R = \frac{2T}{|P \pm P'|}$$

e. Altitude d'un point N quelconque :

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

f. Longueur AB :

$$AB = L_{AB} = L_A - L_B = RI_A - RI_B = R(I_A - I_B)$$

+ : pente de même sens.

- : pente de différent sens.

3.3.5 Coordination du profil en long avec le tracé en plan :

Elle consiste à accorder le tracé en plan avec le profil en long pour lier tous les raccordements en plan avec ceux du profil en long et qu'ils définissent dans l'espace en tracé satisfaisant.

Cette coordination à pour but :

- D'assurer la visibilité ainsi que la séante des usagers de la route.
- De rendre visible les obstacles à une distance suffisante.
- De distinguer les points singuliers tels que les carrefours.

3.3.6 Calcul de côte de projet en ligne et en courbe:**a. En ligne :**

$$\Delta y = l_1 \times P$$

$$CP_1 = CP_0 + l_1 \times P \quad L_2$$

$$CP_2 = CP_1 + L_2 \times P + (CP_0 + P)(l_1 + l_2)$$

b. En courbe :**1^{ère} cas : cp₀**

$$\Delta y = \frac{x_s^2}{2R} \text{Variation en courbe}$$

$$x_1 = |PK_1 - PK_{T_1}| \quad \text{pk}$$

$$x = x_s - x_1, \quad CP_s = CP_{T_1} + \Delta Y_{T_1 T_2}$$

$$CP_1 = CP_s - \frac{x^2}{2R} \quad P_1 \Delta Y \quad P_2$$

2^{ème} cas :

$$x_1 = P_1 \times R$$

$$\Delta y = \frac{x_s^2}{2R} \quad T_2 \quad s$$

$$x = |x_s - x_1| \quad 1$$

$$CP_s = CP_{T_1} + \Delta Y \quad T_2$$

$$CP_1 = CP_s + \frac{x^2}{2R}$$

$$CP_1 = CP_s - \frac{x^2}{2R}$$

3^{ème} cas :

$$x_1 = P_1 \times R p_1$$

$$\Delta y = \frac{x_s^2}{2R} s T_1$$

$$CP_S = CP_{T1} + \Delta Y$$

$$CP_S = CP_{T1} + \frac{x_s^2}{2R} x_s x_1 p_2$$

Remarque : les résultats du profil en long obtenus par covadis sont en **annexes 2**

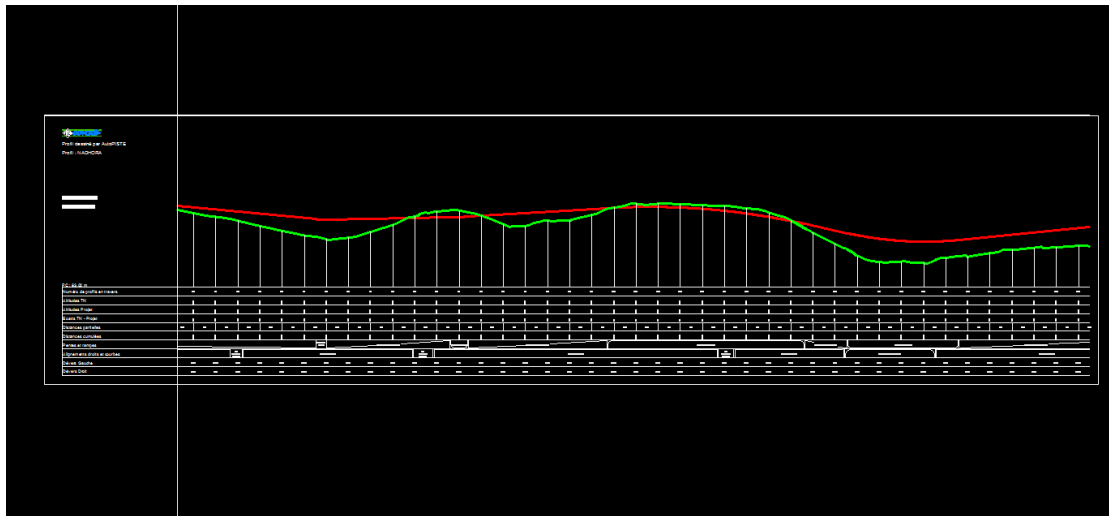


Figure 3.5 : Extrait de covadis des éléments du profil en long

3.4 Profil en travers :

3.4.1 Définition :

Le profil en travers est une coupe verticale perpendiculaire à l'axe de la route, après les études du tracé en plan et du profil en long qui cherchaient essentiellement l'évolution de l'axe de la route, il s'agit maintenant de définir le 3^{ème} élément d'un projet routier qui est le profil en travers.

3.4.2 Terminologie routière et éléments du profil en travers :

✓ Terrain Naturel :

Le terrain tel qu'il se présente avant tout travaux de construction par rapport à cette ligne, la route est construite :

- En remblai : quand elle se trouve au dessus.
- En déblai : quand elle se trouve au dessous.
- Mixte : quand elle se trouve de part et d'autre.

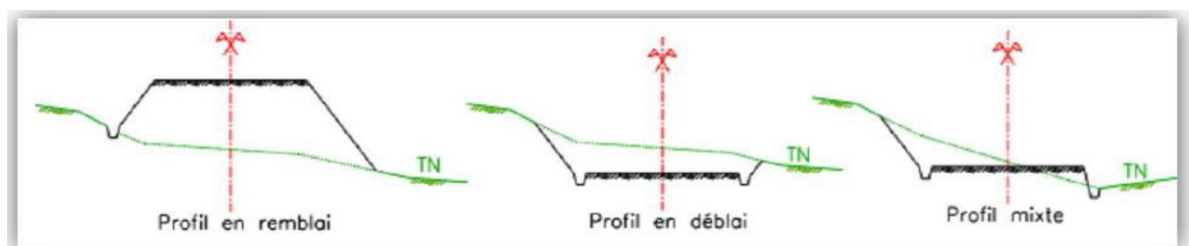


Figure 3.5 : Les différents types de profils en travers.

✓ Emprise :

Largeur ou terrain appartenant au domaine public, affecté à la route et à ses dépendances.

✓ Assiette :

La surface du terrain réellement occupée par la route et ses ouvrages annexes indispensables.

✓ Plate forme :

La surface du terrain qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre plein central.

✓ Chaussée :

La surface aménagée de la route sur laquelle circulent réellement les véhicules.

✓ Voies de circulation :

La partie de la chaussée réservée à une file de véhicules.

✓ Terre pleine centrale :

bande de terrain située entre deux chaussées construites sur une même plate forme (cas des autoroutes).

✓ Caniveau :

L'emplacement creux, avec deux versants inclinés ; spécialement aménagé pour l'écoulement des eaux le long de la chaussée.

✓ Bordures :

Séparation en béton, en pavé de pierre taillé, que l'on construit le long des chaussées pour les délimiter.

✓ Accotements :

Zones latérales qui encadrent la chaussée, aménagées pour piétons, cyclistes ..etc .

✓ Banquette :

Surélévation terrassées et herbue? Ménagée à la limite extérieure, dominant un remblai en vue d'assurer la sécurité des usagers des accotements.

✓ Berne :

Palier constitué longitudinalement dans un talus pour diminuer son importance.

✓ Talus :

La ligne d'équilibre de la terre. En terre moyenne l'inclinaison du talus est 2/3 pour les remblais et 1/1 pour les déblais (un de base pour un de hauteur).

✓ Fossé :

Creux qui borde longitudinalement un accotement construit en déblais ou au niveau du terrain avoisinant ayant comme rôle de collecter les eaux de ruissellement ou de drainage.

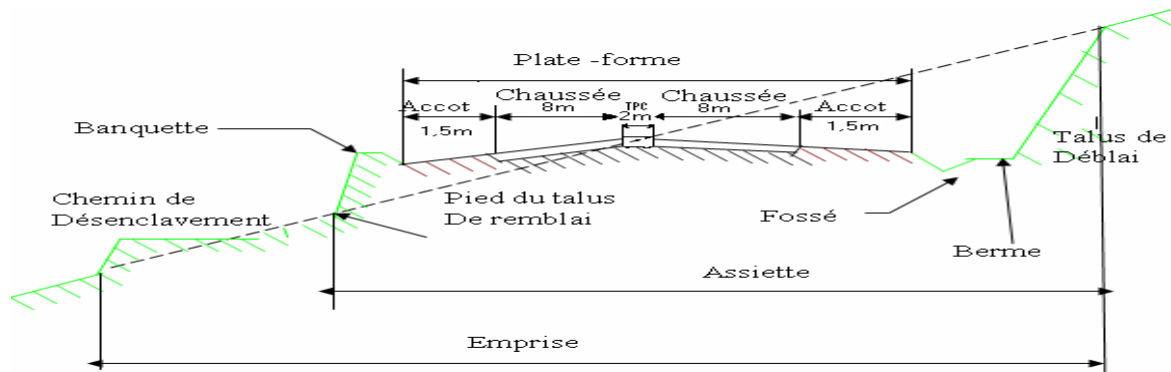


Figure 3.5 Eléments du profil en travers.

3.4.3 Eléments des accotements et des fossés :

Les accotements et les fossés peuvent avoir certaines constructions simples (aménagements) qui sont visible dans la réalité d'exécution.

✓ Garages :

Espaces ménagés en sur largeur d'une chaussée destinée au stationnement des véhicules, soit pour dégager la chaussée, soit pour permettre le croisement ou le dépassement sur route étroite.

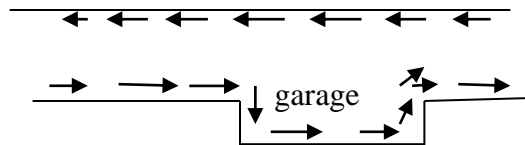


Figure 3.6 : Garage

✓ Saignées :

Rigoles creusées ménagées dans les accotements et permettant l'évacuation des eaux des caniveau vers les fossés.

✓ Drains :

Des saignées profondes ménagées sur la chaussée et les accotements de la route et destinées à évacuer les eaux d'infiltration vers les fossés.

✓ Puisard :

Un trou à paroi maçonné ou bétonné construit au fond des fossés et destiné à recueillir les eaux pour leur permettre soit de s'infiltrer dans le terrain naturel, soit de s'évacuer par des conduites en pente placées à leurs base et traverse de la route.

✓ Regard :

Puisard portant à sa partie supérieure une grille ou un regard.

✓ Cassis :

Un caniveau qui traverse la chaussée.

✓ **Dos d'âne :**

Un bombement transversal de la chaussée.

✓ **Glissière de sureté :**

Barrière basse, métallique ou en béton.

✓ **Murette maçonnée :**

Remplace la glissière de sureté dans le montage pour bien protéger les véhicules. Cette construction gêne le déneigement.

3.4.4 Formes de la chaussée ancienne :

Jusqu'aux années trente, on donnait au profil en travers de la chaussée une forme bombée, on s'imaginant qu'une forme voutée était moins déformable qu'une autre à condition que les bords soient bien résistants.

Avec une augmentation de la pente transversale jusqu'au 5%, l'écoulement des eaux pluviales est assurée.

3.4.5 Formes de chaussée moderne :

Aujourd'hui l'effet de la forme bombée est considéré comme très secondaire, si non illusoire, sans pour autant négliger la résistance des bords qui reste essentielle.

3.4.6 Forme de la chaussée en alignement :

En alignement aujourd'hui on dispose de deux solutions pour assurer l'écoulement des eaux :

✓ **Profil en forme de toit :**

Il est constitué par deux versants plans sphériques dans le cas des revêtements rigides (béton), l'arrête du toit subsiste, tandis qu'avec les revêtements souples (bitumineux), la crête est arrondie par le cylindrage.

Cette solution convient aux routes larges (à plus de deux voies), aux routes secondaires, ainsi que dans les localités et aux croisements.

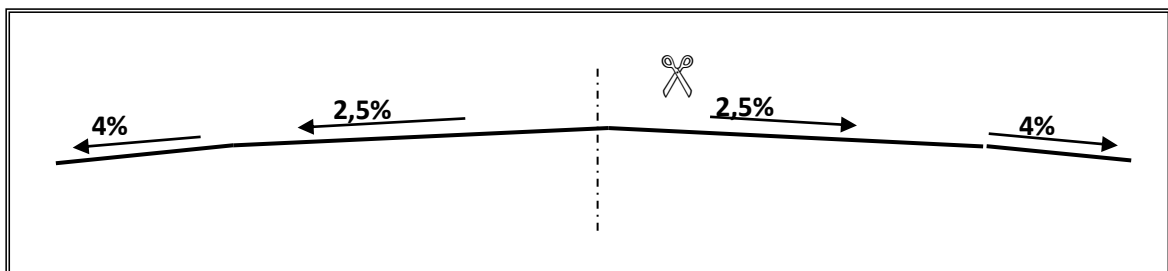


Figure 3.6 : Profil en forme de toit

✓ Pente transversale unique :

Pente transversale rectiligne unique sur toute la largeur de la chaussée.

Elle présente les avantages et les inconvénients suivants :

- Avantages :

- Pas de changement de la sollicitation transversale du véhicule en cas de dépassement.
- Transition de forme plus facile en alignement et en virage.
- Facilité de construction mécanique.

- Inconvénient :

- Plus long chemin pour l'écoulement des eaux.
- Grande différence de niveau entre les deux bords de la chaussée.
- La solution de la forme de la chaussée à unique pente est adoptée généralement pour les autoroutes, dans ce cas la pente de chaque chaussée est dirigée vers l'extérieure ce qui soulage le drainage.

3.4.7 La largeur de la chaussée :

La très grande majorité des routes comportent deux voies de 2,50m ; 3,00m ou 3,50m de façon que les croisements ou les dépassements soient possible en tous points et cette disposition suffit largement à la circulation actuelle et à la circulation prévisible.

Or la largeur de la chaussée se détermine selon le TJMA (trafic journalier majeur annuel), selon la population et la nature de la ville.

- Si la TJMA < 5000 uvp/j on adoptera une chaussée de 4,00 m.
- Si la TJMA < 5000 uvp/j la chaussée comportera 2 ou plusieurs voies, la largeur minimale est de 6 m avec une faible proportion des poids lourds.

Dans le cas où la circulation dépasse les possibilités d'une chaussée 6m ou le TJMA < 5000 ÷ 10000 uvp/j on adoptera une largeur de chaussée de 7m.

- Si le TJMA > 10000 ÷ 16000 uvp/j la chaussée est de 10,5m de largeur.

3.4.8 Profil en travers type :

Représente une coupe transversal dans le corps de chaussée généralement de deux profils juste-opposés l'un en remblais l'autre en déblais et contient tous les éléments consécutifs de la route projetées. Il permet par application sur le profil en travers naturel de calculer l'avant métré des terrassements.

