

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et
d'Hydraulique
Référence :/2019



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية والري
المرجع/2019

Mémoire de Master

Filière : Travaux publics

Spécialité : voies et ouvrages d'art

Thème

**Etude du dédoublement de la RN83
sur 7 km du PK251 au PK258+000
(Ain Naga - Zeribet El Oued)**

Etudiant :

AISSAOUI Slimane

Encadreur :

Dr. KHELIFA Tarek

Promotion Juillet 2019

REMERCIEMENTS

C'est d'abord à Dieu Tout Puissant que j'adresse mes remerciements pour avoir guidé mes pas dans le bon chemin et qui m'a permis de mener mon travail à bon port.

Mes pensées vont ensuite à mes Parents qui, depuis le début, m'ont témoigné leurs confiances et m'ont manifesté leurs soutiens.

A mon Enseignant et Encadreur Dr. KHELIFA TAREK, je souhaite exprimer ma haute gratitude pour ses conseils précieux et son soutien de tous les jours.

A tous ceux qui m'ont bien accueilli, bien conseillé, à ceux qui, par leur sourire ou par leur poignée de mains, m'ont encouragé, je dis un grand Merci.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

AISSAOUI SLIMANE

DÉDICACES

Au nom d'Allah le Clément le Miséricorde

*Tout d'abord je remercie le dieu qui m'a donné
Le courage pour arriver à ce stade de fin d'études
Je dédie ce modeste travail*

*A ma plus belle étoile qui puisse exister dans
l'univers ma chère mère.*

*A mon meilleur ami : mon père le plus beau et bon
de tous les pères.*

A ma chère sœur, et mes frères.

A toute la promotion VOÀ 2019.

A tous mes amis, et ma famille

Et ceux qui m'ont aidé durant ma formation.

AISSAOUI SLIMANE

Résumé

Le travail exposé concerne l'élargissement d'un tronçon de la route existante **RN83** qui souffre du sur plus du trafic enregistré, d'où une étude complète effectuée sur le en question **7 km** du PK251 au PK258+000 pour alléger les charges et rendre la circulation adoucissante aux usagers ; donc une étude détaillée du dédoublement de ce tronçon de la **RN83** est établie par mes soins sous le contrôle et l'orientaton de mon encadreur.

Ce projet, dans ses grandes phases, est constitué de :

- ✓ La conception géométrique de la route (Trace en plan, profil en long et profil en travers par logiciel AutoPISTE).
- ✓ La conception structurale (composée de l'étude du trafic et dimensionnement de la Chaussée).
- ✓ Etude géotechnique.

Mots clés :

Travaux publics, aménagement routier, RN, double voie, trafic, tracé routier.

ملخص

العمل المقدم يهتم اتساع قسم من الطريق الحالي الوطني رقم 83، الذي يعاني من حركة المرور المسجلة ، من حيث أجريت دراسة كاملة لمقطع من الطريق بطول 7 كلم من النقطة الكيلو مترية 251 الى 258 للتخفيف الاحمال وجعل تليين الجسم للمستخدمين لذلك تم وضع دراسة مفصلة لازدواجية هذا القسم من الطريق الوطني 83 من طرفي تحت مراقبة وتوجيه الأستاذ المشرف.

يتكون هذا المشروع في مراحل الرئيسية من :

*التصميم الهندسي للطريق

*التصميم الهيكلي

*دراسة جيو تقنية

Sommaire

RESUME

Introduction général	01
Chapitre I : Présentation de projet	
I.1 Présentation de la wilaya	02
I.2 Présentation du projet	04
I.3 Les objectifs principaux de ce projet	06
Chapitre II : Etude de trafic	
II.1. Introduction	07
II.2. Définition des trafics supportés par le réseau	07
II.3. Différents types de trafics	08
II.4. Capacité d'une route	09
II.5. Application au projet	12
Chapitre III : Dimensionnement de chaussée	
III.1. Introduction	19
III.2. Différents types de chaussées	19
III.3. Principales méthodes de dimensionnement	21
III.4. Application au projet	25
Chapitre IV : Les étapes de calcul du projet	
IX 1. Définition	40
IX 2. Chargement de Semis de points	40
IX 3. Les étapes des calculs sur le logiciel	45
IX 4. Conception plane - édition interactive de l'axe	46
IX 5. Conception longitudinale – modification du projet	48
IX 6. Conception transversale gestion des contraintes liées au site	49
IX 7. Les devers et décapages	50
IX 8. Reprise de chaussée existante optimisation du renforcement	51
Chapitre V : Trace en plan	
IV.1. Généralités	53
IV.2. Règles à respecter dans le tracé en plan	53
IV.3. Les éléments du tracé en plan.	53
IV.4. La vitesse de projet	59

IV.4. Exemple de calcules	59
IV.5. Description du tracé en plan proposé	62
Chapitre VI : Profil en long	
VI.1. Définition	64
VI.2. Les éléments de composition du profil en long	64
VI.3. Déclivité	65
VI.4. Raccordement en profil en long	65
VI.5. Caractéristiques des rayons en long	68
VI.6. Exemple de calcul de profil en long	69
VI.7. Conclusion	71
Chapitre VII : Profil en Travers	
VII.1. Définition	72
VII.2. Eléments constitutif du Profil En Travers	72
VII.3. Différent type de profils en travers	74
VII.4. Profil en travers type du projet	75
Chapitre VIII : Les données géotechnique	
VIII 1. Introduction	78
VIII 2. Les différents essais en laboratoire	78
VIII.3. Les objectifs	79
VIII 4. Les essais d'identification	79
VIII 5. Les essais in situ	80
VIII 6. Les données du projet	81
VIII.7. Classification selon GTR	83
Chapitre IX : Les ouvrages de drainage	
IX 1. Introduction	88
IX 2. Définition	88
IX 3. Dalot	88
IX 4. Buse	90
IX 5. Les ouvrages au notre projet	91
Devis Quantitatif et Estimatif	92
Conclusion général	94

Bibliographie

Annexe

LISTE DES FIGURES

Figure.I.1 : Localisation de la Wilaya de Biskra	02
Figure.I.2 : Réseau routier de la wilaya de Biskra	03
Figure. III.1 : type de chaussée	21
Figure III .2 : Dimensionnement par la méthode CBR (1ère variante)	26
Figure III .3 : Dimensionnement par le catalogue (1 ère variante).	30
Figure III .4 : Dimensionnement par la méthode CBR (2ème variante)	32
Figure III .5 : Dimensionnement par le catalogue (2ème variante)	34
Figure III .6: modélisation par alizé	37
Figure III .7: Résultats par alize LCPC	38
Figure III.8 : résultats Alizé de la modélisation optimisée	39
Figure IV.1 : Covadis 2D-points topographiques	41
Figure IV.2 : Chargement d'un semi de points	42
Figure IV.3 : Format séparateur	43
Figure IV.4 : Définition de point Topo	43
Figure IV.5 : Levé topographique	45
Figure IV.6 : la conception selon le type de route.	47
Figure IV.7 : Modifications simples de l'axe en plan.	47
Figure IV.8 : Choix de la méthode d'implantation des tabulations	48
Figure IV.9 : Modification du profil en long projet	49
Figure IV.10 : Profils types par couches	50
Figure V.1 : Forces agissant sur un véhicule dans un virage	55
Figure V.2 : Courbe en tracé en plan	59
Figure V.3 : l'axe en plan	62
Figure V.4 : l'axe en plan et mur en béton	63
Figure VI.1 : éléments géométriques du profil en long	66
Figure VI.2 : Visibilité en raccordement convexe	67
Figure VII.1 : Les éléments du profil en travers	72
Figure VII.2 : différents types de profil en travers	75
Figure VII.3 : profil en travers n ⁰ : P.70	76
Figure VII.5 : Le profil en travers type en 2×2 voies du projet	77
Figure IX.1 : dalot	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Coefficient D'équivalence « P »	10
Tableau II.2 : coefficient lié à l'environnement	10
Tableau II.3 : Coefficient de réduction de capacité	11
Tableau II.4 : Les capacités théoriques	11
Tableau II.5 : Tableau récapitulatif des résultats des calculs (1ère variante)	13
Tableau II.6 : Tableau récapitulatif des résultats des calculs (2ème variante)	17
Tableau II.7 : les calculs sont représentés dans le tableau suivant	19
Tableau III.1 : les coefficients d'équivalence	23
Tableau III.2 : Répartition de trafic	25
Tableau III.3 : épaisseur réelle et équivalence de la chaussée (variante 1)	26
Tableau III.4 : classes de trafic TPLi adoptées en PL/j/sens (variante 1)	27
Tableau III.5 : la classe du sol support de chaussée (Si) (variante 1)	28
Tableau III.6 : Température équivalente	29
Tableau III.7 : épaisseur réelle et équivalence de la chaussée (variante 2)	31
Tableau III.8 : Surclassment avec couche de forme en matériau non traité	33
Tableau III.9 : Valeurs de A	35
Tableau IV.1 : Une partie des coordonnées du projet	44
Tableau V.1 : rayons du tracé en plan (B40)	57
Tableau V.2 : le résultat du calculs de l'axe en plan	63
Tableau VI.1 : Valeur de la déclivité maximale (B40).	65
Tableau VI.2 : Hauteur de l'œil et de l'obstacle	68
Tableau VI.3 : Valeur de la déclivité maximale (B40)	69
Tableau VI.4 : Les coordonnées des points A, S, B.	69
Tableau VIII.1 : programme géotechnique	82
Tableau VIII.2 : Résultats moyennes des essais de sondages	83
Tableau VIII.3 : Classification des matériaux (classe A)	84
Tableau VIII.4 : Sous classe des matériaux (A2)	84
Tableau VIII.5 : Conditions d'utilisation des matériaux(A2) en remblai	85
Tableau VIII.6 : représente le code E G W T R C H	87
Tableau IX.1 : Les ouvrages d'assainissement existant	92

LISTE DES PHOTOS

Photo. I.1 : Localisation de la route nationale 83	05
Photo. I.2 : Début du projet	05
Photo. I.3 : Fin du projet	05
Photo. I.4 : Situation du projet	06
Photo. IX.1 : Dalot cadre	89
Photo. IX.2 : Dalot portique	89
Photo. IX.3 : Buses en béton	90
Photo.IX.4 : Buses métalliques	91
Photo.IX.5 : Dalot en Béton Armé	92
Photo.IX.6 : Ouvrage Submersible	92

Introduction Général

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception dédoublement d'un tronçon routier (**RN83**) sur **80KM** qui se situe dans la wilaya de **Biskra**.

La **RN83** une importance stratégique pour le réseau routier national, car elle constitue une liaison entre **BISKRA** et **KHENCHLA**, c'est une route passant par les zones pastorales de l'Algérie.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de :

- ✓ L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- ✓ Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région et la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

CHAPITRE I

Présentation de projet

I.1. Présentation de la wilaya :

La wilaya de **Biskra** est située au sud-est de l'Algérie aux portes du Sahara, limitée au Nord par la wilaya de Batna, au sud par la wilaya d'Ouargla, à l'est par la wilaya de Khenchela au nord-ouest par la wilaya de M'Sila, à l'ouest par la wilaya de Djelfa, au sud-est par la wilaya d'El Oued.

- Son altitude est de **112** mètre au niveau de la mer. Elle est caractérisée par un climat un peu froid En hiver, chaud et sec en été La wilaya est limitée par :
 - ✓ **Le nord : wilaya de Batna et M'sila.**
 - ✓ **Le sud : wilaya d'Ouargla et el-oued.**
 - ✓ **L'est : wilaya de Khenchela.**
 - ✓ **L'ouest : wilaya de Djelfa.**
- Sa superficie est estimée à **21671,20 km²** et compte une population de **721356** habitants (**Estimation2008**), elle compte 12 Dairas et **33**communes.



Figure I-1 : Localisation de la Wilaya de Biskra

❖ Le réseau routières de la wilaya:

- **RN (Routes nationales) : 550 Km**
- **CW (Chemins de wilaya) : 482 Km**
- **CC (Chemin communaux) : 1.157 Km**

- ✓ Nombre d'ouvrage d'art sur **RN (95)**
- ✓ Nombre d'ouvrage d'art sur **CW (46)**
- ✓ Nombre d'ouvrage d'art sur **CC (49)**

❖ Routes nationales traversant la wilaya de Biskra :

- RN 3 (Kantara-Biskra-Stil).
- RN 83 (Biskra-Sidi Okba –Zribet El oued- Khanga).
- RN 46 (Biskra-Tolga-Chaiba).
- RN 31 (Biskra-Arris).
- RN 87 (Biskra-Branis Djamorah).
- RN 78 (Branchement vers Barika).