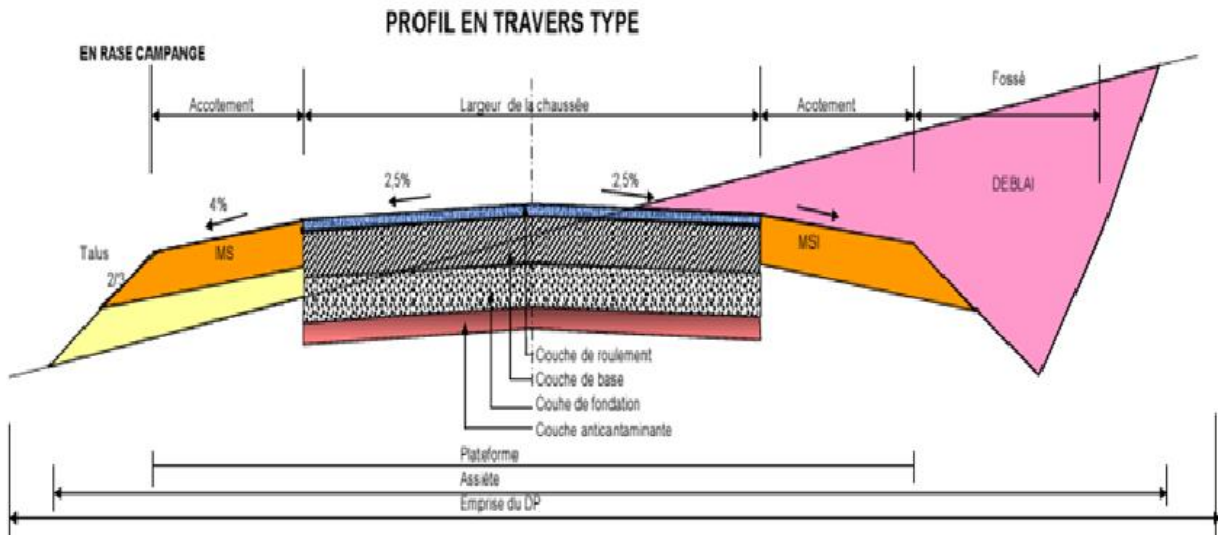


Figure 3.7 : Profil en travers mixte

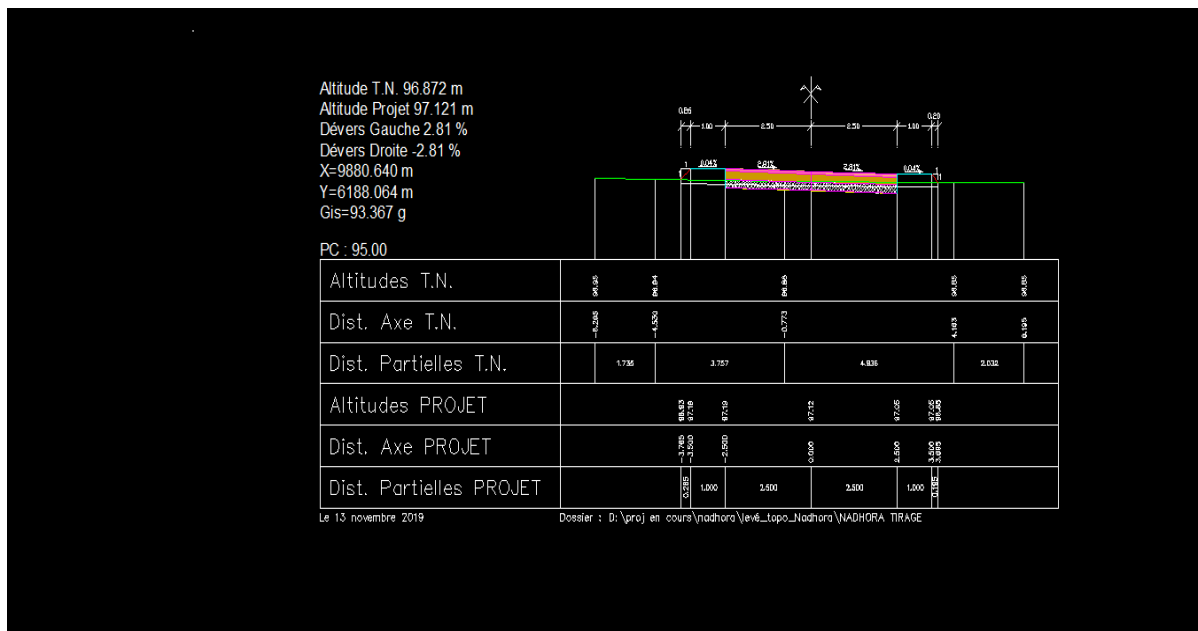


Figure 3.8 : Profil en travers extrait du covadis

Remarque : les résultats des profils en travers obtenus par covadis sont en **annexes 3**

Chapitre 4

Dimensionnement du corps de chaussée

Chapitre 4 : Dimensionnement du corps de chaussée

4.1 Introduction :

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie.

Ce dimensionnement doit prendre en compte plusieurs paramètres à savoir : le trafic, le climat, l'environnement, le coefficient d'agressivité, la durée de vie, les caractéristiques des matériaux disponibles et la portance de la plate-forme.

4.2 Etude du terrain de fondation:

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation pour que le roulement s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des intempéries et des chocs.
- Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

4.3 La détermination des propriétés d'un sol :

En tant que fondation routière sera fait par une série d'expériences et de mesures dont les principales sont :

- Analyse granulométrique et chimique.
- L'étude de la plasticité et de la compacité d'un sol.
- L'étude de la force portance.

4.3.1 Analyse granulométrique et chimique :

L'analyse granulométrique donne finalement la proportion (le pourcentage) des différents grains composants un sol.

Pour les graviers et les sables sont utilisées des tamis de différents diamètres (mailles) et pour les limons et les argiles on fait usage de la vitesse de sédimentation dans l'eau.

L'analyse chimique est effectuée dans les laboratoires spécialisés, les sols chimiques sont rares mais il faut s'en méfier.

4.3.2 La plasticité et la compacité d'un sol :

a. La plasticité d'un sol :

C'est-à-dire sa teneur en argile déterminée par un essai simple appelé « équivalent de sable », le sol mis en suspension dans une éprouvette est décanté en utilisant un produit flocculant qui accélère le processus.

b. La compacité du sol :

Est caractérisée par sa densité à l'état naturel, un sol naturel contient généralement des vides remplis d'air et d'eau. La présence des vides nuit sa résistance ; plus un sol est dense (c.-à-d. lourd) plus il est résistant. Il est donc tout indiqué d'accroître la densité d'un sol qu'on veut utiliser dans, où sous une chaussée pour obtenir la meilleure résistance possible.

C'est le but du compactage qui sera discuté par la suite.

Le problème qui se pose pour réaliser convenablement un compactage est le suivant ; quelle teneur en eau optimale faut-il donner au sol pour obtenir le compactage le plus efficace et quelle densité sèche peut-on espérer atteindre aussi ? (densité sèche = poids de grains solide dans 1m^3).

L'ingénieur American Proctor a imaginé un procédé de compactage dans le laboratoire. D'après une série d'essais effectués sur un sol dont la teneur en eau est différente. Les résultats sont représentés sur un graphique, on peut déterminer ainsi l'optimum Proctor correspondant à la teneur en eau qui donne la densité sèche maximale.

La compacité du sol peut être contrôlée par :

- Un essai de pénétration dit l'aiguille du Proctor procédés moins précis.
- Des prélèvements du sol en découpant des carottes dont on mesurera au laboratoire la teneur en eau et la densité sèche.

4.3.3 Portance d'un sol :

Est la capacité que possède un sol pour résister aux efforts dus aux roues des véhicules et surtout pour des roues les plus lourdement chargées. D'après le code de la route actuelle, la charge d'une roue est de 6.5t et l'essieu autorisé est de 13t. On estime la portance d'un sol à l'aide de la méthode C.B.R (California Bearing Ratio) est voisin de 0 pour les très mauvais sols et peut atteindre 100 et plus pour les très bons.

4.4 Classification des chaussées :

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

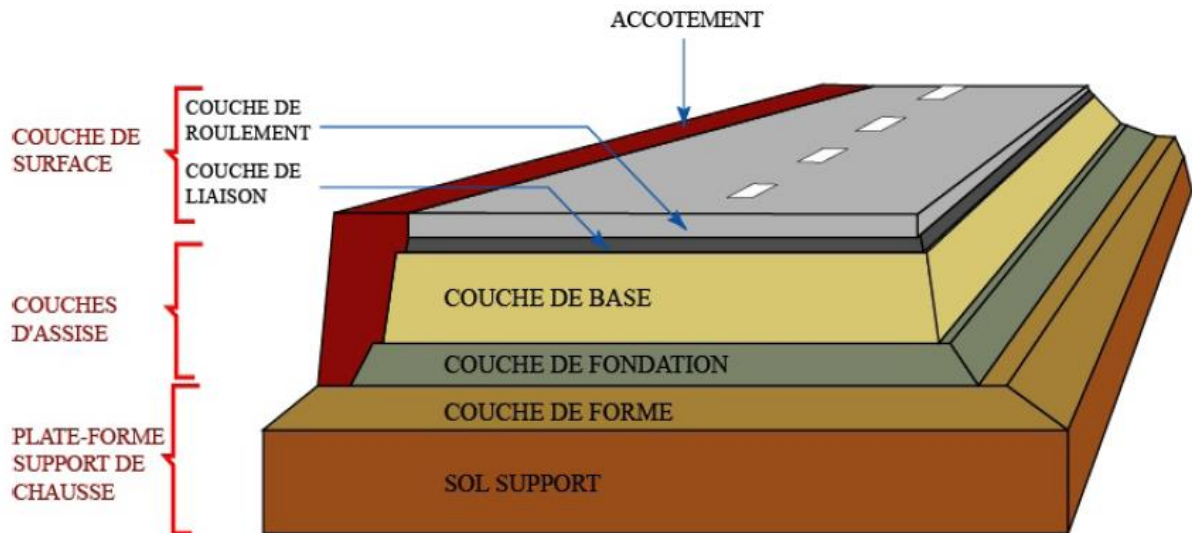


Figure 4.1 : Constitution d'une structure de chaussée

4.4.1 Les chaussées souples :

Chaussées dont le corps est réalisé avec des matériaux non liés ou traités avec un liant hydrocarboné. On distingue les chaussées souples traditionnelles, comportant au moins une couche de matériau non lié, plutôt destinées à des trafics légers, et les chaussées souples épaisses, dont toutes les couches sont bitumineuses, utilisées pour tout type de trafic.

Elle admet de légères déformations (0 à 3mm) sous l'action des charges avant de reprendre leur aspect initial. C'est le comportement d'une plaque de caoutchouc sur un matelas souple.

Mais si la charge est trop lourde ou trop souvent répétée, le sol va se déformer sans reprendre sa position initiale entraînant une dégradation rapide de la chaussée.

Ce type d'assise est utilisé pour des routes peu utilisées par des poids lourds.



Figure 4.2 : Structure de chaussée souple

4.4.2 Les chaussées semi-rigides :

On distingue :

- ✓ Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulats,). La couche de roulement est en enrobé

hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé bitumineux. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

- ✓ Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux. Ce type de chaussée est très répandu dans le sud d'Algérie.

Au passage d'une charge lourde, elles se déforment peu (0 à 0,5 mm). Elles répartissent bien la charge sur le sol qui ainsi se déforme peu.

C'est le comportement d'une plaque de verre posée sur un matelas souple. Mais si la charge est trop lourde et si l'on n'a pas l'épaisseur suffisante la déformation devient trop grande et la plaque de verre casse.

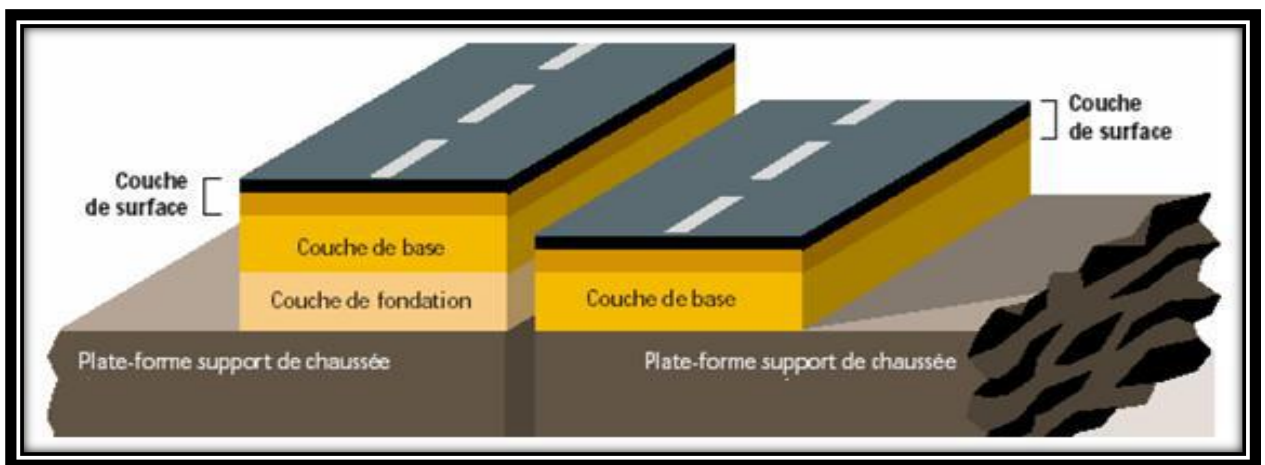


Figure 4.3 : Structure de chaussée semi-rigide

4.4.3 Chaussées rigides:

La chaussée est réalisée essentiellement avec un matériau rigide, généralement du béton de ciment ; la couche de béton assure en principe le rôle de couche de base et de surface mais peut être recouverte d'une couche de roulement en béton bitumineux mince.

Les avantages de ce type de chaussée sont la bonne répartition des charges sur le support et la bonne tenue à la fatigue. Les revêtements en béton de ciment possèdent divers avantages par rapport aux revêtements asphaltiques dont voici les principaux :

- Ils sont excellents comme antidérapants. Quand ils sont humides, l'adhérence des véhicules est moins que dans le cas des revêtements souples.
- Ils ne présentent jamais les ondulations qui se produisent fréquemment avec les revêtements à liants plastiques.

Leur prix de revient, compte tenu de leur haute qualité, est réduit. Ils sont beaucoup plus économiques que les bétons asphaltiques.

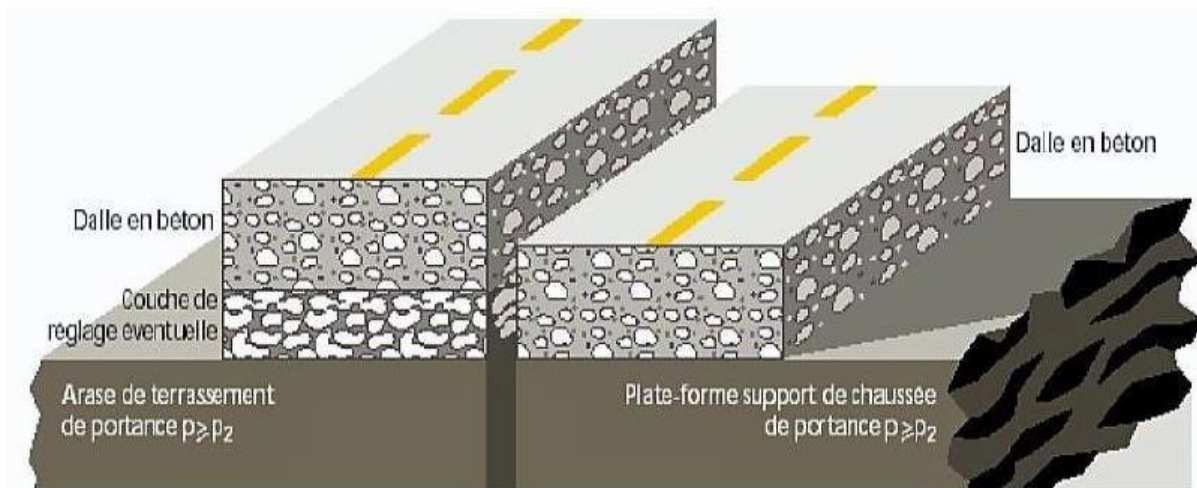


Figure 4.4 : Structure de chaussée rigide

4.5 Rôle des différentes couches de chaussée souple :

Les différentes couches d'une chaussée souple sont, en partant du haut :

- La couche de surface
- La couche de base
- La couche de fondation
- La couche de forme

Ces différentes couches peuvent ne pas exister simultanément dans une chaussée. S'il y a toujours une couche de base, il n'y a pas toujours de couche de surface ou de couche de fondation.

4.5.1 La couche de surface :

- ✓ Elle a pour objet essentiel de permettre l'absorption des efforts de cisaillement importants provoqués par la circulation dans la partie haute de la chaussée.
- ✓ La couche de surface peut être simple ou multiple ; dans ce dernier cas, on appelle "couche de roulement" celle qui est en contact direct avec les roues l'autre ou les autres sont appelées "couches de liaison".

4.5.2 La couche de base :

- ✓ La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet du trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25cm.
- ✓ En Algérie, cette couche de base est complètement en matériaux non traités.

4.5.3 La couche de fondation :

Si elle existe, la couche de fondation a pour objet essentiel de résister aux charges verticales et de répartir convenablement sur le terrain les pressions qui en résultent.

La sous couche : Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certaines actions (le sol naturel est de mauvaise qualité), on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche. La sous couche est, éventuellement, prévue pour :

- ✓ Soit assurer le drainage de la fondation : la sous couche est dite alors « drainante ».
- ✓ Soit empêcher les remontées d'argile dans la chaussée : la sous couche est dite alors « anti-contaminant ».
- ✓ Soit s'opposer aux remontées d'eau par capillarité : la sous couche est dite alors « anti-capillaire ».
- ✓ Soit lutter contre les effets de gel : la sous couche est dite alors « anti-gel ».

4.5.4 La couche de forme :

Bien que ne faisant pas partie de la chaussée proprement dite, elle participe à son intégrité de par ses fonctions :

- ✓ Pendant les travaux, elle contribue au nivellement et assure le trafic d'engins et de véhicules sur le chantier.
- ✓ Elle permet d'égaliser le terrain naturel.
- ✓ Elle protège contre le gel.
- ✓ Elle est constituée de matériaux réutilisés.

4.6 Choix du type de chaussée :

Pour notre projet on a choisi une chaussée souple car elle a autant d'avantage qui nous permet l'utilisation des matériaux liants, de plus elle est plus économique.

4.7 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

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

4.7.1 Trafic :

La connaissance du trafic et principalement du poids lourd, constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée. Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres :

- ✓ Le **TJMA** à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- ✓ Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Trafic « poids lourd » comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes.

4.7.2 Le climat et l'environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations. L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné. Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

4.7.3 Le sol support :

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

Tableau 4.1 : Classe de portance des sols S_i

Portance (S_i)	CBR	Interprétation
S_4	<5	Très mauvaise portance
S_3	5-10	Mauvaise portance
S_2	10-25	Portance moyenne
S_1	25-40	Bonne portance
S_0	>40	Très bonne portance

4.7.4 Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic PL.

4.8 Méthodes de dimensionnement des chaussées :

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement des structures de chaussées proposées dans la littérature.

Chacune de ces méthodes a ses avantages et ses limites par rapport aux conditions locales de chaque administration.

Pour la détermination de l'épaisseur de corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. La méthode utilisée par les bureaux d'études qui sont empiriques sont basées sur :

- ✓ La détermination de l'indice portant du sol.
- ✓ Appréciation du trafic composite.
- ✓ Utilisation d'abaque ou formule pour déterminer l'épaisseur de chaussée.

Ces méthodes s'appuient sur deux paramètres :

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

Parmi les méthodes les plus utilisées en Algérie on trouve :

- ✓ Méthode des catalogues
- ✓ Méthode C.B.R.

4.8.1 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement. Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

4.8.2 Méthode CBR : (californien- bearing- ratio) :

C'est une méthode (semi empirique), elle se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'O.P.M. les abaques qui donnent l'épaisseur «e» des chaussées en fonction des pneus et du nombre de répétitions des charges, tout en tenant compte de l'influence du trafic. L'épaisseur de la chaussée, obtenue par la formule CBR améliorée, correspond à un matériau bien défini (grave propre bien gradué). Pour ce matériau, le coefficient d'équivalence est égal à 1. Et pour les qualités différentes, il faudra utiliser le coefficient (ei), tel que : $e = \sum a_i * e_i$

a_i : coefficient d'équivalence de chacun des matériaux à utiliser.

Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4.2 : Coefficient d'équivalence des matériaux

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave ciment-grave laitier	1.50
Grave concassé ou gravier	1.00
Grave roulé-grave sableuse T.V.O.	0.75
Sable	0.50
Tuf	0.60

4.9 Application au projet :

Cette méthode consiste à déterminer l'épaisseur équivalente du corps de chaussée et ensuite à déterminer les épaisseurs des différentes couches par la formule suivante :

Cette méthode consiste à déterminer l'épaisseur équivalente du corps de chaussée par la formule simplifiée suivante, et ensuite à déterminer les épaisseurs des différentes couches :

$$E_{eq} = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

Avec,

E: épaisseur équivalente (cm)

I_{CBR} : Indice CBR (sol support) , on prend $I_{CBR} = 8$

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

On a,

$$E_{eq} = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{8 + 5} = 37.11 \text{ cm}$$

Pour déterminer les épaisseurs des différentes couches on utilise la formule suivante :

$$E_{eq} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3$$

Tableau 4.3 : épaisseurs des couches

Couches	Epaisseurs équivalentes (cm)	Coefficients d'équivalences	Epaisseurs réelles (cm)
Enrobé dense (C.R)	6	2	3
Grave concassée (C.B)	20	1	20
Tuff (C.F)	12	0.6	20
Total	38		43

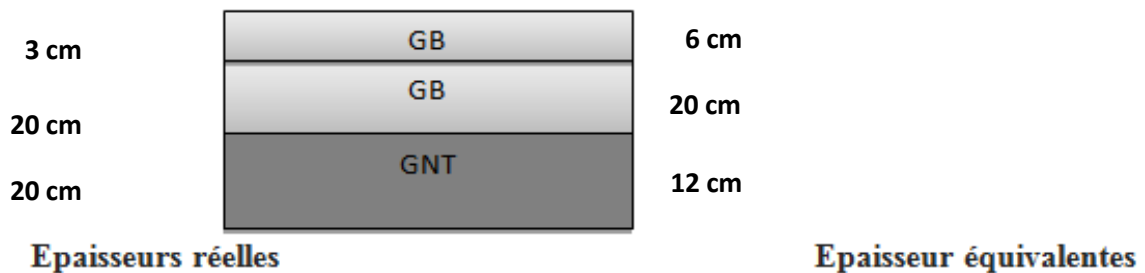


Figure 4.5 : Différents couches de la chaussée

Chapitre 5

Implantation de l'axe

Chapitre 5 : Implantation de l'axe

5.1. Implantation :

Dans le cas d'une voie (route) l'axe du tracé et le profil en long sans piquetés, à cette effet, les piquets sont implantés à l'extrémité de chaque alignement droits, des courbes et aux sommets (figures 5.1 et 5.2).

➤ En plan :

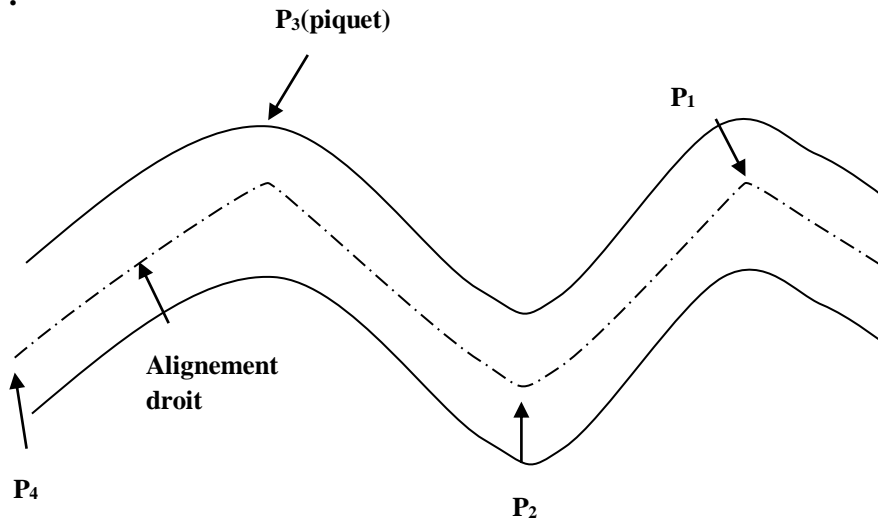


Figure 5.1: Implantation de l'axe en plan

➤ En profil en long :

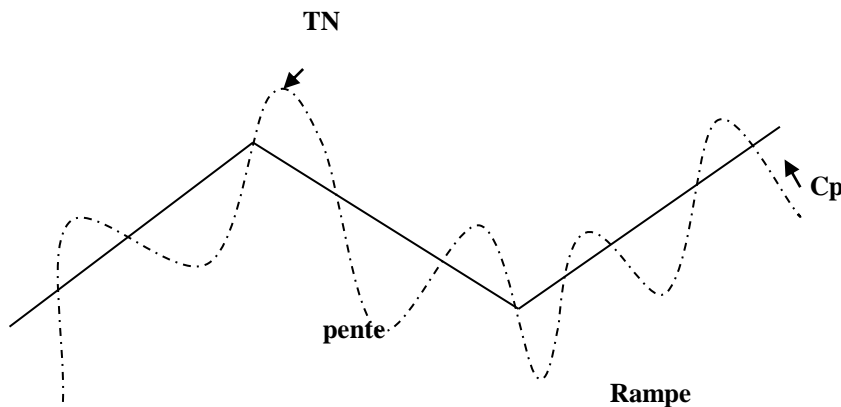


Figure 5.2: Implantation du profil en long

5.2. Principe de calcul d'implantation :

5.2.1. Calcul des coordonnées aux sommets :

5.2.2. Calcul à partir de deux points connus :

Pour le calcul des coordonnées (x,y) du point P_0

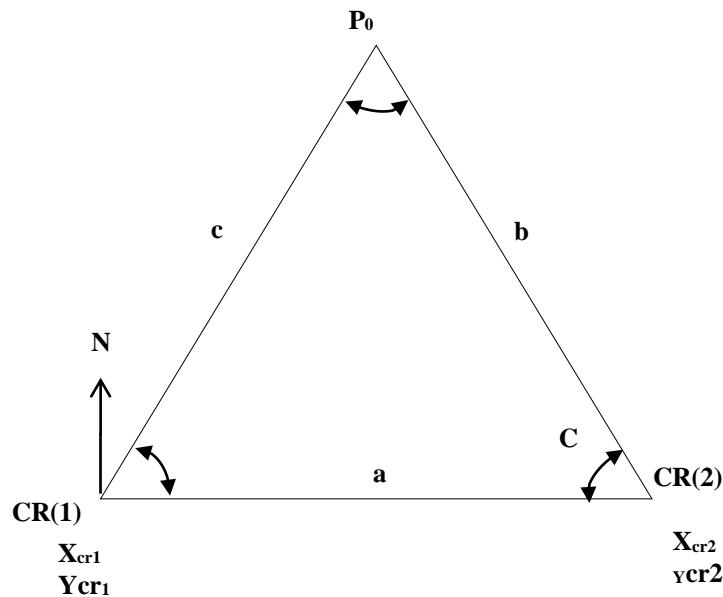


Figure 5.3: Calcul des coordonnées à partir de deux points connus

Les distances entre les points sont mesurées graphiquement.

On utilise les points les plus proches du sommet, c à d on utilise les coordonnées des points connus les plus proches du point P_0 .

Le triangle est définie par 3 cotés a, b et c , $x_{cr1}, y_{cr1}, x_{cr2}, y_{cr2}$ qui sont données à partir du levé topographique.

On détermine les angles \hat{A} , \hat{B} et \hat{C} par la règle du cosinus à savoir :

1. $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \times \cos \hat{A}$ et on détermine l'angle \hat{A}
2. $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \times \cos \hat{B}$ et on détermine l'angle \hat{B}
3. $c^2 = b^2 + a^2 - 2ab \times \cos \hat{C}$ et on détermine l'angle \hat{C}

Pour chaque équation on détermine l'angle correspondant:

$$\hat{B} = \text{Arc cos} \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}, \hat{C} = \text{Arc cos} \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}, \hat{A} = \text{Arc cos} \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

On détermine x_{p0} et y_{p0} :

On calcul : $G_{CR} - P_0 = 100 - \hat{B}$.

Ou bien du point c : $G_{CR2} - P_0 = 300 + \hat{C}$.

Du point 1 :

$$X_{p0} = X_{CR1} + c \times \cos G_{CR1} - P_0 .$$

$$y_{p0} = Y_{CR1} + c \times \sin G_{CR1} - P_0 .$$

Du point 2 :

$$X_{p0} = X_{CR2} + b \times \sin G_{CR2} - P_0 .$$

$$Y_{p0} = Y_{CR2} + b \times \cos G_{CR2} - P_0 .$$

5.2.3. A partir d'un point et une station :

$$\hat{B} = \text{Arccos} \left[\frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c} \right]$$

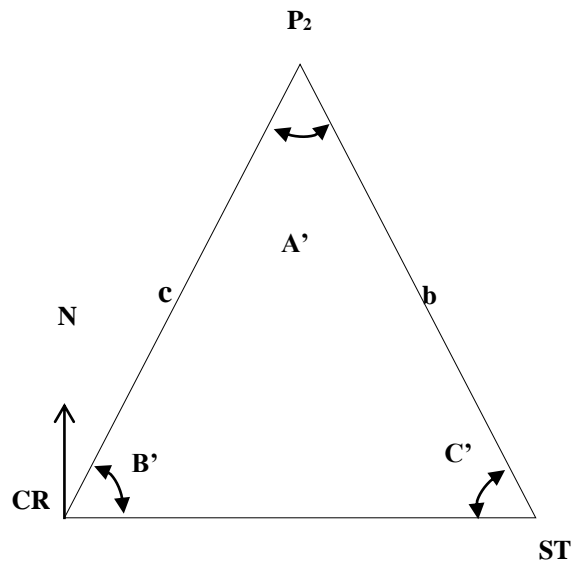


Figure 5.4: Calcul des coordonnées à partir d'un point et une station

1. On calcul le gisement point - station

$$\text{tg} \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_{xt} - x_{cr}}{y_t - y_{cr}}$$

2. On calcul $\alpha = \text{Arctg} \alpha$
3. On détermine le gisement en fonction de α
4. On calcul les coordonnées des point P₂

$$X_{p2} = X_{p1} + C \times \sin G_{P1.ST}$$

$$Y_{p2} = Y_{p1} + C \times \text{SOS} G_{P1.ST}$$

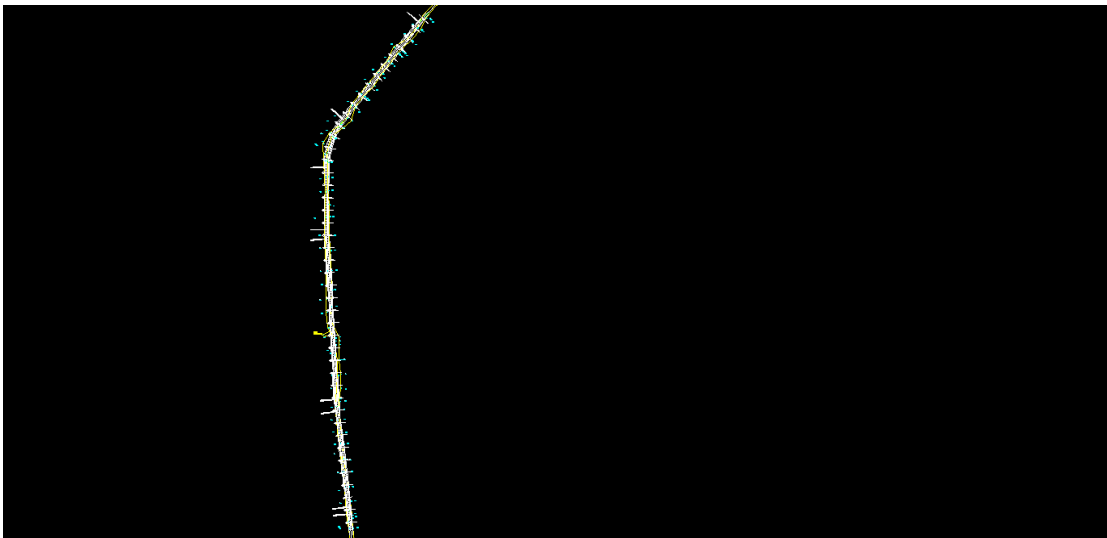


Figure 5.4: Implantation de l'axe en plan extrait covadis

Chapitre 6

Cubatures et mouvement des terrassements

Chapitre 6 : Cubatures et mouvement des terrassements

6.1 Introduction :

La réalisation d'un projet routier ne peut pas se faire sans modifier la forme naturelle du terrain sur lequel l'ouvrage va être implanté, car il n'est pas possible que le projet suit exactement les variations du relief du terrain. Ceci se fera soit par un apport de terre pour surélever le terrain : c'est le Remblai, soit par excavation des terres existantes pour abaisser le niveau du terrain : c'est le Déblais. L'ensemble de ces deux opérations constitue le terrassement.

Pour atteindre l'économie maximale du point de vue du coût des terrassements il faut bien :

- ✓ Mettre en œuvre le minimum de matériau.
- ✓ Equilibrer les mouvements des terres (déblais- remblais).
- ✓ Minimiser la distance de transport.

La finalisation d'un projet de route passe nécessairement par une optimisation du profil en long permettant d'atteindre ces objectifs.

6.2 Définition :

La cubature de terrassement est une opération qui consiste à déterminer la quantité des terres à évacuer en cas de déblais et à apporter en cas de remblais dans un projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne de projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- ✓ Les profils en long
- ✓ Les profils en travers
- ✓ Les distances entre les profils.

6.3 Méthodes de calcul utilisées :

Pour calculer un volume, il existe plusieurs méthodes parmi lesquelles nous pouvons citer : La méthode exacte, La méthode de l'aire moyenne ou la méthode de profil, La méthode de la moyenne des aires,...