I.2. Présentation du projet :

La route nationale **83** d'une distance de **107Km** relie les deux wilayas (**Biskra** et **KHanchla**), en passant par (Biskra- Sidi Okba –Ain Naga –Zeribet El Oued Et Khenguët Sidi Nadji).

Le projet consiste de dédoubler la chaussée existante de la **RN83** (Ain Naga - Zeribet El Oued) ; le projet s'inscrit dans le cadre d'une démarche globale de mise à niveau de l'un des axes les plus importants sur les plans socio-économique et stratégique.

Cette section à étudier sur une longueur de **7 km** présente un trafic journalier moyen important estimé à l'ordre **4533v/j (TJMA2005)**.

- Le pourcentage du poids lourds est de **30%**.
- L'itinéraire du projet est classé en environnement (**E2**), de catégorie (**C2**) et la vitesse de base du projet est estimée à **80 km/h**.

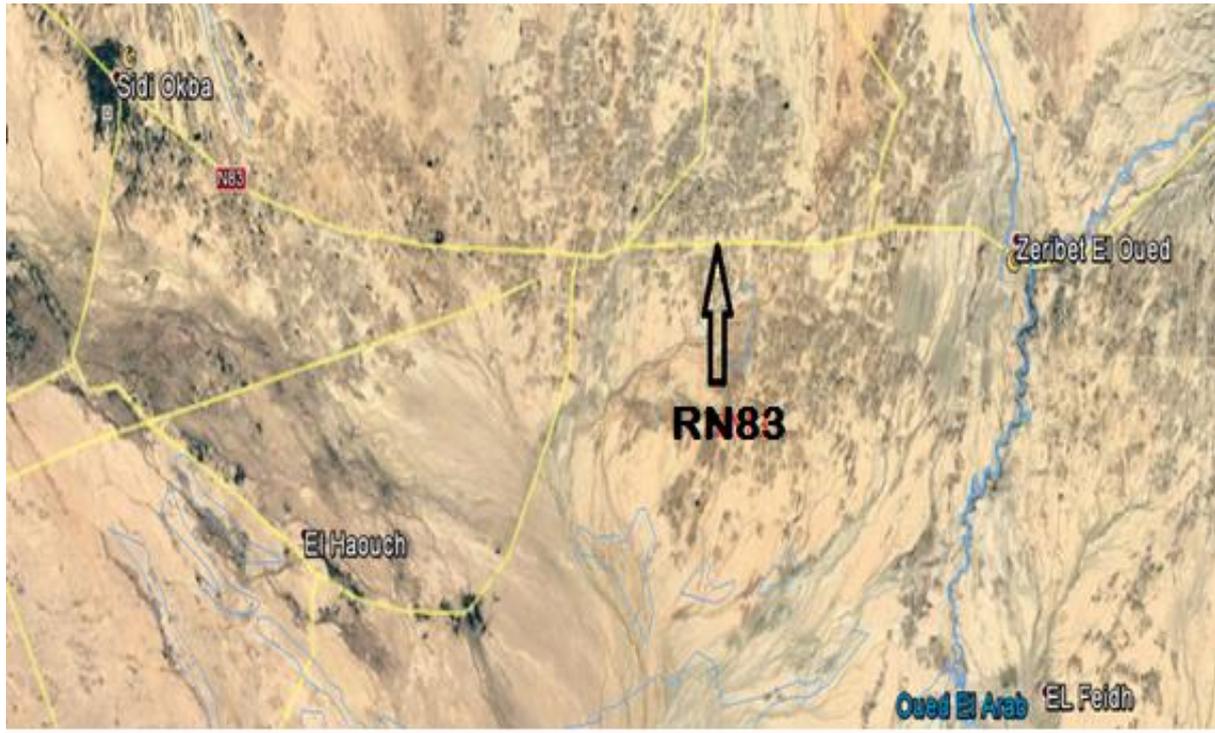


Photo.I.1 : Localisation de la route nationale 83.



Photo.I.3 : Fin du projet.
(PK 258+000)



Photo.I.2 : Début du projet. (PK 251+000)

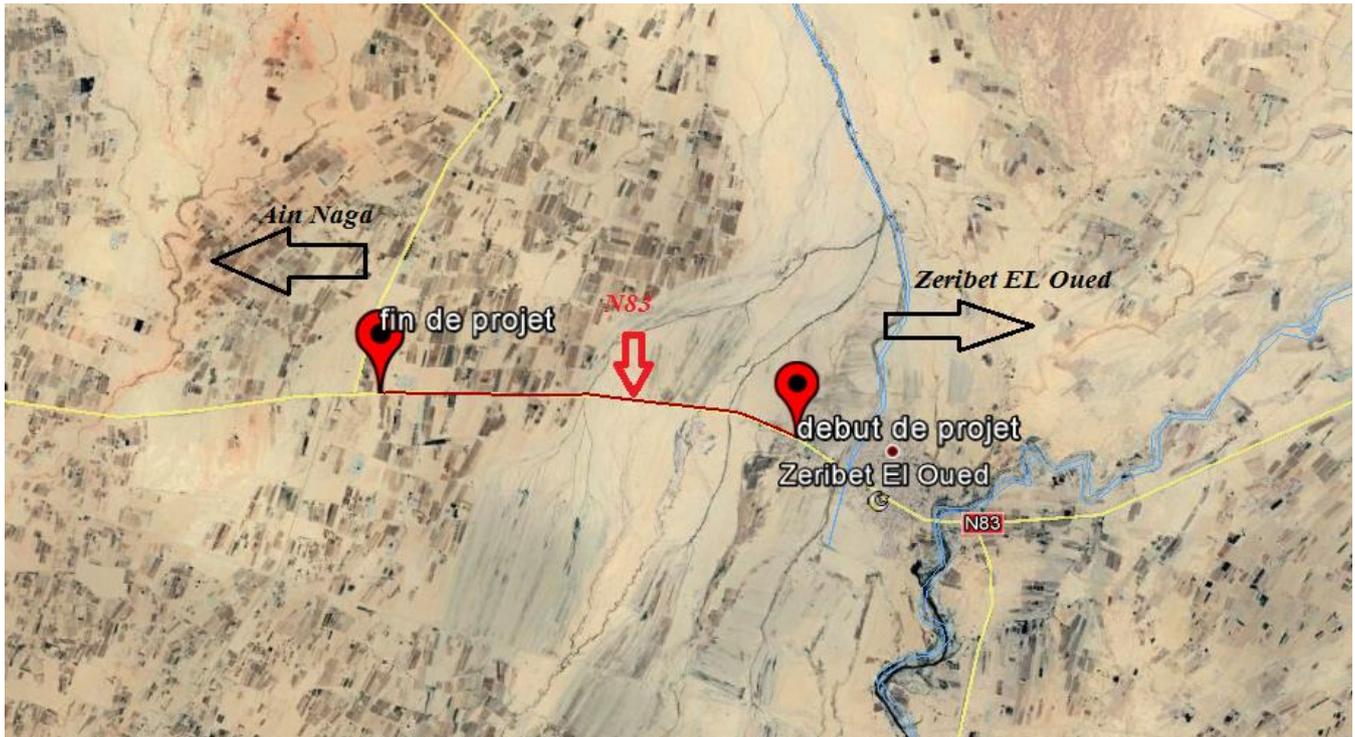


Photo.I.4 : Situation du projet (PK251 au PK258)

I.3. Les objectifs principaux de ce projet :

L'objectif principal de la présente étude consiste à faire la conception du dédoublement de la route existante en **2x2** voies avec un terre-plein central (TPC) et, procéder au renforcement de la chaussée existante. Sachant que le profil en travers de la route existante se présente comme suit :

- ✓ Une chaussée bidirectionnelle de largeur **7m**.
- ✓ Un accotement de largeur **2m**.

Pour atteindre l'objectif visé, notre travail a été structuré comme suit :

- ✓ Étudier le trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu.
- ✓ Concevoir la géométrie en plan, en long et en travers du projet.
- ✓ Procéder à un dimensionnement des corps de chaussées neufs pour la partie projetée et un renforcement pour la partie existante.

CHAPITRE II

Etude du trafic

Etude de trafic

II.1. Introduction :

L'étude du trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, pour partie « stratégie et planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, elle est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets routiers.
- Estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont en fonction du volume de circulation.
- Définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombres de voies).
- Estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.

II.2. Définition des trafics supportés par le réseau :

Pour les trois phases indiquées ci-dessus, les résultats à attendre concernent les points suivants :

- les niveaux de trafic : il s'agit généralement des niveaux moyens de l'année (Trafic Moyen Journalier Annuel) éventuellement des niveaux moyens d'été et d'hiver et des niveaux en périodes de pointe (jours les plus fréquentés de l'année).
- la nature du trafic : analyse de la répartition du trafic entre les différentes catégories d'utilisateurs (véhicules légers, poids lourds, éventuellement deux roues et véhicules agricoles).
- la fonction de l'infrastructure : analyse de la répartition par type de trafic (trafic local, trafic d'échange, trafic de transit). dans le cas de réseaux maillés complexes, le trafic sera décomposé en relations origine destination. Si nécessaire, on analysera également la répartition par motif pour les véhicules légers.

II.2.1. Analyse du trafic :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

❖ Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales ;
- Comptages sur routes (manuels, automatique) ;
- Enquêtes de circulation

II.3. Différents types de trafics :

II 3.1. Trafic normal :

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

II.3.2. Trafic dévié :

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

II.3.3 . Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

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

II. 3.4. Trafic total :

Le **trafic** sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

II.4. Capacité d'une route :

II.4.1. Définition de la capacité :

La **capacité** est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminer, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

II.4.2. La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation

II.4.3. Calcul de TJMA horizon :

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

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

TJMAh : le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

τ : taux d'accroissement du trafic (%).

II.4.4. Calcul des trafics effectifs :

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

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

Le trafic effectif donné par la relation :

$$T_{eff} = TJMAh [(1-z) + p.z]$$

Teff : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

p : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend.

Tableau II.1 : coefficient d'équivalence (P)

Environnement	E1	E2	E3
2 voies	2	6	12
3 voies	2.5	5	10
Route ≥ 4voies	2	4	8

II.4.5. Débit de point horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (**uvp**) et donné par la formule :

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

Q : débit de pointe horaire

1/n : coefficient de pointe horaire pris égal à **0.12**, (en général **n=8heures**)

Teff : trafic effectif

II.4.6. Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule :

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

- Valeurs de K_1 :

Tableau II.2 : coefficient lié à l'environnement.

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

- Valeurs de K_2 :

Tableau II.3 : Coefficient de réduction de capacité.

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

- Valeurs de C_{th} :

Tableau II.4 : Les capacités théoriques.

Route	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1800 uvp/h des 2 voies cumulées
Route à 3 voies de 3,5 m	2800 uvp/h des 2 voies cumulées
Route à chaussées séparées	1800 uvp/h des 2 voies cumulées

II.4.7. Calcul le nombre de voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

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

Q_{adm} : débit admissible par voie

S : coefficient de dissymétrie, en général égale à $2/3$

II.5. Application au projet

Connaissant le débit actuel et son développement dans l'avenir, on déterminera la largeur de la chaussée pour qu'elle puisse écouler dans les conditions acceptables des fortes circulations prévisibles.

Pour effectuer ces calculs qui nous donnerons le nombre des voies à adopter pour ce tronçon, nous exploiterons les résultats obtenus à partir des comptages effectués par le service concerné du **DTP DE BISTRA** en **2019** et ceci par application des formules citées ci-dessus :

Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par DTP de Biskra nous avons :

- Le trafic à l'année 2005	TJMA ₂₀₀₅ = 4533v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté	$\tau = 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds	Z= 15%
- L'année de mise en service sera en	2020
- La durée de vie estimée de	20 ans
- Catégorie	C2
- L'environnement	E2

1ère variante

II.5.1. Détermination de nombre des voies :

❖ Trafic de l'année mise en service (2020) :

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

TJMA_h : trafic à l'horizon (année de mise en service 2020)

TJMA₀ : trafic à l'année zéro (origine 2005).

$$TJMA_{2020} = 8163 \text{ v/j}$$

❖ Trafic à l'année horizon (2040) :

Trafic à l'année (2040) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2040} = 8163 \times (1 + 0,04)^{20} = 17886 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2040} = 17886 \text{ v/j}$$

❖ Trafic effectif :

$$\text{Teff} = \text{TJMAh} [(1 - Z) + Z.P]$$

Avec :

P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.

Z : le pourcentage de poids lourds.

	Comptage (V/J)	Année comptage	%PL	Année service	Taux Accroisse ment	Durée de vie	K1	K2
RN83 Catégorie2 E2	4533	2005	15 %	2020	4 %	20	0.85	0.99

Tableau II.5 : Tableau récapitulatif des résultats des calculs (1ère variante)

	Coef Equiv PL/VL	Capacité théorique Cth (uvp/h)	Débit admissible Qadm (uvp/h)	TMJA service (v/j)	TMJA horizon (v/j)	Teff (uvp/j)	Débit de pointe Q (uvp/h)
Chaussées à 2 voies	6	1800	1515	8163	17886	31300.5	3756.06
Chaussées à 3 voies	5	2800	2356	8163	17886	28617.6	3434.112
1 voie d'une route à chaussées séparées	4	1800	1515	8163	17886	25934.7	3112.164

▪ **Calcul du trafic effectif :**

- Chaussées à 2 voies :

$$T_{\text{eff}} = 17886 \times [(1 - 0.15) + 6 \times 0.15] = \mathbf{31300.5 \text{ uvp/j}}$$

- Chaussées à 3 voies :

$$T_{\text{eff}} = 17886 \times [(1 - 0.15) + 5 \times 0.15] = \mathbf{28617.6 \text{ uvp/j}}$$

- 1 voie d'une route à chaussées séparées :

$$T_{\text{eff}} = 17886 \times [(1 - 0.15) + 4 \times 0.15] = \mathbf{25934.7 \text{ uvp/j}}$$

▪ **Calcul du Débit Horaire Admissible**

- Chaussées à 2 voies :

$$Q_{\text{adm}} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = \mathbf{1515 \text{ uvp/h}}$$

- Chaussées à 3 voies :

$$Q_{\text{adm}} = 0.85 \times 0.99 \times 2800 = \mathbf{2356 \text{ uvp/h}}$$

- 1 voie d'une route à chaussées séparées :

$$Q_{\text{adm}} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = \mathbf{1515 \text{ uvp/h}}$$

❖ **Calcul du Débit De Pointe Horaire Normal**

- Chaussées à 2 voies :

$$Q = 0.12 \times 27723 = \mathbf{3756.06 \text{ uvp/h}}$$

- Chaussées à 3 voies :

$$Q = 0.12 \times 25756 = \mathbf{3434.112 \text{ uvp/h}}$$

- 1 voie d'une route à chaussées séparées :

$$Q = 0.12 \times 23788 = \mathbf{3112.164 \text{ uvp/h}}$$

On peut remarquer que :

-La chaussée à **2 voies** ne suffit pas car le débit admissible sur une 2 voies est

$$Q_{adm}=1515 < Q=3756.06 \text{ uvp/h.}$$

-La chaussée à **3 voies** ne suffit pas car le débit admissible sur une 3 voies est

$$Q_{adm}=2356 < Q=3434.112 \text{ uvp/h.}$$

-Par conséquent le profil en travers de la route doit être du type chaussé Séparées

2×n (avec n nombre de voies est calculé sur le tableau suivant) :

	Débit de pointe q dissymétrique Du sens le plus chargé ($q=2/3Q$)	Nombre de voies par sens ($N =q/ Q_{adm}$)
1voie d'une route à chaussées séparées	2074.78	1.37

Conclusion :

On conclue il sera opté pour un profil en travers 2×2 voies

2ème variante

Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par DTP de Biskra nous avons :

- Le trafic à l'année 2005	TJMA ₂₀₀₅ = 4533v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté	$\tau= 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds	Z= 30%
- L'année de mise en service sera en	2024
- La durée de vie estimée de	20 ans
- Catégorie	C2
- L'environnement	E2

II.5.2 Détermination de nombre des voies :

❖ Trafic de l'année mise en service (2024) :

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

TJMA_h : trafic à l'horizon (année de mise en service 2024)

TJMA₀ : trafic à l'année zéro (origine 2005).

$$\boxed{TJMA_{2024} = 9550 \text{ v/j}}$$

❖ Trafic à l'année horizon (2044) :

Trafic à l'année (2044) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2044} = 9550 \times (1 + 0,04)^{20} = 20925 \text{ v/j.}$$

$$\boxed{TJMA_{2044} = 20925 \text{ v/j}}$$

❖ Trafic effectif :

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

Avec :

P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.

Z : le pourcentage de poids lourds.

	Comptage (V/J)	Année comptage	%PL	Année service	Taux Accroisse ment	Durée de vie	K1	K2
RN83 Catégorie2 E2	4533	2005	30 %	2024	4 %	20	0.85	0.99

Tableau II.6 : Tableau récapitulatif des résultats des calculs (2ème variante).

	Coef Equiv PL/VL	Capacité théorique Cth (uvp/h)	Débit admissible Qadm (uvp/h)	TMJA service (v/j)	TMJA horizon (v/j)	Teff (uvp/j)	Débit de pointe Q (uvp/h)
1 voie d'une route à chaussées séparées	4	1800	1515	9550	20925	39757.5	4770.9

- **Calcul du trafic effectif**

- 1 voie d'une route à chaussées séparées :

$$T_{eff} = 20925 \times [(1 - 0.30) + 4 \times 0.30] = 39757.5 \text{ uvp/j}$$

- **Calcul du Débit Horaire Admissible**

- 1 voie d'une route à chaussées séparées :

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1515 \text{ uvp/h.}$$

- **Calcul du Débit De Pointe Horaire Normal**

- 1 voie d'une route à chaussées séparées :

$$Q = 0.12 \times 39757.5 = 4770.9 \text{ uvp/h.}$$

Par conséquent le profil en travers de la route doit être du type chaussée Séparées $2 \times n$ (avec n nombre de voies est calculé sur le tableau suivant) :

	Débit de pointe q dissymétrique Du sens le plus chargé ($q=2/3Q$)	Nombre de voies par sens ($N = q/ Q_{adm}$)
1voie d'une route à chaussées séparées	3180.6	2.09

Conclusion :

On conclue il sera opté pour un profil en travers 2×2 voies.

❖ Calcul de l'année de saturation de 2×2 :

$$T_{eff} (2024) = [(1 - 0,30) + 4 \times 0,3] \times 9550$$

$$T_{eff} (2024) = 18145 \text{ uvp/j.}$$

$$Q = 0,12 \times 18145 = 2177.4 \text{ uvp/h.}$$

$$\text{Donc : } Q = 2177.4 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}.$$

$$Q_{saturation} = 4 \times 1515 = 6060 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2024}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q_{2024}}\right)}{\ln(1 + \tau)}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{6060}{2177.4}\right)}{\ln(1 + 0.04)} = 26.09 = 26 \text{ ans}$$

Donc : n= 26 ans.

D'où notre route sera saturée **26 ans** après la mise en service, donc l'année de saturation est l'année : **2050**. Par conséquent le trafic restera théoriquement fluide bien au-delà de **l'année horizon 2044**.

Tableau II.7 : les calculs sont représentés dans le tableau suivant.

TMJA2024 (v/j)	TMJA2044 (v/j)	Teff 2044 (uvp/j)	Q2044 (uvp/h)	N (nombre de voies par sens)
9550	20925	39757.5	4770.9	2

CHAPITRE III

Dimensionnement Du corps de chaussée

Dimensionnement de chaussée

III.1 Introduction :

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

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

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres fondamentaux suivants :

- ❖ **Le trafic.**
- ❖ **L'environnement de la route (le climat essentiellement).**
- ❖ **Le sol support.**

III.2 Les différents types de chaussées :

Il existe trois types de chaussée :

1. Chaussée souple.
2. Chaussée semi - rigide.
3. Chaussée rigide.

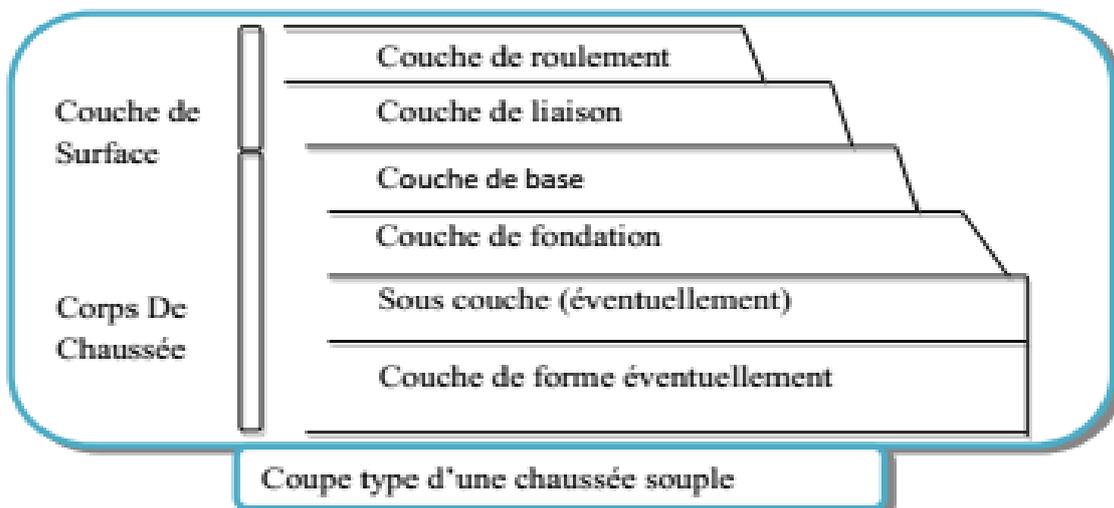
III.2.1. Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- ❖ les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- ❖ les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

- ✓ **Couche de roulement (de surface ou encore d'usure)**
- ✓ **Couche de base**
- ✓ **Couche de fondation**
- ✓ **Couche de forme**



III.2.2. Chaussée semi –rigide :

On distingue :

- ❖ Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. 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.

III.2.3 Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

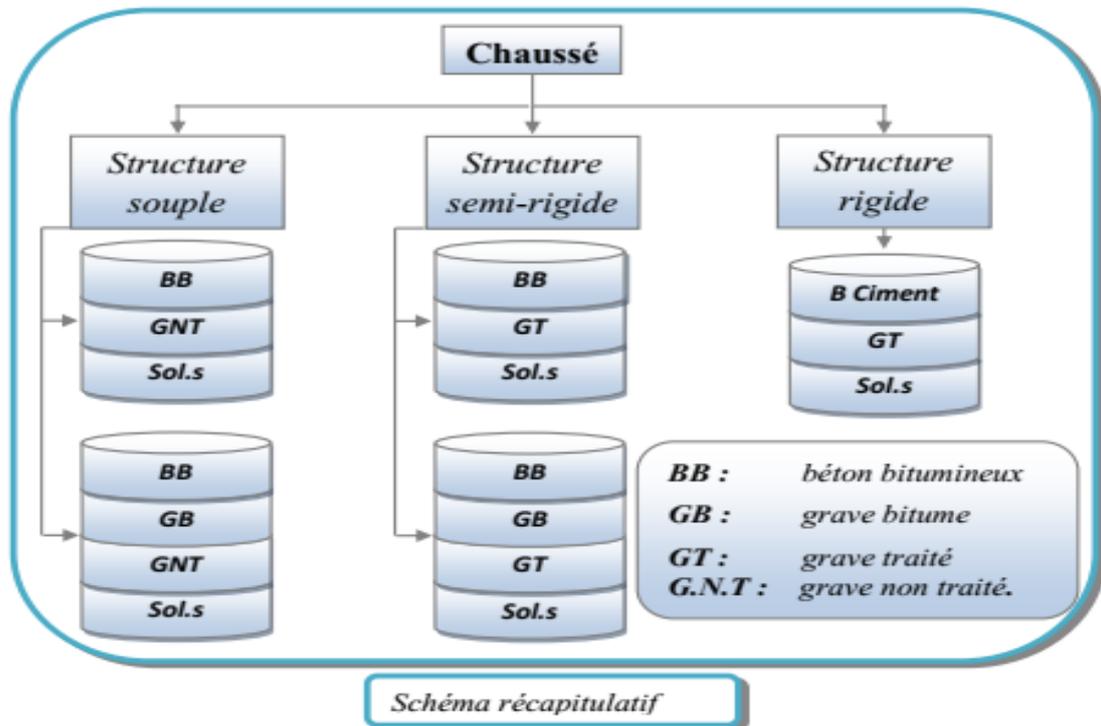


Figure III.1 : type de chaussée.