Parmi toutes ces méthodes, la plus utilisée est celle de la moyenne des aires qui est une méthode très simple mais qui présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par un coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

6.4 Description de la Méthode :

Elle consiste à calculer séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux.

Le volume V compris entre S_1 et S_2 est égale à : $V=L/6(S_1+S_2+4S_0)$

Où L, S_1, S_2 et S_0 désignent respectivement :

L : distance entre deux profils.

S_1, S_2 : Les surfaces verticales des profils en travers P_1 et P_2

S_0 : Surface limitée à mi-distances des profils.

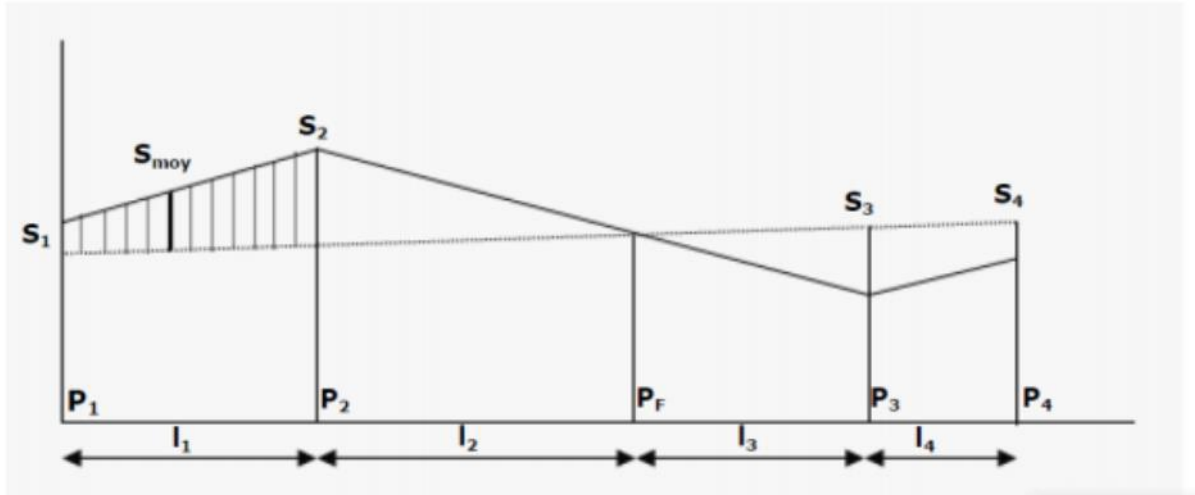


Figure 6.1: Profil en long d'un tracé donné

Le volume compris entre les deux profils en travers P_1 et P_2 de section S_1, S_2 sera égale à :

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions : $4S_{moy}$ et $\frac{S_1+S_2}{2}$

Ceci donne:

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 \quad V_1 = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_F \quad V_2 = \frac{l_2}{6} \times (S_1 + 0)$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 \quad V_3 = \frac{l_3}{6} \times (0 + S_2)$$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1+l_2}{2} S_2 + \frac{l_2+l_3}{2} S_3 \times 0 + \frac{l_3+l_4}{2} S_4 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

Remarque : Les calculs des cubatures ont été faits à l'aide du logiciel Covadis et les résultats sont détaillés dans l'annexe 4 joint.

6.5 Mouvements des terres et l'épure de Lalanne :

6.5.1 Objectifs :

Indiquer le transport de terres qui doivent être effectués sur un chantier de terrassement routier. Pour chaque volume de matériaux, on indique :

- ✓ Le lieu d'extraction
- ✓ Le lieu de mise en dépôt ou en remblai.
- ✓ La distance de transport.

6.5.2 Epure de Lalanne :

a. Principe :

L'épure de LALANNE est une méthode de recherche de l'optimum de transport des terres pour des chantiers linéaires. Elle permet de trouver, de façon simple et rapide, la meilleure ventilation des masses de déblais et remblais.

b. Construction

Sur une ligne horizontale appelée ligne de terre, on porte, à l'échelle choisie, par exemple celle du profil en long, l'emplacement des centres de gravité de chaque masse de terre.

Perpendiculairement à cette ligne et en partant du 1er centre de gravité appelé origine (point O), on porte à une échelle donnée les cubes (volumes) de déblais et de remblais. Les déblais de bas en haut, les remblais de haut en bas, en reliant le centre d'une masse à l'autre par une marche horizontale et en repartant chaque fois de cette marche pour porter le déblai ou le remblai suivant.

On obtient ainsi un «escalier», qui ne fait que représenter graphiquement une addition avec déblais en signe + et remblais en signe -.(figure 6.2).

- a- Au-dessus de la ligne de terre, cela signifie que les déblais sont en excédent. Il faut mettre des matériaux en dépôt.
- b- Au-dessous de la ligne de terre, cela signifie que les déblais sont déficitaires. Il faut trouver un emprunt.
- c- Sur la ligne de terre : cela signifie que les déblais compensent exactement les remblais.

Supposons qu'il y ait excès de déblai final (segment KK') et que l'on dispose de trois dépôts en E, G et K.

Si les capacités des dépôts K et G sont limitées à K'K'' et G'G'', on porte le volume K'K'', puis une horizontale K''G' et le segment G'G''. La quantité de terre à mettre au dépôt E est représentée par le segment E'E.

La ligne en gras est appelée ligne de répartition.

Pour des emprunts, on procède de la même façon, mais en changeant les signes des segments représentatifs des volumes empruntés.

Les aires comprises entre la ligne de répartition et l'escalier représentent le produit d'un volume par une distance de transport (appelé moment). On l'exprime en $m^3 \times km$.

L'économie du chantier est optimisée si cette aire est minimale. Cela n'est possible que dans la limite des capacités des emprunts et dépôts.

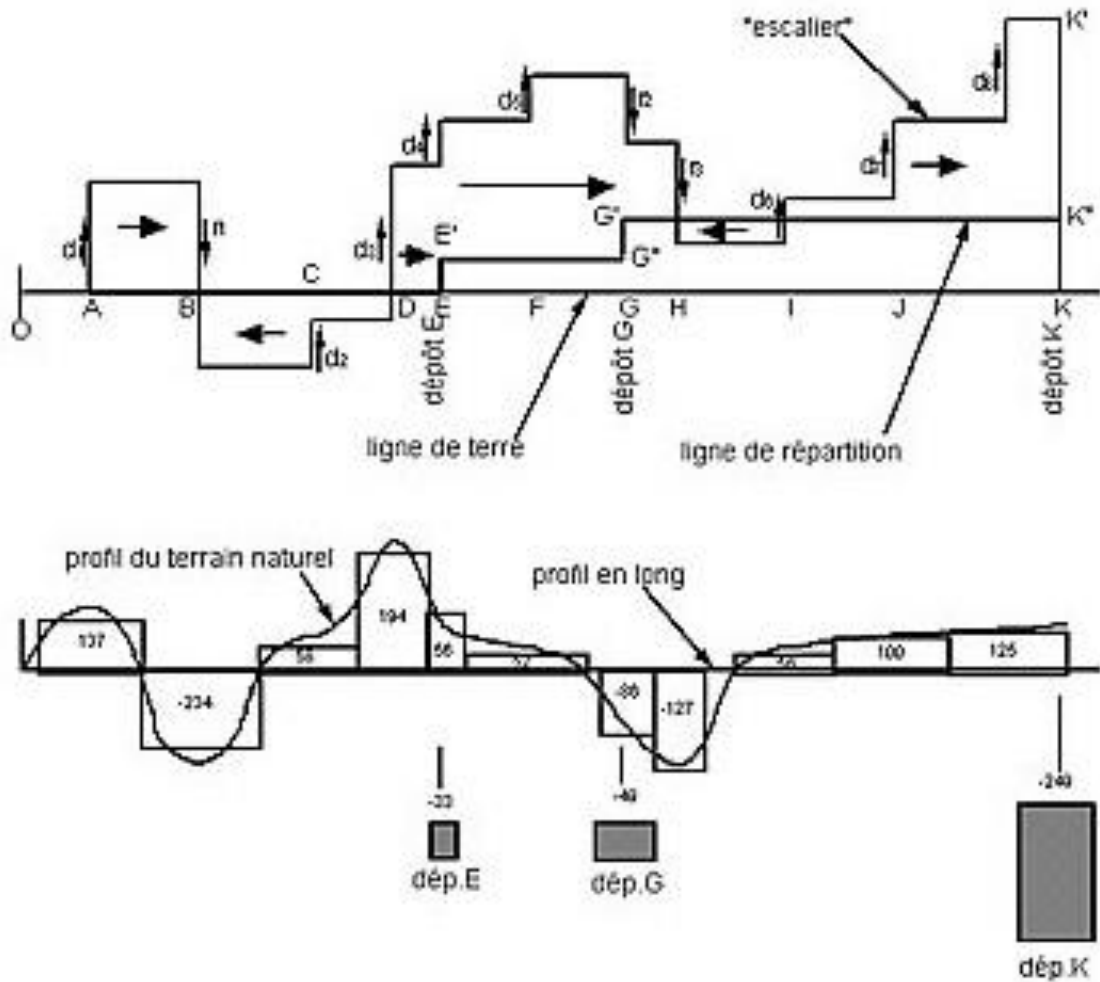


Figure 6.2: Epure de Lalanne

Chapitre 7

Dimensionnement des ouvrages d'assainissement

Chapitre 7 : Dimensionnement des ouvrages d'assainissement

7.1 Introduction

Un réseau d'assainissement a pour objet la collecte des eaux usées et pluviales et pour objectif la protection du milieu naturel, il constitue un équipement public essentiel. Il doit être parfaitement étanche, même en cas de mouvements de terrain, il doit avoir un degré très élevé de durabilité.

L'eau quel que soit son origine dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc.) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes.

Tel que l'affaissement, désenrobage, nid de poule, l'érosion de corps de chaussée.

Pour résoudre tout problème qui peut ultérieurement détériorer la chaussée. Pour résoudre tout problème qui peut ultérieurement détériorer la chaussée, nous constatons les ouvrages d'assainissement comme solutions

7.2 Méthodes de dimensionnement des ouvrages :

Dans, cette partie, nous ne citerons que les différentes méthodes existantes. Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement dont :

- Méthode superficielle ou celle de Caquot ;
- Méthode rationnelle ;
- Méthode linéaire.

7.2.1 Méthodes de Caquot :

C'est une méthode qui détermine les débits de pointe en se basant sur les caractéristiques hydrologiques du sous bassin versant. Elle est utilisée pour des bassins versants qui admet une superficie plus grande que 200 ha

Elle est donnée par la formule suivante qui est celle de Caquot :

$$Q = 550 \times I^{0.275} C^{1.15} \times A^{0.76}$$

Q : Débit de pointe (l/s) ;

A : Aire de bassin versant (ha) ;

C : Coefficient de ruissellement ;

I : Pente moyenne sur le développement total du parcours de l'eau

Lorsque le bassin versant comporte des surfaces **S1, S2, S3, ... Sn**, les coefficients de ruissèlements respectifs sont **C1, C2, C3, ..., Cn**, alors le coefficient pondéré est donné par la formule qui suit:

$$C = \frac{C_1 \times S_1 + C_2 \times S_2 + C_3 \times S_3 + \dots + C_n \times S_n}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n} = \frac{\sum C_n \times S_n}{\sum S_n}$$

7.2.2 Méthode dite rationnelle :

Cette méthode est utilisée pour les petits bassins et évalue le débit à l'aide de la formule suivante :

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

Les dimensions qui seront retenues pour l'ouvrage sont celles qui répondent à la condition suivante :

$$Q_a < Q_S$$

Avec:

Q_a : Débit de la crue décennale (en m³ /s) ;

Q_S: débit de saturation ;

K : Coefficient en fonction des unités utilisées ;

A : Surface du bassin versant (km²) ;

I : Intensité moyenne de pluie ou de l'averse de fréquence donnée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h) ;

C : Coefficient de ruissellement.

Le coefficient de ruissellement (**C**) est le rapport entre la quantité d'eau tombée sur le bassin versant et celle qui ruisselle effectivement sur sa surface. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : La couverture végétale, la forme, la pente **P** et de la nature du terrain.

Le coefficient de ruissellement **C** est donné par le tableau suivant :

Tableau 7.1 : Valeurs du coefficient de ruissèlement C

Nature d'habitat	Coefficient de ruissèlement
Habitations très denses	0.9
Habitations denses	0.6 à 0.7
Habitations moins denses	0.4 à 0.5
Quartiers résidentiels	0.2 à 0.3
Zone industrielle	0.2

* Le calcul de l'intensité de l'averse (I) est donné par :

$$I_t = i \times \left(\frac{T_c}{24}\right)^B \text{ avec : } B = b-1$$

- L'intensité horaire est déterminée par la formule qui suit :

$$I = \frac{P(t)}{t_c}$$

Avec :

- Formule de Venturi lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$

$$T_c = 0.127 \times \sqrt{\left(\frac{A}{P}\right)}$$

- Formule de Passini lorsque : $5 \leq A < 25 \text{ km}^2$

$$T_c = 0.108 \times \frac{\sqrt{(A \times L)}}{\sqrt{P}}$$

- Formule de Giandothi lorsque $25 \leq A < 25 \text{ km}^2$

$$T_c = \frac{1.5 \times L + \sqrt{A}}{0.8 \sqrt{H}}$$

Avec :

I = P(%)/24 (L'intensité horaire).

b: l'exposant climatique.

I : l'intensité horaire pour une durée 1h ;

It : l'intensité de l'averse en (mm/h) ;

Tc : Temps de concentration obtenu à l'aide des formules ci-dessous en fonction de la superficie de bassin versant (BV) :

i : Intensité de la pluie (mm/h) ;

tc: Temps de concentration (heure) ;

P(t) : Hauteur de la pluie de durée **tc** (mm).

➤ La surface du bassin versant (A) est celle de l'assiette de l'autoroute et les surfaces du bassin versant du terrain naturel

➤ Le calcul du débit de saturation (Q_s) est déterminé par la formule de Manning stricler :

$$Q_s = V \times S_A \text{ et } V = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times R^{\frac{2}{3}}$$

Kst : Coefficient de rugosité ;

I : Pente longitudinale de l'ouvrage ;

R : Rayon hydraulique est égale à la section mouillée sur le périmètre mouillé.

St : Section totale de l'ouvrage ;

Su : Section utile de l'ouvrage est égale à $b \times H_u$

Hu : hauteur utile.

7.2.3 Méthode Linéaire :

Elle permet avec une manière plus simple que celle de Caquot de suivre la progression des débits à prendre en compte le long d'une voie.

La formule sur laquelle repose l'application de cette méthode résulte d'une correction reconnue entre le coefficient de ruissèlement et la densité des voies des voies. Elle est indiquée par la formule suivante :

$$C^{1.15} = 0.56 \left(\frac{L}{2A}\right)^{0.75} \times \mu$$

L : Longueur des voiries (Km) ;

μ : Facteur d'imperméabilité tenant compte de l'état de saturation de la zone considérée. A

: Surface en hectare de la zone considérée. Alors le débit sera établi comme suit :

$$Q = 550 \times I^{0.275} \times 0.56 \times \left(\frac{L}{2A}\right)^{0.75} \times \mu \times A^{0.76}$$

La formule suivante est proposée pour le facteur d'imperméabilité

$$\mu = 0.02 \frac{H}{\tau} \times \frac{1}{R^{1/8}}$$

$\frac{H}{\tau}$: Densité de la population par kilomètre de rue dans la zone considérée;

R : Longueur totale de la voie.

7.3 Ouvrages hydrauliques utilisés le long de notre tronçon :

Compte tenu de l'absence des données hydrauliques, nous avons choisis des ouvrages busés et des ouvrages submersibles en fonction de la nature du terrain..

Tableau 7.2 : Récapitulatif des dimensions des ouvrages busés

N°	Pk (Km+m)	Diamètre de l'ouvrage (mm)
1	Pk : 0+075 m	$\phi 800$
2	Pk : 0+700m	$\phi 800$
3	Pk : 1+225m	2x $\phi 1000$
4	Pk : 2+150m	4x $\phi 1000$
5	Pk : 2+350m	$\phi 1000$
6	Pk 2+800m	4x $\phi 1000$
7	Pk : 3+000m	$\phi 1000$
8	Pk : 3+900m	4x $\phi 1000$
9	Pk : 4+575m	$\phi 1000$
10	Pk : 4+775m	4x $\phi 1000$

Le tableau suivant illustre les différents ouvrages submersibles le long de la route étudiée :

Tableau 7.3 : Récapitulatif des ouvrages submersibles.