III.3 Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

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

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

III.3.1 Méthode de C.B.R :

C'est une méthode (semi empirique) qui s'est basé sur essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90 - 100 %) de l'optimum Proctor modifier sur une épaisseur d'eau moins de 15 cm .

Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieur à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I_{CBR} + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule est la suivante :

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

I : indice portant C.B.R

N : désigne le nombre moyen de plus de camion 1500 kg à vide

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

Log : logarithme décimal.

❖ Notion de l'épaisseur équivalente :

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique « a » appelé coefficient d'équivalence.

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

$a_1 \times e_1$: couche de roulement.

$a_2 \times e_2$: couche de base.

$a_3 \times e_3$: couche de fondation.

$$E_q = \sum e_{(réelle)} * a$$

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : les coefficients d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

❖ Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e_1 » et « e_2 » et on calcule « e_3 », généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB = 6 - 8 cm ; GB = 10 - 20 cm ; GNT = 20cm et plus.

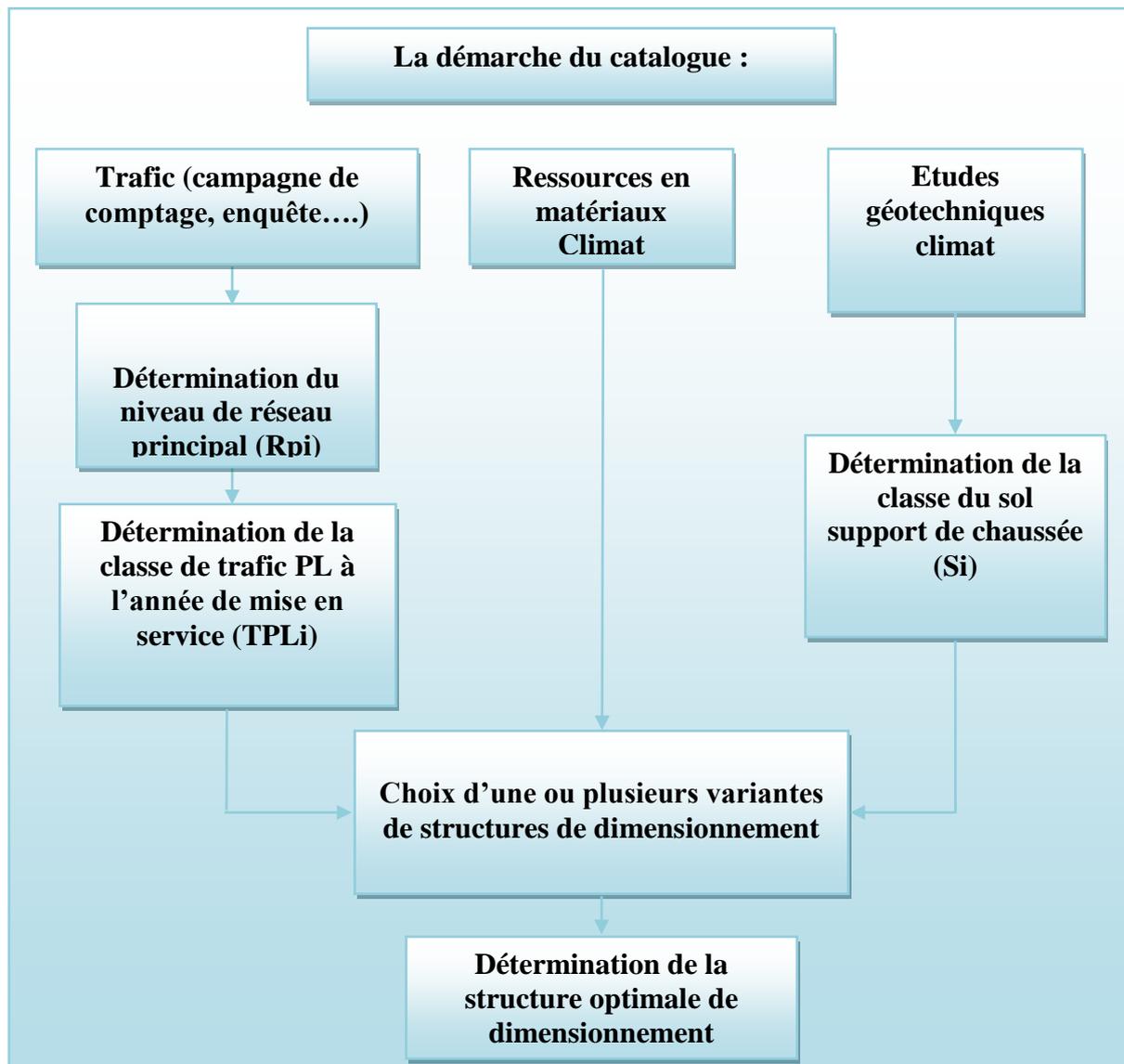
III.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Le catalogue de dimensionnement des chaussées se présente sous forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées.

✓ **Principes du dimensionnement catalogue :**

- Le trafic (solllicitation) : charge de référence 13t.
- Le sol support.
- La zone climatique.
- La durée de service.
- Les matériaux et les types de structure.

✓ **La réalisation et la vérification de stabilité de structure :**



III.4 Application au projet :

1ère variante

III.4.1 Méthode CBR :

- **Donnée de l'étude : (retenue des formations de DTP de Biskra).**
- Année de compactage : 2005
- Mise en service : 2020
- Durée de vie : 20 ans
- Pourcentage de poids lourds : Z= 15%
- CBR=10

Tableau III.2 : Répartition de trafic.

Type de chaussée	Trafic PL sur la voie lente
2 voies	$(TMJA \times z) \times (1/2)$
3 voies	$(TMJA \times z) \times (1/2)$
2x2 voies	$(TMJA \times z) \times (1/2) \times 0.9$
2x3 voies	$(TMJA \times z) \times (1/2) \times 0.8$

- **Le trafic de la mise en service :**

$$TJMA_{2020} = 8163 \text{ v/j}$$

- **Le trafic à l'année horizon c'est à dire à la 20^{ème} année d'exploitation**

$$\text{Avec : } n=20 \text{ et } \tau=4\%$$

$$TMJA_{2040} = TJMA_{2020} * (1+\tau)^n = 8163 (1+0.04)^{20} = 17886 \text{ v/j}$$

- **Le pourcentage de poids lourds étant 15%, ce qui donne un trafic (N) de poids lourds (PL) de :**

$$N = (17886/2) \times 0.9 \times 0.15 = 1207.3 \text{ PL/j/sens.}$$

- **P** : charge par roue **P = 6.5 t** (essieu 13 t).

L'épaisseur est donc :

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

$$\Rightarrow e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{1207.3}{10})}{10 + 5} = \mathbf{37.2 \text{ cm}}$$

Pour calcul des épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière : $\mathbf{e = 6 \times 2 + 12 \times 1.5 + 20 \times 1 = 50 \text{ cm} > 37.2 \text{ cm}}$

Tableau III.3 : épaisseur réelle et équivalence de la chaussée (variante 1)

Couches	e _{réelles} (cm)	a _i	e _{eq} (cm)
BB	06	02	12
GB	12	1.5	18
GNT	20	01	20
Total	38		50

C'est-à-dire : Épaisseur réelles est de : 6 (BB) + 12(GB) + 20 (GNT) = 38cm.

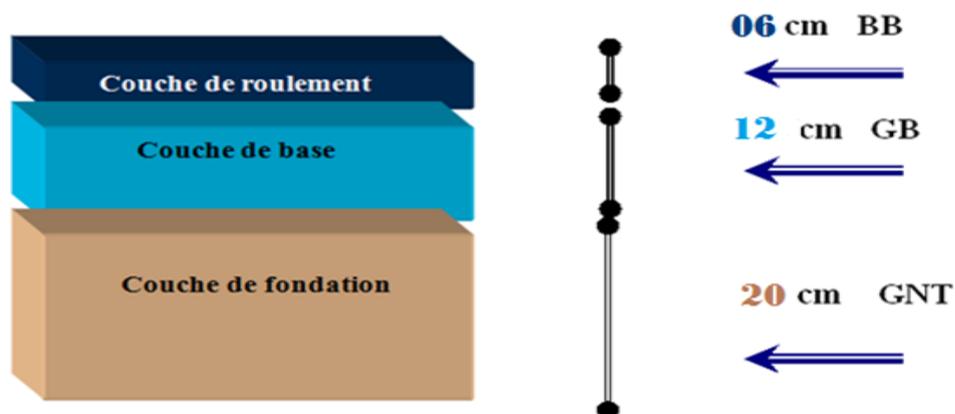


Figure III.2 : dimensionnement par la méthode CBR (1ère variante).

III.4.2. Par la méthode du catalogue :

- **Détermination du type de réseau :**

$$TJMA = 4533 \text{ v/j} \geq 1500 \text{ v/j}$$

La route principale présentant intérêt économique et stratégique.

Donc on est dans le réseau principal de **niveau 1 (RP1)**.

- **Détermination de la classe de trafic :**

Route Unidirectionnelle à (2×2) voies

- Durée de vie : **20ans**.

- Taux de d'accroissement : **4 %**.

- $TJMA_{2005} = 4533 \text{ v/j}$.

- $TJMA_{2020} = 8163 \text{ v/j}$ (année de mise en service)

- $Z = 15\%$.

$$TPL = (8163 \times 0.15) \times 0.5 \times 0.9 = 551 \text{ PL/ j/sens.}$$

Tableau III.4 : classes de trafic TPL_i adoptées en PL/j/sens.

Class de trafic	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
min	0	50	100	150	300	600	1500	3000
max	50	100	150	300	600	1500	3000	6000

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en : $TPL_i = 551 \text{ (PL/j/sens)}$. La classe de trafic est **TPL4**.

- Détermination de la classe portance de sol terrassé (Si) :

Tableau III.5 : la classe du sol support de chaussée (Si).

Portance (Si)	CBR	E(MPa)
S4	<5	<25
S3	5-10	25-50
S2	10-25	50-125
S1	25-40	125-200
S0	>40	>200

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir : **S3, S2, S1, S0**. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été

- Calculées à partir de la relation empirique suivante :

Pour notre projet **CBR : I=10**

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

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPa)}$$

$50 \leq 5 \times 10 < 125$ **donc** la classe de portance de sol support est de **S2**.

- Sur classement des sols supports de chaussées :

Le cas de sols de faible portance (**S2 en RP1**) est rencontré, le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans des conditions acceptables.

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol support visée (Sj)
S2	Matériaux non traités (*)	40 cm (en bicouches)	S1

- **Choix de différentes couches constituées de la chaussée :**

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

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

- **Détermination de la zone climatique :**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique III (**350 > 100 mm/an**).

Les données directement utilisées dans le calcul de dimensionnement de la chaussée se rapportent :

- à l'état hydrique de sol support.
- aux cycles saisonniers de température.

Tableau III.6 : Température équivalente.

Zone climatique			
Température équivalente Θ_{eq} (°c)	I et II	III	IV
	20	25	30

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique de site d'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**2001 CCTP**) le site de projet est classé en zone **III**.

- **Choix d'une structure de dimensionnement :**

On a :

Le réseau principal (**RP1**), la zone climatique **III**, durée de vie de **20** ans, taux d'accroissement moyen (**4%**), la portance du sol (**S1**) et une classe de trafic (**TPL4**).

Le catalogue Algérien (fascicule N°3) propose la structure suivante :

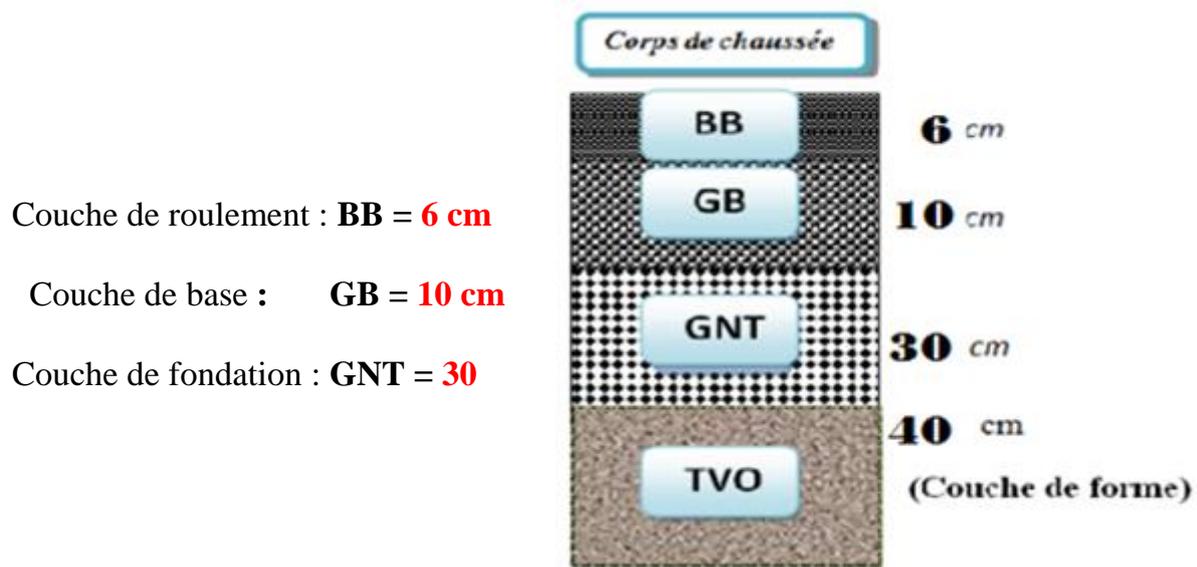


Figure III.3 : Dimensionnement par le catalogue (1 ère variante).

Résultat de deux méthodes :

C.B.R	Catalogue
6BB+12 GB+20GNT	6BB+10GB+30GNT+40TVO

2ème variante

III.4.3 Méthode C.B.R :

- Donnée de l'étude :
 - Année de compactage : 2005
 - Mise en service : 2024
 - Durée de vie : 20 ans
 - Pourcentage de poids lourds : Z= 30%
 - CBR=5.

- Le trafic de la mise en service :

$$TJMA_{2024} = 4533(1+0.04)^{19} = 9550 \text{ v/j}$$

- Le trafic à l'année horizon c'est à dire à la 20^{ème} année d'exploitation

Avec : $n=20$ et $\tau=4\%$

$$TMJA_{2044} = TJMA_{2024} \times (1+\tau)^n = 9550 (1+0.04)^{20} = 20925 \text{ v/j}$$

- Le pourcentage de poids lourds étant 30%, ce qui donne un trafic (N) de poids lourds (PL) de :

$$N = (20925/2) \times 0.9 \times 0.30 = 2824.9 \text{ PL/j/sens.}$$

- P : charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t).

L'épaisseur est donc :

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

$$\Rightarrow e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{2824.9}{10})}{5 + 5} = 60 \text{ cm}$$

Pour calcul des épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière :

$$e = 8 \times 2 + 14 \times 1.5 + 25 \times 1 = 62 \text{ cm} > 60 \text{ cm}$$

Alors :

Tableau III.7 : épaisseur réelle et équivalence de la chaussée.

Couches	$e_{réelles}$ (cm)	a_i	e_{eq} (cm)
BB	08	02	16
GB	14	1.5	21
GNT	25	01	25
Total	47	/	62

C'est-à-dire : Épaisseur réelles est de : $8 (BB) + 14(GB) + 25(GNT) = 47 \text{ cm}$.

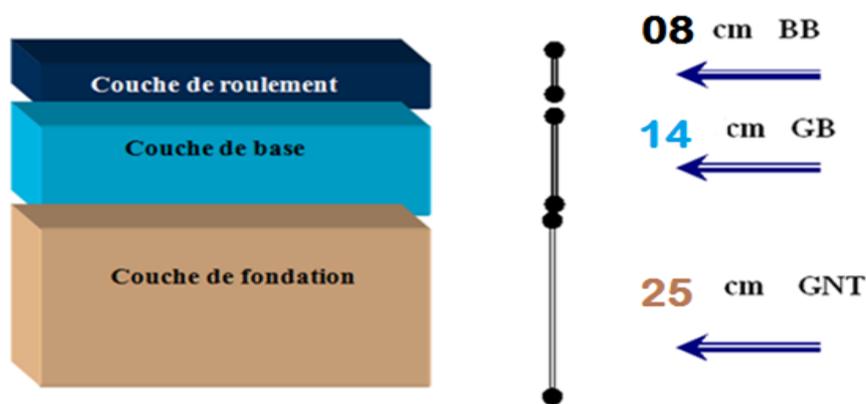


Figure III.4 : Dimensionnement par la méthode CBR (2ème variante).

III.4.4 La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

- **Détermination du type de réseau** :

$$TJMA_{2024} = 4533 \text{ v/j} \geq 1500 \text{ v/j}$$

La route principale présentant intérêt économique et stratégique.

Donc on est dans le réseau principal de **niveau 1 (RP1)**.

- **Détermination de la classe de trafic** :

Route Unidirectionnelle à (2×2) voies

- Durée de vie : **20ans**.
- Taux de d'accroissement : **4 %**.
- $TJMA_{2005} = 4533 \text{ v/j}$.
- $TJMA_{2024} = 9550 \text{ v/j}$ (année de mise en service)
- $Z = 30\%$.
- $TPL_i = (9550 \times 0.30) \times 0.5 \times 0.9 = 1289 \text{ PL/ j/sens}$.

D'après le catalogue de dimensionnement de chaussées, la classe de trafic adoptée pour un réseau principal (RP1) est **TPL5**.

- **Détermination de la classe de portance du sol** :

- L'indice **CBR I = 5**.
- La classe de portance du sol est : **S3**
- Pour passer du support **S3** au support **S1**, il faut prévoir **70 cm** de **TVO**.

Tableau III.8 : Surclassment avec couche de forme en matériau non traité.

Class de Portance Du sol (Si)	Epaisseur de Couche de forme	Nombre de Couches	Nouvelle classe de Portance du sol (Si)
< S4	50	2 couches	S3
S4	35	1 couche	S3
S4	60	2 couches	S2
S3	40	2 couches	S2
S3	70	2 couches	S1
S2	40	2 couches	S1

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

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

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

- **Détermination de la zone climatique :**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique III (**350 > 100 mm/an**).

Les données directement utilisées dans le calcul de dimensionnement de la chaussée se rapportent :

- à l'état hydrique de sol support.
- aux cycles saisonniers de température.

La température équivalente est généralement déterminée selon le zonage climatique de site d'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**2001 CCTP**), le site de projet est classé en zone **III**.

- **Choix d'une structure de dimensionnement :**

Le réseau principal (**RP1**), la zone climatique **III**, durée de vie de **20** ans, taux d'accroissement moyen (**4%**), la portance du sol (**S1**) et une classe de trafic (**TPL5**).

Le catalogue Algérien (fascicule N°3) propose la structure suivante :

- Couche de roulement : **BB = 6**
- Couche de base : **GB = 12**
- Couche de fondation : **GNT = 35.**
- Couche de forme : **TVO = 70**

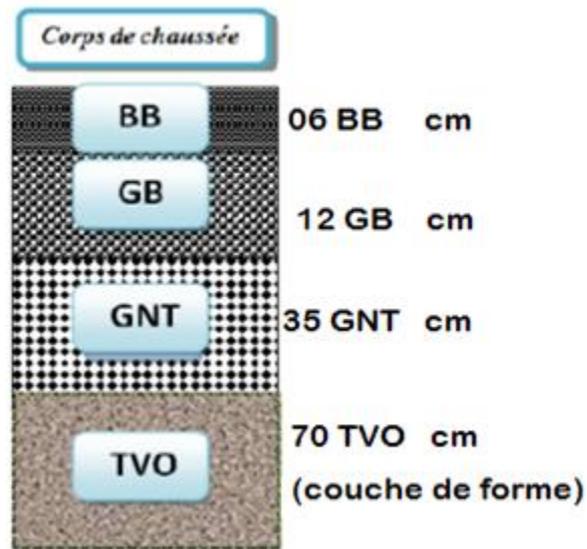


Figure III.5 : Dimensionnement par le catalogue (2ème variante).

- Résultat de deux méthodes :

C.B.R	Catalogue
8BB+14 GB+ 25GNT	6BB+12GB+35GNT+70TVO

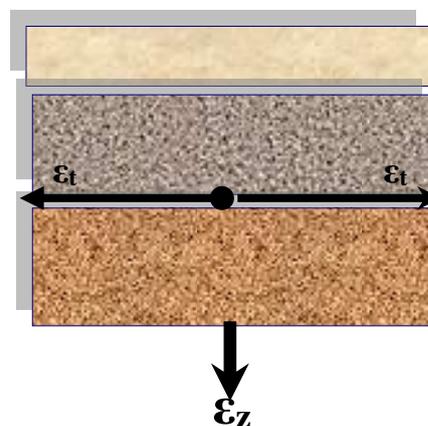
❖ Calcul les déformations (ϵ_t , ϵ_z) sous l'essieu de 13 t par Alize III :

A l'aide du programme ALIZE III nous allons vérifier la structure retenue :

(06 BB + 12 GB + 35 GNT + 70 TVO) par les conditions suivantes :

$\epsilon_t < \epsilon_{t.adm}$ et $\epsilon_z < \epsilon_{z.adm}$

- Couche de roulement **6 BB**
- Couche de base **12 GB**
- Couche de fondation **35 GNT**



- Structure GB/GNT :

ϵ_t : la déformation de traction par traction à la base des couches bitumineuses.

ϵ_z : la déformation verticale sur le sol support.

- Déformation admissible verticale (ϵ_z, adm) :

La déformation admissible sur le sol support (ϵ_z, adm) est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement des chaussées algériennes :

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

- Calcul du trafic cumulé équivalent TCEi :

$$TCE_i = TC_i \times A$$

$$TCE_i = TPL_i \times 365 \times \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau} \times A$$

$$TCE_i = 1289 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6$$

$$TCE_{2040} = 8.40 \times 10^6 \text{ PL/J/sens.}$$

Tableau III.9 : Valeurs de A.

Niveau de réseau principal(RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB /Tuf, GB/GC	0.6
RP1	Chaussées à matériaux traités au liant hydraulique : GL/GL, BCg / GC	1

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \times 10^{-3} \times (8.4 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z, adm} = 519 \times 10^{-6}$$

- **Déformation admissible de traction (ϵ_t, adm) :**
- **Choix des températures équivalentes :**

Température équivalente θ_{eq} (C°)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

- **Performances mécaniques des matériaux bitumineux :**

Matériau (MTB)	E (30°C, 10HZ) (MPa)	E (25°C, 10HZ) (MPa)	E (20°C, 10HZ) (MPa)	E (10°C, 10HZ) (MPa)	V
BB	2500	3500	4000	-	0.35
GB	3500	5500	7000	12500	0.35

- **Valeurs des facteurs des matériaux traités au bitume :**

Matériau (MTB)	ϵ_6 (10°C, 25Hz) (10^{-6})	-1/b	SN	Sh	Kc
GB	100	6.84	0.45	3	1.3

- ✓ Alors d'après Catalogue de **DIMENSIONNEMENT** des Chaussées Neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- θ_{eq} = température équivalente ($\theta_{eq} = 25^\circ$) \Rightarrow E (25°, 10Hz) = 5500 MPa.
- Classe de trafic (TPL5).
- Risque adopté pour réseau RP1 (R%=10).
- C : coefficient égal 0.02
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté (t = - 1.282).

$$\delta = \sqrt{Sn^2 + \left(\frac{c}{b} Sh\right)^2} \quad . \delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2}$$

$$\delta = 0.609$$

$$\epsilon t_{adm} = \epsilon_6 (10^\circ c, 25Hz) \times \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tbS} \times kC$$

$$\epsilon t_{adm} = 100 \times 10^{-6} \times (8.4 \times 10^6 / 10^6)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{5500}} \times 10^{-(1.282 \times 0.609 \times 0.146)} \times 1.3$$

$$\epsilon t_{adm} = 110.48 \times 10^{-6}$$

❖ Détermination de la structure du corps de chaussée :

On choisit la structure type en MTB (matériaux traités en bitume) suivante :

- e = 6cm en (BB) couche de roulement
- e = 12cm en (GB) couche de base
- e = 35cm en (GNT) couche de fondation
- e = 70 cm en (TVO) couche de forme

Le Calcule fait avec Alize donne :