N°	Pk(Km+m)	ouvrages submersibles
1	Pk 2+800m	/
2	Pk : 3+900m	/
3	Pk : : 4+775m	/

Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	QTE	PRIX/U	MONTANT
I	<u>TERRASSEMENT</u>				
01	Décapage de la terre végétale, y/c réglage de plate forme, exécution des fossés en terre et évacuation à la DP	M ²	42 000,00	80,00	3 360 000,00
02	Déblai en terrain meuble mis en dépôt y compris compactage de fond de forme évacuation a la DP.	M ³	27 132,00	300,00	8 139 600,00
05	Remblais d'emprunt en matériaux sélectionnée.	M ³	5 428,00	300,00	1 628 400,00
II	<u>CORPS DE CHAUSSEE</u>				
01	F/P de couche de fondation en Tuf ou stérile sur épaisseur de 20 cm y compris arrosage et compactage.	M ³	7 000,00	600,00	4 200 000,00
02	F/P de couche de base en Grave Concassée sur épaisseur de 20 cm y compris arrosage et compactage	M ³	7 000,00	1 500,00	10 500 000,00
03	Imprégnation en cut- back 0/1 (5000X5M)	M ²	25 000,00	70,00	1 750 000,00
04	Revêtement en Tri-couche (3/8-8/15 et 15/25) sur 5m	M ²	25 000,00	380,00	9 500 000,00
III	<u>ASSAINISSEMENT</u>				
01	Réalisation de fossé bétonné y/c ouverture des fouilles hérissonnage et toutes sujétions de bonne exécution.	ML	1 000,00	2 000,00	2 000 000,00
02	Réalisation de gabion en pierre sèche	M ³	300,00	2 000,00	600 000,00
03	F/P buse Ø800 de nature mal femelle y compris hérissonnage, plate forme en T.S ep 20 cm fouille en toute nature de terrain et remblaiement mur en aile tête d'ouvrage en bétoncyclopéen	ML	19,20	14 000,00	268 800,00
04	F/P buse Ø1000 de nature mal femelle y compris hérissonnage, plate forme en T.S ep 20 cm fouille en toute nature de terrain et remblaiement mur en aile tête d'ouvrage en bétoncyclopéen	ML	115,20	20 000,00	2 304 000,00
05	Réalisation d'un Gue submersible en Béton Armé(UN SEULE NAP ESP 20CM T12) ep 15 cm sur hérissonnageep 20 y/c arro et toutes sujétions de bonne exécution .	M ²	1 050,00	3 000,00	3 150 000,00
Total H,T					47 400 800,00
T,V,A 19%					9 006 152,00
Total TTC					56 406 952,00

Arrêté le présent devis en TTC à la somme de :

SOIT CINQUANTE-SIX MILLION -QUATRE CENT SIX MILLE NEUF CENT CINQUANTE-DEUX DINARS.

Conclusion générale

Le travail entrepris dans ce mémoire était très important pour nous dans le but ou il nous a permis d'affronter les problèmes techniques et administratifs entamés du début jusqu'à la fin de notre projet de fin d'études (P.F.E). Cette étude nous a permis d'appliquer nos connaissances acquises dans le domaine du génie civil et de mieux maîtriser les normes et les programmes de calcul tels que autocad et covadis». De plus, les principales préoccupations qui ont guidé notre modeste travail étaient le confort et la sécurité des usagers ainsi que l'aspect économique et environnemental route.

Pour conclure, on peut avouer que ce projet de fin d'études nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer quelques connaissances acquises durant notre formation au sein de l'université Ibn Khaldoun mais aussi de mieux côtoyer les spécialistes et connaisseurs du domaine routier, notamment les cadres de la direction des travaux publics (D.T.P) de la wilaya de TIARET prenant en compte leurs contributions efficaces, leurs précieux conseils, et leurs savoirs faire , tout cela dans le but d'enrichir nos modestes connaissances pour appréhender notre avenir et affronter les différentes contraintes dans notre vie professionnelle.

Références bibliographiques

- Livres et D.T.R

- [1] B40.normes technique d'aménagement des routes. Algérie: ministre des travaux publics, octobre1977.
- [2] Roger, Coquand. route circulation trace et construction. livre1. Paris. p258.
- [3] Michel, Faure. Route les cours de l'ENTPE. tome1. Lyon : Eleas, 1997. pp35-221.
- [4] : Kalli, F. NeeRahal., trace en plan. cours de routes.: école nationale supérieure des travaux publics ; Alger, 2014, p57-83. ISBN 9789961015261.
- [5] Setra (1994), aménagement des routes principales (guide technique).
- [6] Lcpc ; setra. Réalisation des remblais et des couches de forme ; guide technique fascicule 1et2. 2eme édition. Paris: Bagneux, juillet 2000.pp 1-84 p 102.
- [7] Setra-Lcpc. Chapitre 2 caractéristiques générales des chaussées. Guide technique, ministère de l'équipement des transports et du tourisme, 1994.
- [8] Setra. Réalisation des remblais et des couches de forme, guide technique fascicule 1et2, édition 1994.
- [9] Lcpc -Setra. guide technique ; dimensionnement des structures de chaussées.2009.p63.
- [10] lcpc- Setra. guide technique de l'assainissement routier, (setra – 2006).p188.
- [11] Setra. L'eau et la route; dispositifs de traitement des eaux pluviales .volume 7.paris: bagneux, 1997.
- [12] François , G, Briere. Distribution et collecte des eaux. 2eme édition : école polytechnique de Montréal, 2000. p399.

- Mémoires de fin d'études

- [1] Chetioui.B, Belhadji.F, étude de dédoublement de la RN90 sur 7.4onçon Mostaganem CW 24 avec aménagement de carrefour. Mémoire d'ingénieur d'état en travaux publics. ENTP Alger : juillet 2008.pp52.p87.
- [2] Bougrid.A, Touati.A, étude de dédoublement de la rn12 sur 13 km. Mémoire d'ingénieur. Alger Kouba : juin 2008.pp68.p70.
- [3] Cours de circulation de master 2 génie civil. 2015.
- [4] Madouri, Y., Zarouali, A. étude technique d'un tronçon d'une route évitement de la ville Sfifef sur 7 km, mémoire de master 2de génie civil, soutenue en 2013.

- Sites internet

- [1]: <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilayade-tiaret.html> .consulte le 2018.
- [2] google earth. Consulte le 2019.

Annexes

Annexes 1

Les éléments du tracé en plan

Axe En Plan						
Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	384.1843 g	108.327	0.000	10046.819	4724.878
Clothoïde 1	Paramètre	-21.080	8.888	108.327	10020.183	4829.880
Arc 1	Rayon	-50.000 m	0.034	117.215	10018.254	4838.552
	Centre X	10067.619 m				
	Centre Y	4846.496 m				
Clothoïde 2	Paramètre	21.000	8.820	117.248	10018.249	4838.586
Droite 2	Gisement	395.5003 g	136.610	126.068	10017.368	4847.358
Clothoïde 3	Paramètre	21.000	2.940	262.679	10007.720	4983.628
Arc 2	Rayon	150.000 m	23.368	265.619	10007.503	4986.560
	Centre X	9857.988 m				
	Centre Y	4974.501 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-21.000	2.940	288.987	10003.821	5009.612
Droite 3	Gisement	384.3347 g	66.108	291.927	10003.114	5012.466
Clothoïde 5	Paramètre	-21.000	2.940	358.035	9987.011	5076.582
Arc 3	Rayon	-150.000 m	22.769	360.975	9986.304	5079.436
	Centre X	10132.137 m				
	Centre Y	5114.548 m				
Clothoïde 6	Paramètre	21.000	2.940	383.744	9982.672	5101.891
Droite 4	Gisement	395.2460 g	252.670	386.684	9982.443	5104.822
Clothoïde 7	Paramètre	21.000	2.205	639.353	9963.592	5356.788
Arc 4	Rayon	200.000 m	5.601	641.558	9963.423	5358.986
	Centre X	9764.066 m				
	Centre Y	5342.966 m				
Clothoïde 8	Paramètre	-21.000	2.205	647.160	9962.896	5364.563
Droite 5	Gisement	392.7612 g	254.616	649.365	9962.650	5366.754
Clothoïde 9	Paramètre	-20.000	2.667	903.981	9933.761	5619.726
Arc 5	Rayon	-150.000 m	10.884	906.647	9933.466	5622.376
	Centre X	10082.643 m				
	Centre Y	5638.070 m				
Clothoïde 10	Paramètre	20.000	2.667	917.532	9932.721	5633.232
Droite 6	Gisement	398.5124 g	60.226	920.198	9932.651	5635.898
Clothoïde 11	Paramètre	30.000	4.500	980.425	9931.244	5696.108

Arc 6	Rayon	200.000 m	11.664	984.925	9931.122	5700.606
	Centre X	9731.241 m				
	Centre Y	5693.684 m				
Clothoïde 12	Paramètre	-30.000	4.500	996.589	9930.378	5712.245
Droite 7	Gisement	393.3672 g	477.708	1001.089	9929.927	5716.722
Clothoïde 13	Paramètre	-20.000	1.333	1478.797	9880.246	6191.840
Arc 7	Rayon	-300.000 m	15.862	1480.130	9880.108	6193.166
	Centre X	10178.550 m				
	Centre Y	6223.703 m				
Clothoïde 14	Paramètre	20.000	1.333	1495.992	9878.911	6208.981
Droite 8	Gisement	397.0161 g	127.172	1497.325	9878.848	6210.313
Clothoïde 15	Paramètre	15.000	1.125	1624.497	9872.889	6337.345
Arc 8	Rayon	200.000 m	7.972	1625.622	9872.835	6338.469
	Centre X	9673.082 m				
	Centre Y	6328.536 m				
Clothoïde 16	Paramètre	-15.000	1.125	1633.595	9872.281	6346.421
Droite 9	Gisement	394.1203 g	406.047	1634.720	9872.178	6347.541
Clothoïde 17	Paramètre	20.000	0.800	2040.766	9834.730	6751.858
Arc 9	Rayon	500.000 m	13.442	2041.566	9834.656	6752.654
	Centre X	9336.824 m				
	Centre Y	6706.143 m				
Clothoïde 18	Paramètre	-20.000	0.800	2055.008	9833.226	6766.019
Droite 10	Gisement	392.3070 g	191.320	2055.808	9833.130	6766.814
Clothoïde 19	Paramètre	-20.000	1.000	2247.128	9810.067	6956.738
Arc 10	Rayon	-400.000 m	22.462	2248.128	9809.946	6957.731
	Centre X	10207.089 m				
	Centre Y	7005.453 m				
Clothoïde 20	Paramètre	20.000	1.000	2270.590	9807.894	6980.096
Droite 11	Gisement	396.0412 g	319.877	2271.590	9807.831	6981.094
Clothoïde 21	Paramètre	-20.000	1.333	2591.467	9787.953	7300.353
Arc 11	Rayon	-300.000 m	17.369	2592.800	9787.871	7301.683
	Centre X	10087.332 m				
	Centre Y	7319.662 m				
Clothoïde 22	Paramètre	20.000	1.333	2610.169	9787.332	7319.041
Droite 12	Gisement	0.0099 g	122.776	2611.502	9787.331	7320.375
Clothoïde 23	Paramètre	-15.000	1.500	2734.278	9787.351	7443.150
Arc 12	Rayon	-150.000 m	102.110	2735.778	9787.353	7444.650
	Centre X	9937.351 m				
	Centre Y	7443.877 m				
Clothoïde 24	Paramètre	15.000	1.500	2837.888	9821.273	7538.881

Droite 13	Gisement	43.9833 g	249.229	2839.388	9822.227	7540.039
Clothoïde 25	Paramètre	-15.000	0.563	3088.617	9981.041	7732.115
Arc 13	Rayon	-400.000 m	38.095	3089.179	9981.400	7732.548
	Centre X	10289.492 m				
	Centre Y	7477.443 m				
Clothoïde 26	Paramètre	15.000	0.563	3127.275	10007.055	7760.690
Droite 14	Gisement	50.1359 g	82.731	3127.837	10007.453	7761.087
Clothoïde 27	Paramètre	15.000	0.900	3210.568	10066.078	7819.462
Arc 14	Rayon	250.000 m	21.484	3211.468	10066.715	7820.097
	Centre X	9889.997 m				
	Centre Y	7996.933 m				
Clothoïde 28	Paramètre	-15.000	0.900	3232.952	10081.241	7835.917
Droite 15	Gisement	44.4359 g	673.112	3233.852	10081.819	7836.606
Clothoïde 29	Paramètre	-20.000	1.333	3906.964	10514.418	8352.298
Arc 15	Rayon	-300.000 m	2.738	3908.297	10515.275	8353.319
	Centre X	10744.686 m				
	Centre Y	8160.004 m				
Clothoïde 30	Paramètre	20.000	1.333	3911.035	10517.049	8355.405
Droite 16	Gisement	45.2999 g	2140.044	3912.369	10517.919	8356.415
Clothoïde 31	Paramètre	15.000	0.750	6052.413	11915.417	9977.153
Arc 16	Rayon	300.000 m	4.001	6053.163	11915.906	9977.721
	Centre X	11688.460 m				
	Centre Y	10173.344 m				
Clothoïde 32	Paramètre	-15.000	0.750	6057.164	11918.495	9980.772
Droite 17	Gisement	44.2918 g	60.621	6057.914	11918.976	9981.347
				6118.535	11957.831	10027.879

Annexes 2

Les éléments du profil en long

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 1.57 %	160.214	0.000	96.637
Parabole 1	Pente 1.57 %	185.584	160.214	99.154
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 317.325 m			
	Sommet Alt. 100.388 m			
Pente -0.28 %				
Pente 2	Pente -0.28 %	1122.282	345.798	100.348
Parabole 2	Pente -0.28 %	13.865	1468.080	97.152
	Rayon -2000.000 m			
	Sommet Absc. 1462.385 m			
	Sommet Alt. 97.160 m			
Pente -0.98 %				
Pente 3	Pente -0.98 %	656.641	1481.945	97.065
Parabole 3	Pente -0.98 %	11.677	2138.586	90.643
	Rayon 1000.000 m			
	Sommet Absc. 2148.366 m			
	Sommet Alt. 90.595 m			
Pente 0.19 %				
Pente 4	Pente 0.19 %	139.373	2150.263	90.597
Parabole 4	Pente 0.19 %	20.752	2289.636	90.861
	Rayon 5000.000 m			
	Sommet Absc. 2280.151 m			
	Sommet Alt. 90.852 m			
Pente 0.60 %				
Pente 5	Pente 0.60 %	156.619	2310.388	90.944
Parabole 5	Pente 0.60 %	223.895	2467.008	91.891
	Rayon -8000.000 m			
	Sommet Absc. 2515.388 m			
	Sommet Alt. 92.037 m			
Pente -2.19 %				
Pente 6	Pente -2.19 %	47.318	2690.903	90.112
Parabole 6	Pente -2.19 %	127.000	2738.221	89.074

	Rayon	4000.000 m			
	Sommet Absc.	2825.978 m			
	Sommet Alt.	88.111 m			
	Pente	0.98 %			
Profil En Long Projet					
Elts Caractéristiques			Elts Caractéristiques		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abcisse	Altitude
Pente 7	Pente	0.98 %	173.335	2865.221	88.303
Parabole 7	Pente	0.98 %	78.485	3038.556	90.004
	Rayon	-8000.000 m			
	Sommet Absc.	3117.041 m			
	Sommet Alt.	90.389 m			
	Pente	-0.00 %			
Pente 8	Pente	0.00 %	348.710	3117.041	90.389
Parabole 8	Pente	-0.00 %	18.524	3465.750	90.389
	Rayon	-20000.000 m			
	Sommet Absc.	3465.750 m			
	Sommet Alt.	90.389 m			
	Pente	-0.09 %			
Pente 9	Pente	-0.09 %	671.432	3484.274	90.380
Parabole 9	Pente	-0.09 %	13.707	4155.706	89.758
	Rayon	20000.000 m			
	Sommet Absc.	4174.230 m			
	Sommet Alt.	89.750 m			
	Pente	-0.02 %			
Pente 10	Pente	-0.02 %	390.363	4169.414	89.750
Parabole 10	Pente	-0.02 %	130.471	4559.777	89.656
	Rayon	-8000.000 m			
	Sommet Absc.	4557.850 m			
	Sommet Alt.	89.657 m			
	Pente	-1.65 %			
Pente 11	Pente	-1.65 %	54.953	4690.248	88.561
Parabole 11	Pente	-1.65 %	106.350	4745.201	87.652
	Rayon	4000.000 m			
	Sommet Absc.	4811.400 m			
	Sommet Alt.	87.104 m			
	Pente	1.00 %			
Pente 12	Pente	1.00 %	115.707	4851.551	87.305
Parabole 12	Pente	1.00 %	43.927	4967.258	88.467
	Rayon	-4000.000 m			
	Sommet Absc.	5007.409 m			

	Sommet Alt.	88.668 m			
	Pente	-0.09 %			
Pente 13	Pente	-0.09 %	593.235	5011.185	88.667
Longueur totale de l'axe 5000.00 mètre(s)					

Annexes 3

Les profils en travers.

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	0.000	Droite 1	Pente 1	96.637	96.637	84.184	10046.819	4724.878	-2.50	-2.50
P.2	25.000	Droite 1	Pente 1	96.341	97.030	84.184	10040.672	4749.111	-2.50	-2.50
P.3	50.000	Droite 1	Pente 1	96.308	97.422	84.184	10034.524	4773.343	-2.50	-2.50
P.4	75.000	Droite 1	Pente 1	96.228	97.815	84.184	10028.377	4797.576	-2.50	-2.50
P.5	100.000	Droite 1	Pente 1	96.323	98.208	84.184	10022.230	4821.808	1.30	-2.50
P.6	125.000	Clothoïde 2	Pente 1	96.643	98.601	95.418	10017.444	4846.293	4.43	-4.43
P.7	150.000	Droite 2	Pente 1	97.194	98.993	95.500	10015.678	4871.230	-2.50	-2.50
P.8	175.000	Droite 2	Parabole 1	97.941	99.375	95.500	10013.912	4896.168	-2.50	-2.50
P.9	200.000	Droite 2	Parabole 1	98.650	99.700	95.500	10012.147	4921.106	-2.50	-2.50
P.10	225.000	Droite 2	Parabole 1	98.954	99.962	95.500	10010.381	4946.043	-2.50	-1.77
P.11	250.000	Droite 2	Parabole 1	99.463	100.162	95.500	10008.616	4970.981	-2.87	2.87
P.12	275.000	Arc 2	Parabole 1	100.027	100.299	90.895	10006.457	4995.881	-5.77	5.77
P.13	300.000	Droite 3	Parabole 1	100.088	100.373	84.335	10001.148	5020.296	-3.73	3.73
P.14	325.000	Droite 3	Parabole 1	100.068	100.385	84.335	9995.058	5044.543	-2.50	-0.92
P.15	350.000	Droite 3	Pente 2	99.937	100.336	84.335	9988.968	5068.790	3.73	-3.73
P.16	375.000	Arc 3	Pente 2	99.839	100.264	90.911	9983.663	5093.205	5.77	-5.77
P.17	400.000	Droite 4	Pente 2	99.848	100.193	95.246	9981.449	5118.102	2.75	-2.75
P.18	425.000	Droite 4	Pente 2	99.806	100.122	95.246	9979.584	5143.032	-1.89	-2.50
P.19	450.000	Droite 4	Pente 2	99.592	100.051	95.246	9977.719	5167.962	-2.50	-2.50
P.20	475.000	Droite 4	Pente 2	99.361	99.980	95.246	9975.854	5192.893	-2.50	-2.50
P.21	500.000	Droite 4	Pente 2	99.244	99.909	95.246	9973.988	5217.823	-2.50	-2.50
P.22	525.000	Droite 4	Pente 2	99.077	99.837	95.246	9972.123	5242.753	-2.50	-2.50
P.23	550.000	Droite 4	Pente 2	98.896	99.766	95.246	9970.258	5267.684	-2.50	-2.50
P.24	575.000	Droite 4	Pente 2	99.048	99.695	95.246	9968.393	5292.614	-2.50	-2.50
P.25	600.000	Droite 4	Pente 2	99.079	99.624	95.246	9966.528	5317.544	-2.50	-1.32
P.26	625.000	Droite 4	Pente 2	98.930	99.553	95.246	9964.663	5342.474	-2.50	2.21
P.27	650.000	Droite 5	Pente 2	98.423	99.481	92.761	9962.578	5367.385	-4.14	4.14
P.28	675.000	Droite 5	Pente 2	97.960	99.410	92.761	9959.742	5392.224	-2.50	0.62
P.29	700.000	Droite 5	Pente 2	97.905	99.339	92.761	9956.905	5417.062	-2.50	-2.50
P.30	725.000	Droite 5	Pente 2	98.169	99.268	92.761	9954.068	5441.901	-2.50	-2.50
P.31	750.000	Droite 5	Pente 2	98.228	99.197	92.761	9951.232	5466.739	-2.50	-2.50
P.32	775.000	Droite 5	Pente 2	98.202	99.126	92.761	9948.395	5491.578	-2.50	-2.50
P.33	800.000	Droite 5	Pente 2	98.196	99.054	92.761	9945.559	5516.416	-2.50	-2.50
P.34	825.000	Droite 5	Pente 2	98.072	98.983	92.761	9942.722	5541.255	-2.50	-2.50
P.35	850.000	Droite 5	Pente 2	97.871	98.912	92.761	9939.886	5566.094	-2.50	-2.50
P.36	875.000	Droite 5	Pente 2	97.633	98.841	92.761	9937.049	5590.932	-0.11	-2.50
P.37	900.000	Droite 5	Pente 2	97.330	98.770	92.761	9934.213	5615.771	4.54	-4.54

P.38	925.000	Droite 6	Pente 2	97.260	98.698	98.512	9932.539	5640.698	4.39	-4.39
P.39	950.000	Droite 6	Pente 2	97.543	98.627	98.512	9931.954	5665.692	-0.26	-2.50
P.40	975.000	Droite 6	Pente 2	97.662	98.556	98.512	9931.370	5690.685	-3.15	3.15
P.41	1000.000	Clothoïde12	Pente 2	97.623	98.485	93.409	9930.040	5715.639	-4.06	4.06
P.42	1025.000	Droite 7	Pente 2	97.661	98.414	93.367	9927.440	5740.504	-2.50	0.54
P.43	1050.000	Droite 7	Pente 2	97.626	98.343	93.367	9924.840	5765.368	-2.50	-2.50
P.44	1075.000	Droite 7	Pente 2	97.474	98.271	93.367	9922.240	5790.233	-2.50	-2.50
P.45	1100.000	Droite 7	Pente 2	97.372	98.200	93.367	9919.640	5815.097	-2.50	-2.50
P.46	1125.000	Droite 7	Pente 2	97.215	98.129	93.367	9917.040	5839.962	-2.50	-2.50
P.47	1150.000	Droite 7	Pente 2	96.840	98.058	93.367	9914.440	5864.826	-2.50	-2.50
P.48	1175.000	Droite 7	Pente 2	96.493	97.987	93.367	9911.840	5889.691	-2.50	-2.50
P.49	1200.000	Droite 7	Pente 2	96.169	97.915	93.367	9909.240	5914.555	-2.50	-2.50
P.50	1225.000	Droite 7	Pente 2	95.908	97.844	93.367	9906.640	5939.419	-2.50	-2.50
P.51	1250.000	Droite 7	Pente 2	96.350	97.773	93.367	9904.040	5964.284	-2.50	-2.50
P.52	1275.000	Droite 7	Pente 2	96.426	97.702	93.367	9901.440	5989.148	-2.50	-2.50
P.53	1300.000	Droite 7	Pente 2	96.256	97.631	93.367	9898.840	6014.013	-2.50	-2.50
P.54	1325.000	Droite 7	Pente 2	96.283	97.560	93.367	9896.240	6038.877	-2.50	-2.50
P.55	1350.000	Droite 7	Pente 2	96.308	97.488	93.367	9893.640	6063.742	-2.50	-2.50
P.56	1375.000	Droite 7	Pente 2	96.574	97.417	93.367	9891.040	6088.606	-2.50	-2.50
P.57	1400.000	Droite 7	Pente 2	96.808	97.346	93.367	9888.440	6113.470	-2.50	-2.50
P.58	1425.000	Droite 7	Pente 2	96.993	97.275	93.367	9885.840	6138.335	-2.14	-2.50
P.59	1450.000	Droite 7	Pente 2	97.052	97.204	93.367	9883.240	6163.199	0.33	-2.50
P.60	1475.000	Droite 7	Parabole 2	96.872	97.121	93.367	9880.640	6188.064	2.81	-2.81
P.61	1500.000	Droite 8	Pente 3	96.657	96.888	97.016	9878.722	6212.984	2.92	-2.92
P.62	1525.000	Droite 8	Pente 3	96.457	96.644	97.016	9877.551	6237.957	0.45	-2.50
P.63	1550.000	Droite 8	Pente 3	96.237	96.399	97.016	9876.380	6262.930	-2.03	-2.50
P.64	1575.000	Droite 8	Pente 3	95.948	96.155	97.016	9875.208	6287.902	-2.50	-2.50
P.65	1600.000	Droite 8	Pente 3	95.525	95.910	97.016	9874.037	6312.875	-2.50	0.93
P.66	1625.000	Clothoïde15	Pente 3	95.115	95.666	96.980	9872.865	6337.847	-4.46	4.46
P.67	1650.000	Droite 9	Pente 3	94.848	95.421	94.120	9870.769	6362.757	-2.50	2.23
P.68	1675.000	Droite 9	Pente 3	94.603	95.177	94.120	9868.463	6387.650	-2.50	-1.29
P.69	1700.000	Droite 9	Pente 3	94.428	94.932	94.120	9866.158	6412.544	-2.50	-2.50
P.70	1725.000	Droite 9	Pente 3	94.268	94.688	94.120	9863.852	6437.437	-2.50	-2.50
P.71	1750.000	Droite 9	Pente 3	94.127	94.443	94.120	9861.546	6462.331	-2.50	-2.50
P.72	1775.000	Droite 9	Pente 3	94.010	94.199	94.120	9859.241	6487.224	-2.50	-2.50
P.73	1800.000	Droite 9	Pente 3	93.871	93.954	94.120	9856.935	6512.118	-2.50	-2.50
P.74	1825.000	Droite 9	Pente 3	93.587	93.710	94.120	9854.629	6537.011	-2.50	-2.50
P.75	1850.000	Droite 9	Pente 3	93.269	93.465	94.120	9852.324	6561.904	-2.50	-2.50
P.76	1875.000	Droite 9	Pente 3	92.936	93.221	94.120	9850.018	6586.798	-2.50	-2.50
P.77	1900.000	Droite 9	Pente 3	92.654	92.976	94.120	9847.712	6611.691	-2.50	-2.50
P.78	1925.000	Droite 9	Pente 3	92.376	92.732	94.120	9845.407	6636.585	-2.50	-2.50
P.79	1950.000	Droite 9	Pente 3	92.082	92.487	94.120	9843.101	6661.478	-2.50	-2.50
P.80	1975.000	Droite 9	Pente 3	91.770	92.243	94.120	9840.795	6686.372	-2.50	-2.47

P.81	2000.000	Droite 9	Pente 3	91.322	91.998	94.120	9838.490	6711.265	-2.50	-0.60
P.82	2025.000	Droite 9	Pente 3	90.920	91.754	94.120	9836.184	6736.159	-2.50	1.26
P.83	2050.000	Arc 9	Pente 3	90.471	91.509	92.996	9833.801	6761.044	-2.50	2.50
P.84	2075.000	Droite 10	Pente 3	89.895	91.265	92.307	9830.816	6785.866	-2.50	1.01
P.85	2100.000	Droite 10	Pente 3	89.304	91.020	92.307	9827.802	6810.683	-2.50	-0.86
P.86	2125.000	Droite 10	Pente 3	88.829	90.776	92.307	9824.789	6835.501	-2.50	-2.50
P.87	2150.000	Droite 10	Parabole 3	88.370	90.596	92.307	9821.775	6860.319	-2.50	-2.50
P.88	2175.000	Droite 10	Pente 4	88.597	90.644	92.307	9818.761	6885.136	-2.50	-2.50
P.89	2200.000	Droite 10	Pente 4	89.191	90.691	92.307	9815.748	6909.954	-1.10	-2.50
P.90	2225.000	Droite 10	Pente 4	90.031	90.739	92.307	9812.734	6934.772	0.88	-2.50
P.91	2250.000	Arc 10	Pente 4	90.946	90.786	92.685	9809.727	6959.590	2.70	-2.70
P.92	2275.000	Droite 11	Pente 4	91.529	90.833	96.041	9807.620	6984.498	2.36	-2.50
P.93	2300.000	Droite 11	Parabole 4	91.618	90.892	96.041	9806.066	7009.449	0.38	-2.50
P.94	2325.000	Droite 11	Pente 5	91.094	91.032	96.041	9804.512	7034.401	-1.59	-2.50
P.95	2350.000	Droite 11	Pente 5	90.101	91.183	96.041	9802.959	7059.353	-2.50	-2.50
P.96	2375.000	Droite 11	Pente 5	89.885	91.334	96.041	9801.405	7084.304	-2.50	-2.50
P.97	2400.000	Droite 11	Pente 5	90.470	91.486	96.041	9799.851	7109.256	-2.50	-2.50
P.98	2425.000	Droite 11	Pente 5	90.540	91.637	96.041	9798.298	7134.208	-2.50	-2.50
P.99	2450.000	Droite 11	Pente 5	91.160	91.788	96.041	9796.744	7159.159	-2.50	-2.50
P.100	2475.000	Droite 11	Parabole 5	91.944	91.935	96.041	9795.191	7184.111	-2.50	-2.50
P.101	2500.000	Droite 11	Parabole 5	92.385	92.022	96.041	9793.637	7209.063	-2.50	-2.50
P.102	2525.000	Droite 11	Parabole 5	92.401	92.031	96.041	9792.083	7234.014	-2.50	-2.50
P.103	2550.000	Droite 11	Parabole 5	92.335	91.962	96.041	9790.530	7258.966	-0.92	-2.50
P.104	2575.000	Droite 11	Parabole 5	92.190	91.815	96.041	9788.976	7283.918	1.56	-2.50
P.105	2600.000	Arc 11	Parabole 5	92.150	91.590	97.711	9787.526	7308.875	3.32	-3.32
P.106	2625.000	Droite 12	Parabole 5	91.881	91.286	100.010	9787.334	7333.873	1.85	-2.50
P.107	2650.000	Droite 12	Parabole 5	91.369	90.905	100.010	9787.337	7358.873	-0.63	-2.50
P.108	2675.000	Droite 12	Parabole 5	90.500	90.445	100.010	9787.341	7383.873	-2.50	-2.50
P.109	2700.000	Droite 12	Pente 6	89.143	89.912	100.010	9787.345	7408.873	-0.88	-2.50
P.110	2725.000	Droite 12	Pente 6	87.838	89.364	100.010	9787.349	7433.873	3.77	-3.77
P.111	2750.000	Arc 12	Parabole 6	86.508	88.832	106.364	9788.100	7458.848	5.77	-5.77
P.112	2775.000	Arc 12	Parabole 6	85.785	88.436	116.975	9792.652	7483.400	5.77	-5.77
P.113	2800.000	Arc 12	Parabole 6	85.849	88.195	127.585	9801.214	7506.858	5.77	-5.77
P.114	2825.000	Arc 12	Parabole 6	85.710	88.111	138.195	9813.548	7528.570	5.77	-5.77
P.115	2850.000	Droite 13	Parabole 6	86.286	88.183	143.983	9828.989	7548.217	3.52	-3.52
P.116	2875.000	Droite 13	Pente 7	86.430	88.399	143.983	9844.920	7567.484	-1.12	-2.50
P.117	2900.000	Droite 13	Pente 7	86.834	88.645	143.983	9860.850	7586.751	-2.50	-2.50
P.118	2925.000	Droite 13	Pente 7	87.178	88.890	143.983	9876.781	7606.018	-2.50	-2.50
P.119	2950.000	Droite 13	Pente 7	87.411	89.135	143.983	9892.711	7625.285	-2.50	-2.50
P.120	2975.000	Droite 13	Pente 7	87.472	89.380	143.983	9908.642	7644.552	-2.50	-2.50
P.121	3000.000	Droite 13	Pente 7	87.630	89.626	143.983	9924.572	7663.819	-2.50	-2.50
P.122	3025.000	Droite 13	Pente 7	87.504	89.871	143.983	9940.503	7683.087	-2.36	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.123	3050.000	Droite 13	Parabole 7	88.509	90.108	143.983	9956.433	7702.354	-0.39	-2.50
P.124	3075.000	Droite 13	Parabole 7	89.126	90.278	143.983	9972.364	7721.621	1.58	-2.50
P.125	3100.000	Arc 13	Parabole 7	89.650	90.371	145.750	9988.412	7740.788	2.70	-2.70
P.126	3125.000	Arc 13	Pente 8	89.859	90.389	149.729	10005.449	7759.079	2.70	-2.70
P.127	3150.000	Droite 14	Pente 8	90.344	90.389	150.136	10023.158	7776.725	0.91	-2.50
P.128	3175.000	Droite 14	Pente 8	90.884	90.389	150.136	10040.874	7794.365	-1.06	-2.50
P.129	3200.000	Droite 14	Pente 8	91.174	90.389	150.136	10058.589	7812.005	-2.50	2.48
P.130	3225.000	Arc 14	Pente 8	91.077	90.389	146.575	10076.023	7829.917	-3.81	3.81
P.131	3250.000	Droite 15	Pente 8	91.047	90.389	144.436	10092.198	7848.978	-2.50	1.84
P.132	3275.000	Droite 15	Pente 8	91.070	90.389	144.436	10108.265	7868.131	-2.50	-1.05
P.133	3300.000	Droite 15	Pente 8	90.940	90.389	144.436	10124.332	7887.284	-2.50	-2.50
P.134	3325.000	Droite 15	Pente 8	90.702	90.389	144.436	10140.399	7906.438	-2.50	-2.50
P.135	3350.000	Droite 15	Pente 8	90.520	90.389	144.436	10156.466	7925.591	-2.50	-2.50
P.136	3375.000	Droite 15	Pente 8	90.383	90.389	144.436	10172.533	7944.744	-2.50	-2.50
P.137	3400.000	Droite 15	Pente 8	90.252	90.389	144.436	10188.600	7963.898	-2.50	-2.50
P.138	3425.000	Droite 15	Pente 8	90.102	90.389	144.436	10204.667	7983.051	-2.50	-2.50
P.139	3450.000	Droite 15	Pente 8	89.956	90.389	144.436	10220.734	8002.204	-2.50	-2.50
P.140	3475.000	Droite 15	Parabole 8	89.837	90.387	144.436	10236.801	8021.357	-2.50	-2.50
P.141	3500.000	Droite 15	Pente 9	89.766	90.366	144.436	10252.869	8040.511	-2.50	-2.50
P.142	3525.000	Droite 15	Pente 9	89.843	90.343	144.436	10268.936	8059.664	-2.50	-2.50
P.143	3550.000	Droite 15	Pente 9	89.648	90.319	144.436	10285.003	8078.817	-2.50	-2.50
P.144	3575.000	Droite 15	Pente 9	89.593	90.296	144.436	10301.070	8097.971	-2.50	-2.50
P.145	3600.000	Droite 15	Pente 9	89.602	90.273	144.436	10317.137	8117.124	-2.50	-2.50
P.146	3625.000	Droite 15	Pente 9	89.501	90.250	144.436	10333.204	8136.277	-2.50	-2.50
P.147	3650.000	Droite 15	Pente 9	89.353	90.227	144.436	10349.271	8155.430	-2.50	-2.50
P.148	3675.000	Droite 15	Pente 9	89.136	90.204	144.436	10365.338	8174.584	-2.50	-2.50
P.149	3700.000	Droite 15	Pente 9	89.035	90.181	144.436	10381.405	8193.737	-2.50	-2.50
P.150	3725.000	Droite 15	Pente 9	88.977	90.157	144.436	10397.473	8212.890	-2.50	-2.50
P.151	3750.000	Droite 15	Pente 9	88.934	90.134	144.436	10413.540	8232.043	-2.50	-2.50
P.152	3775.000	Droite 15	Pente 9	88.928	90.111	144.436	10429.607	8251.197	-2.50	-2.50
P.153	3800.000	Droite 15	Pente 9	88.935	90.088	144.436	10445.674	8270.350	-2.50	-2.50
P.154	3825.000	Droite 15	Pente 9	88.749	90.065	144.436	10461.741	8289.503	-2.50	-2.50
P.155	3850.000	Droite 15	Pente 9	87.867	90.042	144.436	10477.808	8308.657	-2.46	-2.50
P.156	3875.000	Droite 15	Pente 9	86.584	90.018	144.436	10493.875	8327.810	0.02	-2.50
P.157	3900.000	Droite 15	Pente 9	85.916	89.995	144.436	10509.942	8346.963	2.50	-2.50
P.158	3925.000	Droite 16	Pente 9	86.087	89.972	145.300	10526.168	8365.982	1.94	-2.50
P.159	3950.000	Droite 16	Pente 9	86.879	89.949	145.300	10542.494	8384.915	-0.54	-2.50
P.160	3975.000	Droite 16	Pente 9	88.332	89.926	145.300	10558.819	8403.849	-2.50	-2.50
P.161	4000.000	Droite 16	Pente 9	89.388	89.903	145.300	10575.145	8422.782	-2.50	-2.50
P.162	4025.000	Droite 16	Pente 9	89.465	89.880	145.300	10591.470	8441.715	-2.50	-2.50