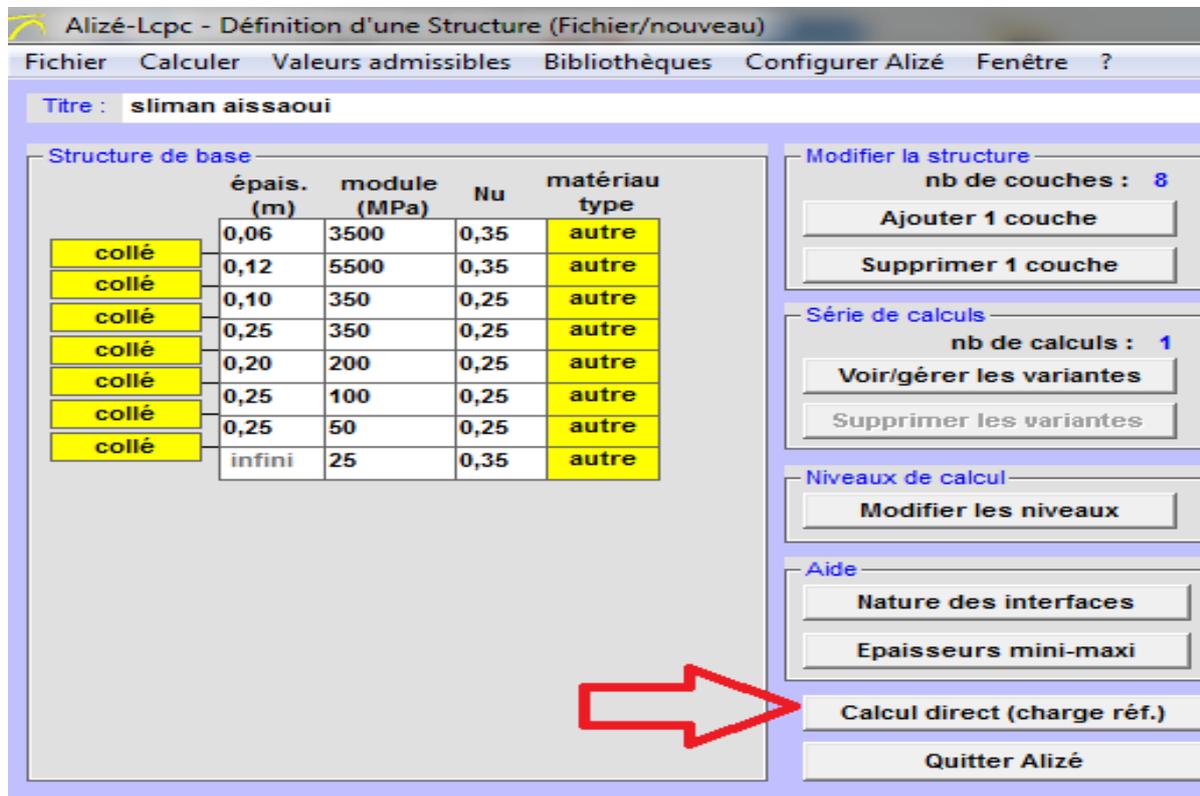


Figure III.6 : modélisation par alizé.

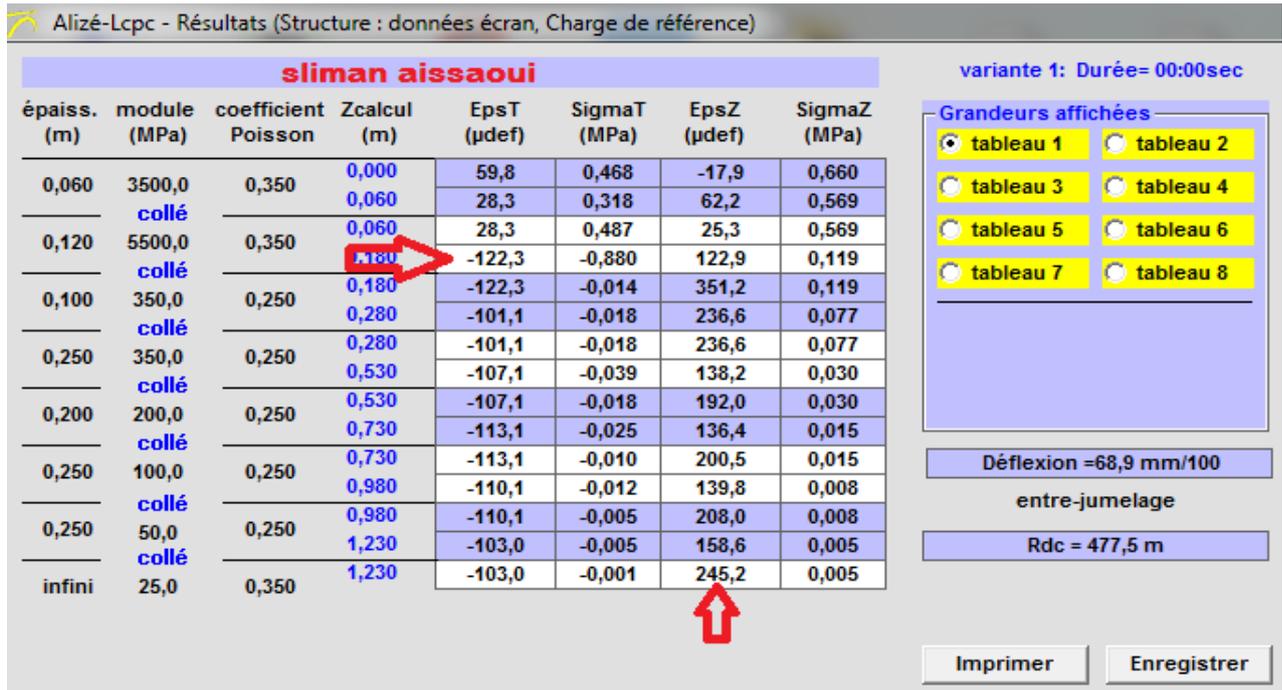


Figure 07 : résultats par alizé LCPC.

$\epsilon_t (10^{-6})$	122.3
$\epsilon_z (10^{-6})$	245.2

$\epsilon_t > \epsilon_{t adm}$ $122.3 \times 10^{-6} > 110.84 \times 10^{-6}$ condition non vérifiée
 $\epsilon_z < \epsilon_{z adm}$ $245.2 \times 10^{-6} < 519 \times 10^{-6}$ condition vérifiée

Le calcul avec alizé montre que les valeurs admissibles sont vérifiées largement. Par ailleurs il faut peut-être, optimiser l'épaisseur de GB. Faire en sorte que $\epsilon_t < \epsilon_{t adm}$.

Il faut trouver la combinaison qu'il faut. Dont figure 08 ci-dessous de la modélisation optimisée.

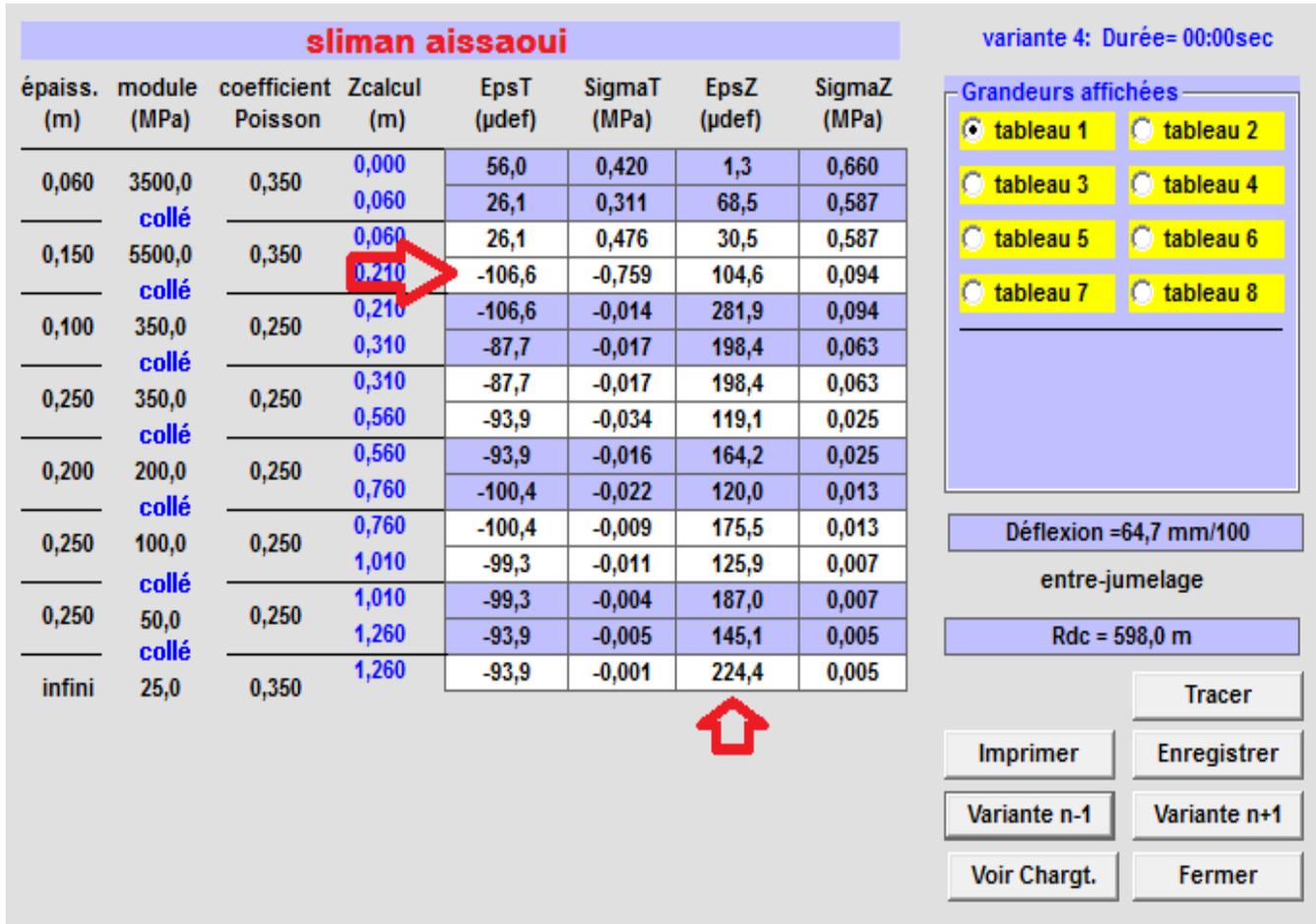


Figure III.8 : résultats Alizé de la modélisation optimisée.

$\epsilon_t > \epsilon_{t adm}$	$106.6 \times 10^{-6} < 110.84 \times 10^{-6}$	condition vérifiée
$\epsilon_z < \epsilon_{z adm}$	$224.4 \times 10^{-6} < 519 \times 10^{-6}$	condition vérifiée

CHAPITRE IV

Les étapes de calcul du projet

Les étapes de calcul du projet

IV.1. Définition :

Autopiste est un applicatif complémentaire à **Covadis**, spécialement dédié aux bureaux d'études en conception d'infrastructures de transport linéaires (**Routes, Autoroutes, Rails, Tramway**).

Le package logiciel **Covadis Autopiste** permet de traiter une étude d'infrastructure routière de sa phase initiale (importation des données du terrain) à sa phase finale (intégration du projet en 3D, plans d'exécution, quantitatifs, métrés et bordereaux VRD).

IV.2. Chargement de Semis de points :

Afin de pouvoir modéliser un terrain, tracer des courbes de niveau, dessiner des profils en long et en travers, il faut travailler obligatoirement avec des points topographiques en trois dimensions c'est-à-dire en **X, Y et Z**.

Ainsi donc sur la barre de menu d'AutoCAD s'affiche les menus Cov.Calculs, Covadis2D, Covadis3D, Cov.Echanges, Cov.Edition.

Pour l'étude de projet routier, il faut un fond de plan en courbes de niveau. Pour ce faire, charger dans Covadis le fichier des données, l'interpolé par la méthode de triangulation et enfin filer les courbes de niveau. Pour charger le fichier de points sélectionner dans le menu Covadis **2D**, Points topographiques et Chargement de Semis.