P.163	4050.000	Droite 16	Pente 9	89.442	89.856	145.300	10607.796	8460.649	-2.50	-2.50
P.164	4075.000	Droite 16	Pente 9	89.328	89.833	145.300	10624.121	8479.582	-2.50	-2.50
P.165	4100.000	Droite 16	Pente 9	89.361	89.810	145.300	10640.447	8498.516	-2.50	-2.50
P.166	4125.000	Droite 16	Pente 9	89.148	89.787	145.300	10656.772	8517.449	-2.50	-2.50
P.167	4150.000	Droite 16	Pente 9	89.105	89.764	145.300	10673.098	8536.383	-2.50	-2.50
P.168	4175.000	Droite 16	Pente 10	88.980	89.749	145.300	10689.424	8555.316	-2.50	-2.50
P.169	4200.000	Droite 16	Pente 10	89.052	89.743	145.300	10705.749	8574.250	-2.50	-2.50
P.170	4225.000	Droite 16	Pente 10	88.786	89.737	145.300	10722.075	8593.183	-2.50	-2.50
P.171	4250.000	Droite 16	Pente 10	88.670	89.731	145.300	10738.400	8612.117	-2.50	-2.50
P.172	4275.000	Droite 16	Pente 10	88.864	89.725	145.300	10754.726	8631.050	-2.50	-2.50
P.173	4300.000	Droite 16	Pente 10	88.932	89.719	145.300	10771.051	8649.984	-2.50	-2.50
P.174	4325.000	Droite 16	Pente 10	89.114	89.713	145.300	10787.377	8668.917	-2.50	-2.50
P.175	4350.000	Droite 16	Pente 10	89.015	89.707	145.300	10803.703	8687.850	-2.50	-2.50
P.176	4375.000	Droite 16	Pente 10	88.873	89.701	145.300	10820.028	8706.784	-2.50	-2.50
P.177	4400.000	Droite 16	Pente 10	88.985	89.695	145.300	10836.354	8725.717	-2.50	-2.50
P.178	4425.000	Droite 16	Pente 10	88.936	89.689	145.300	10852.679	8744.651	-2.50	-2.50
P.179	4450.000	Droite 16	Pente 10	89.088	89.683	145.300	10869.005	8763.584	-2.50	-2.50
P.180	4475.000	Droite 16	Pente 10	89.201	89.677	145.300	10885.330	8782.518	-2.50	-2.50
P.181	4500.000	Droite 16	Pente 10	88.932	89.671	145.300	10901.656	8801.451	-2.50	-2.50
P.182	4525.000	Droite 16	Pente 10	88.976	89.665	145.300	10917.982	8820.385	-2.50	-2.50
P.183	4550.000	Droite 16	Pente 10	88.947	89.659	145.300	10934.307	8839.318	-2.50	-2.50
P.184	4575.000	Droite 16	Parabole 10	88.555	89.638	145.300	10950.633	8858.252	-2.50	-2.50
P.185	4600.000	Droite 16	Parabole 10	88.559	89.546	145.300	10966.958	8877.185	-2.50	-2.50
P.186	4625.000	Droite 16	Parabole 10	88.573	89.375	145.300	10983.284	8896.119	-2.50	-2.50
P.187	4650.000	Droite 16	Parabole 10	88.856	89.126	145.300	10999.609	8915.052	-2.50	-2.50
P.188	4675.000	Droite 16	Parabole 10	88.340	88.799	145.300	11015.935	8933.985	-2.50	-2.50
P.189	4700.000	Droite 16	Pente 11	87.878	88.400	145.300	11032.260	8952.919	-2.50	-2.50
P.190	4725.000	Droite 16	Pente 11	86.782	87.986	145.300	11048.586	8971.852	-2.50	-2.50
P.191	4750.000	Droite 16	Parabole 11	85.807	87.575	145.300	11064.912	8990.786	-2.50	-2.50
P.192	4775.000	Droite 16	Parabole 11	85.083	87.269	145.300	11081.237	9009.719	-2.50	-2.50
P.193	4800.000	Droite 16	Parabole 11	84.668	87.120	145.300	11097.563	9028.653	-2.50	-2.50
P.194	4825.000	Droite 16	Parabole 11	84.799	87.127	145.300	11113.888	9047.586	-2.50	-2.50
P.195	4850.000	Droite 16	Parabole 11	85.588	87.290	145.300	11130.214	9066.520	-2.50	-2.50
P.196	4875.000	Droite 16	Pente 12	86.479	87.541	145.300	11146.539	9085.453	-2.50	-2.50
P.197	4900.000	Droite 16	Pente 12	87.485	87.792	145.300	11162.865	9104.387	-2.50	-2.50
P.198	4925.000	Droite 16	Pente 12	87.882	88.043	145.300	11179.191	9123.320	-2.50	-2.50
P.199	4950.000	Droite 16	Pente 12	88.223	88.294	145.300	11195.516	9142.254	-2.50	-2.50
P.200	4975.000	Droite 16	Parabole 12	88.443	88.537	145.300	11211.842	9161.187	-2.50	-2.50
P.201	5000.000	Droite 16	Parabole 12	88.504	88.661	145.300	11228.167	9180.120	-2.50	-2.50
P.202	5025.000	Droite 16	Pente 13	88.366	88.653	145.300	11244.493	9199.054	-2.50	-2.50
P.203	5050.000	Droite 16	Pente 13	88.082	88.630	145.300	11260.818	9217.987	-2.50	-2.50
P.204	5075.000	Droite 16	Pente 13	87.899	88.606	145.300	11277.144	9236.921	-2.50	-2.50
P.205	5100.000	Droite 16	Pente 13	87.881	88.583	145.300	11293.470	9255.854	-2.50	-2.50

Etude d'un chemin communal sur 05 km

P.206	5125.000	Droite 16	Pente 13	87.793	88.559	145.300	11309.795	9274.788	-2.50	-2.50
P.207	5150.000	Droite 16	Pente 13	87.723	88.536	145.300	11326.121	9293.721	-2.50	-2.50
P.208	5175.000	Droite 16	Pente 13	87.810	88.512	145.300	11342.446	9312.655	-2.50	-2.50
P.209	5200.000	Droite 16	Pente 13	87.501	88.488	145.300	11358.772	9331.588	-2.50	-2.50
P.210	5225.000	Droite 16	Pente 13	87.479	88.465	145.300	11375.097	9350.522	-2.50	-2.50
P.211	5250.000	Droite 16	Pente 13	87.646	88.441	145.300	11391.423	9369.455	-2.50	-2.50
P.212	5275.000	Droite 16	Pente 13	87.552	88.418	145.300	11407.748	9388.389	-2.50	-2.50
P.213	5300.000	Droite 16	Pente 13	87.707	88.394	145.300	11424.074	9407.322	-2.50	-2.50
P.214	5325.000	Droite 16	Pente 13	87.629	88.370	145.300	11440.400	9426.255	-2.50	-2.50
P.215	5350.000	Droite 16	Pente 13	87.606	88.347	145.300	11456.725	9445.189	-2.50	-2.50
P.216	5375.000	Droite 16	Pente 13	87.695	88.323	145.300	11473.051	9464.122	-2.50	-2.50
P.217	5400.000	Droite 16	Pente 13	87.750	88.300	145.300	11489.376	9483.056	-2.50	-2.50
P.218	5425.000	Droite 16	Pente 13	87.562	88.276	145.300	11505.702	9501.989	-2.50	-2.50
P.219	5450.000	Droite 16	Pente 13	87.433	88.252	145.300	11522.027	9520.923	-2.50	-2.50
P.220	5475.000	Droite 16	Pente 13	87.376	88.229	145.300	11538.353	9539.856	-2.50	-2.50
P.221	5500.000	Droite 16	Pente 13	87.451	88.205	145.300	11554.679	9558.790	-2.50	-2.50
P.222	5525.000	Droite 16	Pente 13	87.486	88.182	145.300	11571.004	9577.723	-2.50	-2.50
P.223	5550.000	Droite 16	Pente 13	87.637	88.158	145.300	11587.330	9596.657	-2.50	-2.50
P.224	5575.000	Droite 16	Pente 13	87.720	88.134	145.300	11603.655	9615.590	-2.50	-2.50
P.225	5600.000	Droite 16	Pente 13	87.834	88.111	145.300	11619.981	9634.524	-2.50	-2.50
P.226	5625.000	Droite 16	Parabole 13	87.842	88.077	145.300	11636.306	9653.457	-2.50	-2.50
P.227	5650.000	Droite 16	Parabole 13	87.758	88.012	145.300	11652.632	9672.390	-2.50	-2.50
P.228	5675.000	Droite 16	Parabole 13	87.488	87.915	145.300	11668.957	9691.324	-2.50	-2.50
P.229	5700.000	Droite 16	Parabole 13	87.069	87.788	145.300	11685.283	9710.257	-2.50	-2.50
P.230	5725.000	Droite 16	Parabole 13	86.561	87.629	145.300	11701.609	9729.191	-2.50	-2.50
P.231	5750.000	Droite 16	Parabole 13	86.143	87.439	145.300	11717.934	9748.124	-2.50	-2.50
P.232	5775.000	Droite 16	Pente 14	85.691	87.219	145.300	11734.260	9767.058	-2.50	-2.50
P.233	5800.000	Droite 16	Pente 14	85.475	86.987	145.300	11750.585	9785.991	-2.50	-2.50
P.234	5825.000	Droite 16	Parabole 14	85.175	86.770	145.300	11766.911	9804.925	-2.50	-2.50
P.235	5850.000	Droite 16	Parabole 14	85.072	86.613	145.300	11783.236	9823.858	-2.50	-2.50
P.236	5875.000	Droite 16	Parabole 14	84.805	86.518	145.300	11799.562	9842.792	-2.50	-2.50
P.237	5900.000	Droite 16	Parabole 14	84.674	86.486	145.300	11815.888	9861.725	-2.50	-2.50
P.238	5925.000	Droite 16	Parabole 14	85.091	86.517	145.300	11832.213	9880.659	-2.50	-2.50
P.239	5950.000	Droite 16	Pente 15	85.634	86.608	145.300	11848.539	9899.592	-2.50	-2.50
P.240	5975.000	Droite 16	Pente 15	85.915	86.717	145.300	11864.864	9918.525	-2.50	-2.50
P.241	6000.000	Droite 16	Pente 15	86.082	86.826	145.300	11881.190	9937.459	-2.50	-1.95
P.242	6025.000	Droite 16	Pente 15	86.322	86.936	145.300	11897.515	9956.392	-2.50	0.53
P.243	6050.000	Droite 16	Pente 15	86.787	87.045	145.300	11913.841	9975.326	-3.00	3.00
P.244	6075.000	Droite 17	Pente 15	87.395	87.154	144.292	11929.927	9994.463	-2.50	1.55
P.245	6100.000	Droite 17	Pente 15	87.505	87.264	144.292	11945.951	10013.652	-2.50	-0.92
P.246	6118.535	Droite 17	Pente 15	87.345	87.345	144.292	11957.831	10027.879	-2.50	-2.50

Annexes 4

Calcul des cubatures

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	0.000	12.50	3.37	0.11	42.150	1.379	42	1
P.2	25.000	25.00	0.00	2.30	0.000	57.500	42	59
P.3	50.000	25.00	0.00	6.29	0.000	157.321	42	216
P.4	75.000	25.00	0.00	10.46	0.000	261.547	42	478
P.5	100.000	25.00	0.00	14.30	0.000	357.503	42	835
P.6	125.000	25.00	0.00	15.34	0.000	384.255	42	1220
P.7	150.000	25.00	0.00	13.09	0.000	327.267	42	1547
P.8	175.000	25.00	0.00	8.84	0.000	220.885	42	1768
P.9	200.000	25.00	0.00	5.27	0.000	131.841	42	1899
P.10	225.000	25.00	0.00	4.90	0.000	122.404	42	2022
P.11	250.000	25.00	0.00	2.77	0.000	69.360	42	2091
P.12	275.000	25.00	0.42	0.45	10.315	11.039	52	2102
P.13	300.000	25.00	0.37	0.68	9.357	16.906	62	2119
P.14	325.000	25.00	0.34	0.65	8.400	16.173	70	2135
P.15	350.000	25.00	0.05	0.69	1.338	17.152	72	2153
P.16	375.000	25.00	0.07	0.91	1.675	22.836	73	2175
P.17	400.000	25.00	0.08	0.83	2.116	20.789	75	2196
P.18	425.000	25.00	0.36	0.64	9.010	16.062	84	2212
P.19	450.000	25.00	0.00	1.32	0.000	32.927	84	2245
P.20	475.000	25.00	0.00	1.73	0.000	43.273	84	2288
P.21	500.000	25.00	0.00	2.12	0.000	53.043	84	2341
P.23	550.000	25.00	0.00	3.90	0.000	97.462	84	2513
P.24	575.000	25.00	0.00	1.99	0.000	49.648	84	2562
P.25	600.000	25.00	0.00	1.22	0.000	30.383	84	2593
P.26	625.000	25.00	0.00	2.22	0.000	55.548	84	2648
P.27	650.000	25.00	0.00	6.04	0.000	151.230	84	2799
P.28	675.000	25.00	0.00	9.67	0.000	241.667	84	3041
P.29	700.000	25.00	0.00	9.24	0.000	230.970	84	3272
P.30	725.000	25.00	0.00	6.01	0.000	150.168	84	3422
P.31	750.000	25.00	0.00	4.83	0.000	120.695	84	3543
P.32	775.000	25.00	0.00	4.34	0.000	108.570	84	3652
P.33	800.000	25.00	0.00	3.82	0.000	95.443	84	3747
P.34	825.000	25.00	0.00	4.14	0.000	103.434	84	3850
P.35	850.000	25.00	0.00	5.41	0.000	135.203	84	3986

P.36	875.000	25.00	0.00	7.13	0.000	178.338	84	4164
P.37	900.000	25.00	0.00	9.55	0.000	238.824	84	4403
P.38	925.000	25.00	0.00	9.41	0.000	235.329	84	4638
P.39	950.000	25.00	0.00	6.06	0.000	151.456	84	4790
P.40	975.000	25.00	0.00	4.66	0.000	116.596	84	4906
P.41	1000.000	25.00	0.00	4.14	0.000	103.540	84	5010
P.42	1025.000	25.00	0.00	3.10	0.000	77.437	84	5087
P.43	1050.000	25.00	0.00	2.57	0.000	64.125	84	5151
P.44	1075.000	25.00	0.00	3.26	0.000	81.470	84	5233
P.45	1100.000	25.00	0.00	3.53	0.000	88.349	84	5321
P.46	1125.000	25.00	0.00	4.42	0.000	110.536	84	5432
P.47	1150.000	25.00	0.00	7.09	0.000	177.226	84	5609
P.48	1175.000	25.00	0.00	9.77	0.000	244.289	84	5853
P.49	1200.000	25.00	0.00	12.67	0.000	316.661	84	6170
P.50	1225.000	25.00	0.00	14.64	0.000	365.919	84	6536
P.51	1250.000	25.00	0.00	9.12	0.000	228.050	84	6764
P.52	1275.000	25.00	0.00	7.67	0.000	191.755	84	6955
P.53	1300.000	25.00	0.00	8.59	0.000	214.715	84	7170
P.54	1325.000	25.00	0.00	7.69	0.000	192.224	84	7362
P.55	1350.000	25.00	0.00	6.65	0.000	166.207	84	7529
P.56	1375.000	25.00	0.00	3.65	0.000	91.364	84	7620
P.57	1400.000	25.00	0.00	1.60	0.000	40.114	84	7660
P.58	1425.000	25.00	0.56	0.53	13.904	13.285	98	7673
P.59	1450.000	25.00	1.16	0.33	29.034	8.335	127	7682
Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.60	1475.000	25.00	0.60	0.57	15.105	14.322	142	7696
P.61	1500.000	25.00	0.70	0.56	17.533	14.017	160	7710
P.62	1525.000	25.00	0.99	0.42	24.788	10.547	185	7721
P.63	1550.000	25.00	1.20	0.28	30.030	7.100	215	7728
P.64	1575.000	25.00	0.98	0.36	24.413	8.991	239	7737
P.65	1600.000	25.00	0.05	1.04	1.202	25.920	240	7763
P.66	1625.000	25.00	0.00	2.11	0.000	52.858	240	7815
P.67	1650.000	25.00	0.00	1.73	0.000	43.272	240	7859
P.68	1675.000	25.00	0.00	1.44	0.000	35.994	240	7895
P.69	1700.000	25.00	0.00	1.38	0.000	34.475	240	7929
P.70	1725.000	25.00	0.01	1.03	0.322	25.649	241	7955
P.71	1750.000	25.00	0.38	0.57	9.586	14.372	250	7969
P.72	1775.000	25.00	1.07	0.32	26.685	7.960	277	7977

P.73	1800.000	25.00	1.66	0.15	41.530	3.686	318	7981
P.74	1825.000	25.00	1.44	0.20	36.012	5.107	355	7986
P.75	1850.000	25.00	1.04	0.33	25.961	8.270	380	7994
P.76	1875.000	25.00	0.56	0.53	13.932	13.232	394	8008
P.77	1900.000	25.00	0.36	0.63	8.905	15.632	403	8023
P.78	1925.000	25.00	0.19	0.70	4.633	17.501	408	8041
P.79	1950.000	25.00	0.01	0.90	0.356	22.498	408	8063
P.80	1975.000	25.00	0.00	1.41	0.000	35.309	408	8098
P.81	2000.000	25.00	0.00	2.42	0.000	60.554	408	8159
P.82	2025.000	25.00	0.00	3.87	0.000	96.756	408	8256
P.83	2050.000	25.00	0.00	5.75	0.000	143.743	408	8399
P.84	2075.000	25.00	0.00	8.91	0.000	222.781	408	8622
P.85	2100.000	25.00	0.00	12.30	0.000	307.491	408	8930
P.86	2125.000	25.00	0.00	14.59	0.000	364.729	408	9294
P.87	2150.000	25.00	0.00	17.60	0.000	440.039	408	9735
P.88	2175.000	25.00	0.00	15.68	0.000	391.954	408	10126
P.89	2200.000	25.00	0.00	9.90	0.000	247.583	408	10374
P.90	2225.000	25.00	0.00	2.58	0.000	64.547	408	10439
P.91	2250.000	25.00	4.78	0.18	119.199	4.600	527	10443
P.92	2275.000	25.00	10.97	0.01	274.220	0.243	802	10443
P.93	2300.000	25.00	11.43	0.01	285.652	0.245	1087	10444
P.94	2325.000	25.00	4.87	0.01	121.824	0.216	1209	10444
P.95	2350.000	25.00	0.00	5.81	0.000	145.346	1209	10589
P.96	2375.000	25.00	0.00	9.12	0.000	227.881	1209	10817
P.97	2400.000	25.00	0.00	5.42	0.000	135.573	1209	10953
P.98	2425.000	25.00	0.00	5.80	0.000	144.939	1209	11098
P.99	2450.000	25.00	0.00	1.77	0.004	44.195	1209	11142
P.100	2475.000	25.00	3.67	0.18	91.628	4.614	1301	11146
P.101	2500.000	25.00	8.06	0.01	201.470	0.248	1502	11147
P.102	2525.000	25.00	8.10	0.01	202.537	0.248	1705	11147
P.103	2550.000	25.00	7.97	0.01	199.281	0.249	1904	11147
P.104	2575.000	25.00	7.78	0.01	194.576	0.250	2099	11147
P.105	2600.000	25.00	9.68	0.01	242.041	0.245	2341	11148
P.106	2625.000	25.00	10.39	0.01	259.858	0.247	2601	11148
P.107	2650.000	25.00	9.40	0.01	234.988	0.249	2836	11148
P.108	2675.000	25.00	4.17	0.03	104.178	0.626	2940	11149
P.109	2700.000	25.00	0.00	3.28	0.000	81.885	2940	11231
P.110	2725.000	25.00	0.00	10.84	0.000	270.847	2940	11502
P.111	2750.000	25.00	0.00	19.45	0.000	486.076	2940	11988

P.112	2775.000	25.00	0.00	23.16	0.000	580.561	2940	12568
P.113	2800.000	25.00	0.00	19.68	0.000	493.425	2940	13062
P.114	2825.000	25.00	0.00	20.08	0.000	504.103	2940	13566
P.115	2850.000	25.00	0.00	14.77	0.000	369.323	2940	13935
P.116	2875.000	25.00	0.00	14.65	0.000	366.182	2940	14301
P.117	2900.000	25.00	0.00	12.99	0.000	324.765	2940	14626
P.118	2925.000	25.00	0.00	12.13	0.000	303.250	2940	14929
P.119	2950.000	25.00	0.00	12.22	0.000	305.449	2940	15235
P.120	2975.000	25.00	0.00	14.15	0.000	353.861	2940	15589
P.121	3000.000	25.00	0.00	15.70	0.000	392.581	2940	15981
P.122	3025.000	25.00	0.00	19.40	0.000	484.921	2940	16466

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.123	3050.000	25.00	0.00	11.54	0.000	288.601	2940	16755
P.124	3075.000	25.00	0.00	6.99	0.000	174.826	2940	16929
P.125	3100.000	25.00	0.00	3.06	0.000	76.726	2940	17006
P.126	3125.000	25.00	0.00	1.86	0.000	46.588	2940	17053
P.127	3150.000	25.00	3.01	0.31	75.251	7.636	3015	17060
P.128	3175.000	25.00	9.28	0.01	232.086	0.248	3247	17061
P.129	3200.000	25.00	12.16	0.01	304.037	0.247	3551	17061
P.130	3225.000	25.00	11.10	0.01	277.302	0.244	3828	17061
P.131	3250.000	25.00	10.80	0.01	270.041	0.248	4098	17061
P.132	3275.000	25.00	11.39	0.01	284.794	0.249	4383	17062
P.133	3300.000	25.00	10.12	0.01	253.034	0.261	4636	17062
P.134	3325.000	25.00	7.54	0.01	188.430	0.265	4825	17062
P.135	3350.000	25.00	5.68	0.01	141.973	0.277	4967	17062
P.136	3375.000	25.00	4.52	0.01	113.040	0.214	5080	17063
P.137	3400.000	25.00	2.66	0.23	66.442	5.804	5146	17068
P.138	3425.000	25.00	0.67	0.50	16.819	12.569	5163	17081
P.139	3450.000	25.00	0.00	1.14	0.001	28.498	5163	17110
P.140	3475.000	25.00	0.00	1.16	0.000	28.925	5163	17138
P.141	3500.000	25.00	0.00	1.53	0.000	38.343	5163	17177
P.142	3525.000	25.00	0.00	1.66	0.000	41.559	5163	17218
P.143	3550.000	25.00	0.00	2.12	0.000	52.997	5163	17271
P.144	3575.000	25.00	0.00	2.44	0.000	60.955	5163	17332
P.145	3600.000	25.00	0.00	2.20	0.000	55.088	5163	17387
P.146	3625.000	25.00	0.00	2.83	0.000	70.843	5163	17458
P.147	3650.000	25.00	0.00	3.93	0.000	98.369	5163	17557

P.148	3675.000	25.00	0.00	5.68	0.000	141.958	5163	17699
P.149	3700.000	25.00	0.00	6.40	0.000	160.066	5163	17859
P.150	3725.000	25.00	0.00	6.84	0.000	171.031	5163	18030
P.151	3750.000	25.00	0.00	6.94	0.000	173.587	5163	18203
P.152	3775.000	25.00	0.00	6.77	0.000	169.176	5163	18372
P.153	3800.000	25.00	0.00	6.54	0.000	163.604	5163	18536
P.154	3825.000	25.00	0.00	7.94	0.000	198.607	5163	18735
P.155	3850.000	25.00	0.00	16.62	0.000	415.581	5163	19150
P.156	3875.000	25.00	0.00	31.38	0.000	784.421	5163	19935
P.157	3900.000	25.00	0.00	43.68	0.000	1092.153	5163	21027
P.158	3925.000	25.00	0.00	40.63	0.000	1015.661	5163	22042
P.159	3950.000	25.00	0.00	27.21	0.000	680.170	5163	22723
P.160	3975.000	25.00	0.00	11.80	0.000	295.082	5163	23018
P.161	4000.000	25.00	0.00	1.39	0.000	34.862	5163	23053
P.162	4025.000	25.00	0.02	1.09	0.621	27.169	5164	23080
P.163	4050.000	25.00	0.00	1.18	0.000	29.415	5164	23109
P.164	4075.000	25.00	0.04	1.53	0.907	38.232	5165	23147
P.165	4100.000	25.00	0.02	1.02	0.445	25.540	5165	23173
P.166	4125.000	25.00	0.00	1.93	0.000	48.349	5165	23221
P.167	4150.000	25.00	0.00	2.19	0.000	54.725	5165	23276
P.168	4175.000	25.00	0.00	2.69	0.000	67.307	5165	23343
P.169	4200.000	25.00	0.00	2.43	0.000	60.731	5165	23404
P.170	4225.000	25.00	0.00	4.40	0.000	109.998	5165	23514
P.171	4250.000	25.00	0.00	5.15	0.000	128.769	5165	23643
P.172	4275.000	25.00	0.00	3.68	0.000	91.898	5165	23735
P.173	4300.000	25.00	0.00	3.02	0.000	75.613	5165	23810
P.174	4325.000	25.00	0.00	1.61	0.000	40.239	5165	23851
P.175	4350.000	25.00	0.00	2.51	0.000	62.826	5165	23913
P.176	4375.000	25.00	0.00	3.63	0.000	90.653	5165	24004
P.177	4400.000	25.00	0.00	2.77	0.000	69.321	5165	24073
P.178	4425.000	25.00	0.00	3.03	0.000	75.874	5165	24149
P.179	4450.000	25.00	0.00	1.67	0.000	41.698	5165	24191
P.180	4475.000	25.00	0.00	1.58	0.000	39.420	5165	24230
P.181	4500.000	25.00	0.00	2.13	0.099	53.286	5165	24284
P.182	4525.000	25.00	0.00	2.17	0.000	54.322	5165	24338
P.183	4550.000	25.00	0.00	2.96	0.000	74.091	5165	24412
P.184	4575.000	25.00	0.00	5.82	0.000	145.404	5165	24557
P.185	4600.000	25.00	0.00	4.71	0.000	117.833	5165	24675
	Abscisse	Longueur	Surfaces	Volumes Partiels			Volumes Cumulés	

Num.								
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.186	4625.000	25.00	0.00	2.53	0.000	63.176	5165	24738
P.187	4650.000	25.00	0.62	0.53	15.392	13.154	5180	24752
P.188	4675.000	25.00	0.24	0.70	5.939	17.546	5186	24769
P.189	4700.000	25.00	0.06	1.34	1.568	33.506	5188	24803
P.190	4725.000	25.00	0.00	5.82	0.000	145.397	5188	24948
P.191	4750.000	25.00	0.00	12.21	0.000	305.143	5188	25253
P.192	4775.000	25.00	0.00	17.49	0.000	437.324	5188	25691
P.193	4800.000	25.00	0.00	20.12	0.000	503.070	5188	26194
P.194	4825.000	25.00	0.00	19.30	0.000	482.385	5188	26676
P.195	4850.000	25.00	0.00	11.28	0.000	282.025	5188	26958
P.196	4875.000	25.00	0.00	5.56	0.000	139.026	5188	27097
P.197	4900.000	25.00	0.17	0.89	4.184	22.200	5192	27119
P.198	4925.000	25.00	1.25	0.28	31.211	7.018	5223	27126
P.199	4950.000	25.00	2.90	0.03	72.522	0.871	5296	27127
P.200	4975.000	25.00	2.61	0.15	65.263	3.850	5361	27131
P.201	5000.000	25.00	2.65	0.03	66.367	0.760	5428	27132