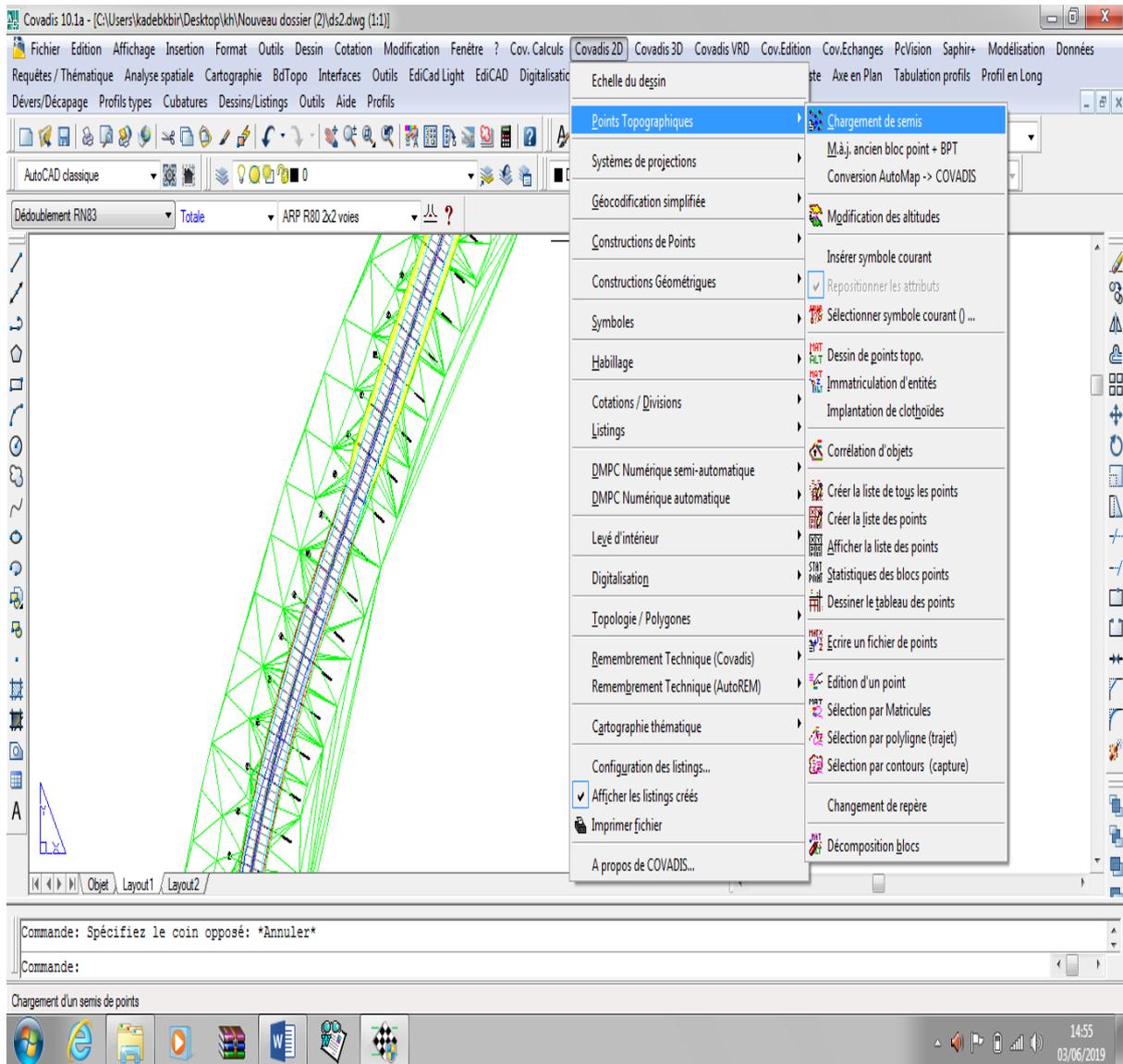


Figure IV.1 : Covadis 2D-points topographiques

- **Sur** cette figure nous ouvrons le logiciel **Covadis** et cliquons sur le bouton **Covadis 2D** puis cliquons sur le bouton **Points Topographiques – Chargements de semis**.

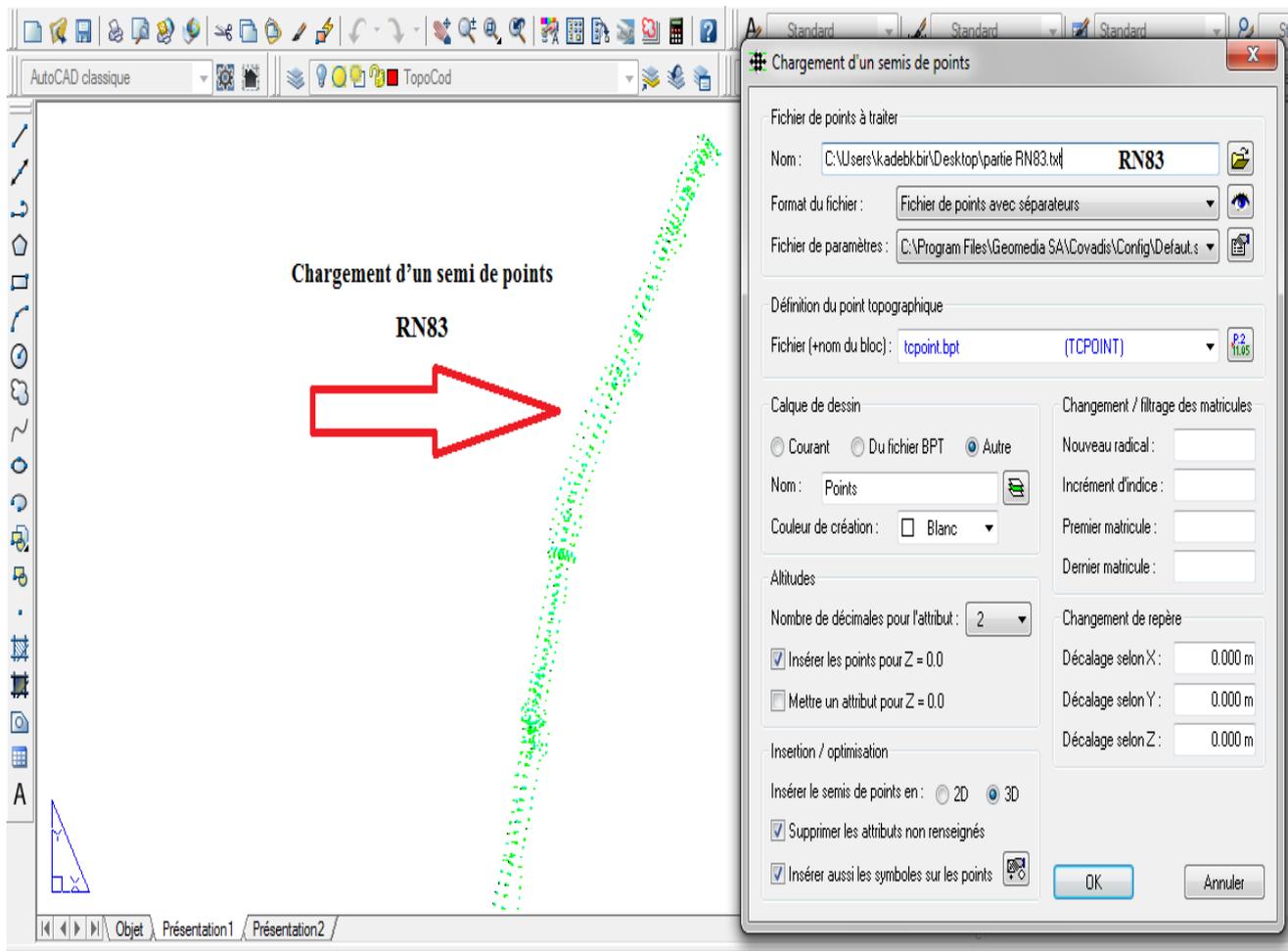


Figure IV.2 : Chargement d'un semis de points.

➤ **Fichiers de points à traiter :**

cliquer sur l'icône ouvrir  dans zone **Nom** charger le répertoire et le nom du fichier de données, ensuite dans la zone **Format du fichier** cliquer sur le bouton liste pour sélectionner le **format du fichier** et pour visualiser le contenu cliquer sur l'icône  pour afficher le bloc note contenant les données au format séparateur, et enfin dans la zone **Fichier de paramètres** cliquer sur l'icône , la boîte de dialogue **Format séparateur**

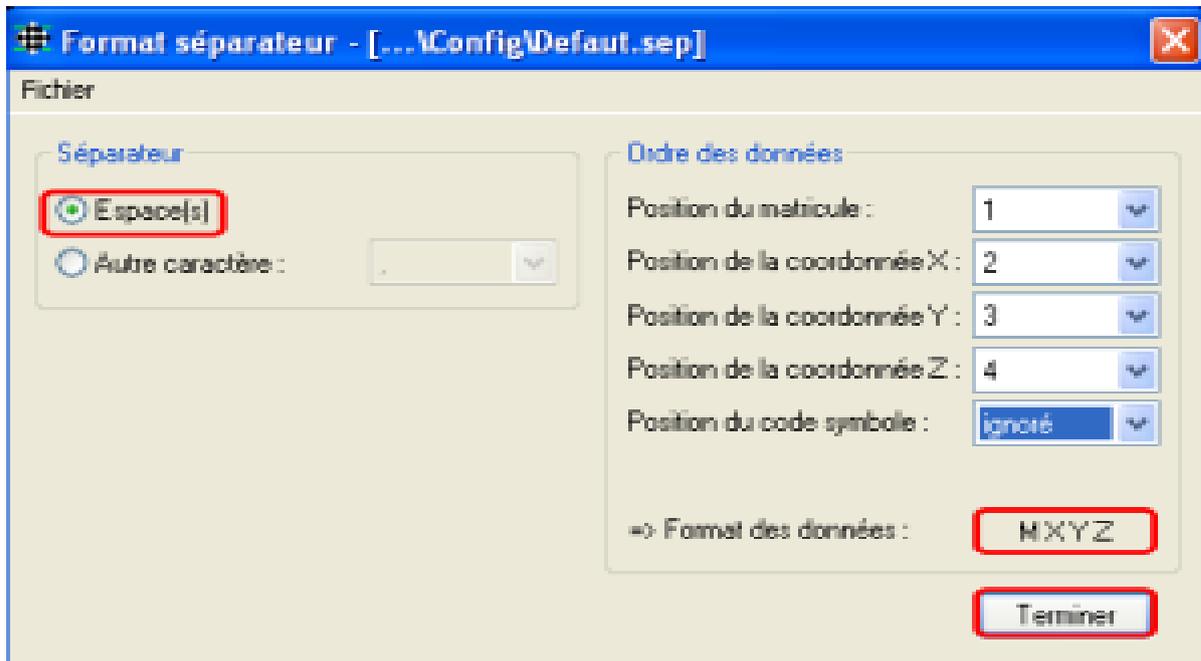


Figure IV.3 : Format séparateur.

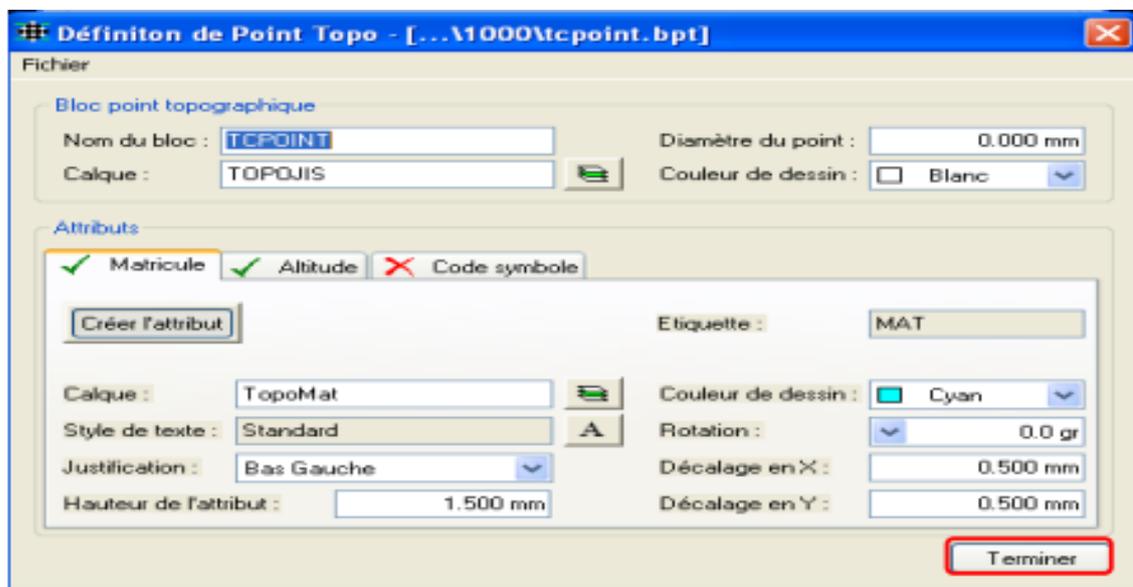


Figure IV.4 : Définition de point Topo.

➤ Définition du point topographique :

Cliquer sur le bouton liste pour sélectionner le nom du fichier de point ensuite cliquer cet icône  pour définir le point topographique (**figure 4**). La boîte de dialogue composée de deux groupes de paramètres ci-dessus s'affiche avec les noms du bloc, du calque, le diamètre du point et la couleur du dessin que l'on peut changer dans le groupe de paramètre **Bloc point topographique**. Dans le deuxième groupe celui des **Attributs** il y a trois onglets : **Matricule**, **Altitude** et **Code symbole** avec un bouton **Créer l'attribut**. Ce dernier sert à activer ou désactiver les onglets. Lorsque l'onglet est désactivé il s'affiche une croix rouge à gauche du nom et les différents paramètres à savoir calque, style de texte, justification (position du texte par rapport au point), Hauteur de L'attribut, Couleur du dessin, Rotation, Décalage en **X** et en **Y** sont grisés. Pour désactiver l'onglet, le sélectionner et cliquer sur créer l'attribut. Par défaut les attributs sont activés.

Tableau IV.1 : Une partie des coordonnées du projet.

position X	Position Y	Position Z
323.8997	556.9424	58.1200
338.7031	588.1139	58.4200
411.7824	581.5710	58.2700
412.3325	520.6559	57.0800
412.9005	578.8693	57.7700
415.7877	666.8343	58.1900
416.6900	615.7755	58.3300
904.2364	1357.0236	55.7600
904.5713	1361.8520	57.3600
904.6348	1325.2829	55.6600
907.3430	1363.1293	56.0000
911.4983	1349.1313	55.4300
917.0809	1349.1709	57.1500
919.2176	1351.5595	55.8400

Après le paramétrage de ces six groupes cliqué sur **OK** pour valider. Dans la zone de coordonnées en bas d'AutoCAD est affiché traitement effectué avec sa progression.

Le **semis** de point s'affiche avec le numéro des points et leur côté et dans la zone de commande est inscrit Insertion des points terminée avec le nombre de points insérés.

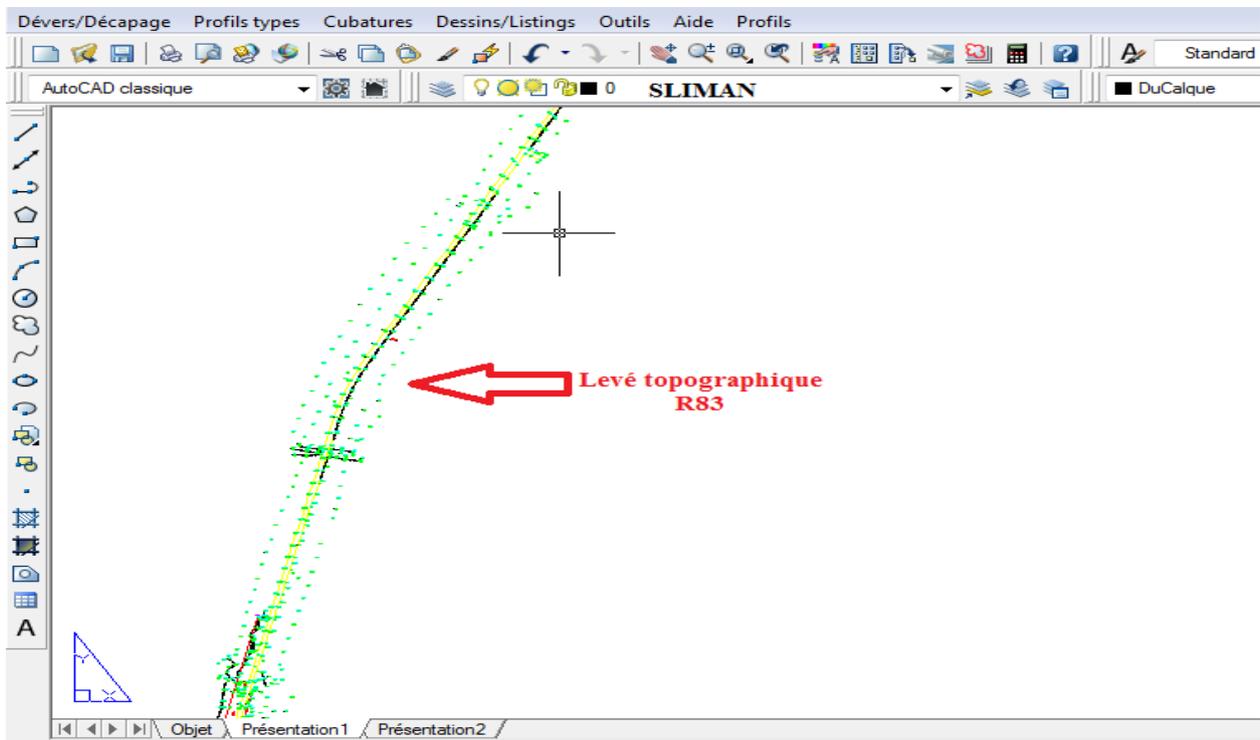


Figure IV.5 : Levé topographique.

IV.3. Les étapes des calculs sur le logiciel :

1. Déclaration de la chaussée existante.
 - ✓ Dessiné 3D poly ligne la chaussée existant
2. Covadis 3D : calcul de M.N.T
3. Autopiste : nouveau projet
4. Tracé en plan.
 - Axe en plan : droite
 - Axe en plan : Raccordement avec clothoides :
 - 2 droites>> **cloth +arc +cloth**

- Assemblage de l'axe en plan
- Axe en plan –création profil en longe – **sur triangles**
- 5. Tabulations profils : **intervalles constants (25m)**
- 6. Profil en long :
 - Dessin profil en long TN, **échelle (1/1000)**
 - Droite par **point pente**
 - Raccordement avec parabole, **tangente tangente rayon**
 - Assemblage **P. long projet**
- 7. Dévers / Décapage :
 - Décapage constant **20cm.**
 - Dévers, calcul automatique, table des **dévers ARP R80 2x2 voies**, calcul
- 8. Profil en travers type.
 - Création, par couches avancé, Nouveau, (donnez un nom), copie Depuis P. type avancé.
 - Affectation, tout sélectionné, par couches (choisir votre profil type)
 - Affecter affecter Ok
- 9. Dessin listing : Dessin

IV.4. Conception plane - édition interactive de l'axe :

Autopiste vous permet de définir votre projet par un axe en plan paramétrable et éditable.

➤ Aide à la conception selon le type de route :

Autopiste intègre les différentes normes relatives à l'Aménagement des Routes Principales (**ARP**).

Le logiciel garantit donc le respect des normes en vigueur en termes de dévers de chaussées, de dévers d'accotements et de calcul de visibilité.

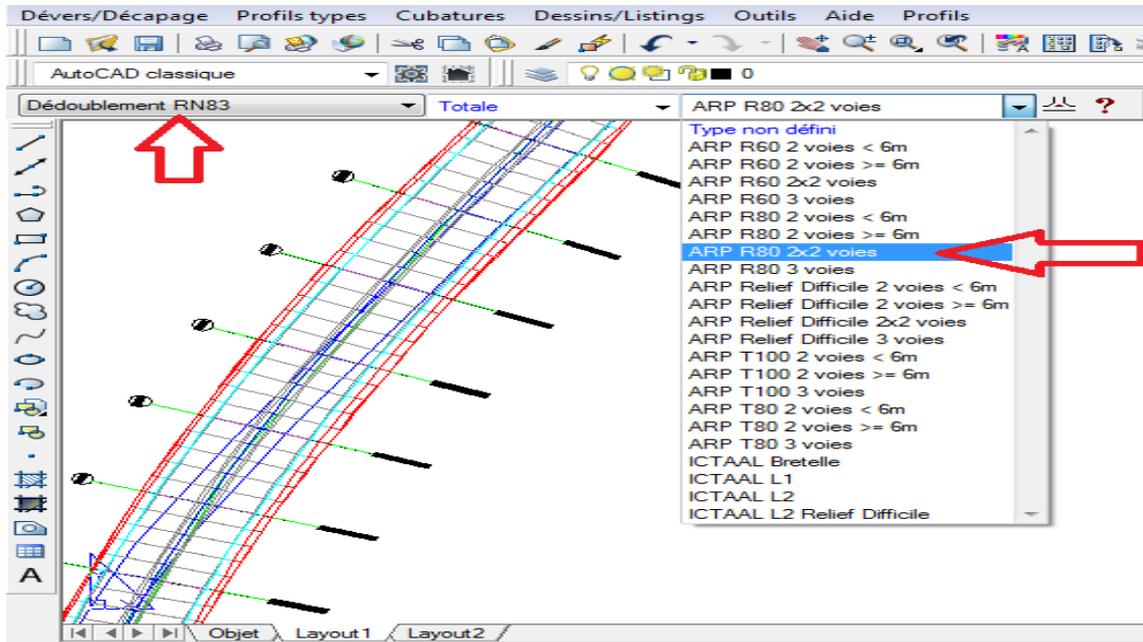


Figure IV.6 : la conception selon le type de route.

➤ Modifications simples de l'axe en plan :

Vous avez créé l'axe en plan lors de l'avant-projet et vous souhaitez à présent le modifier.

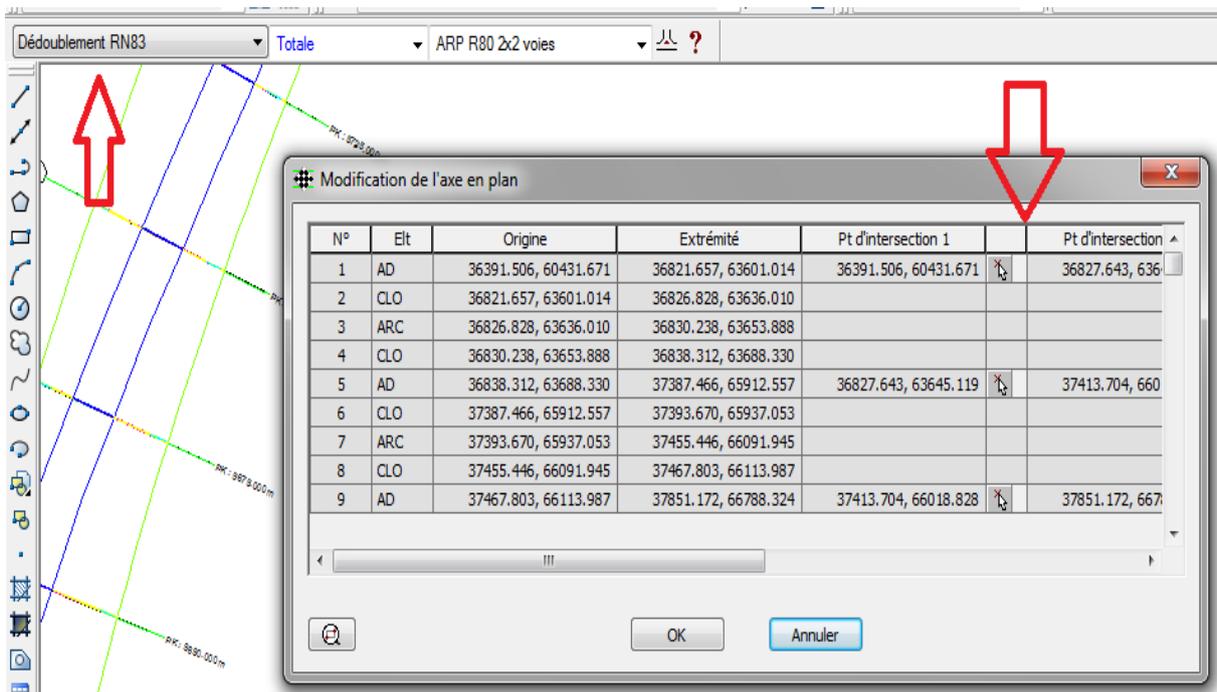


Figure IV.7 : Modifications simples de l'axe en plan.

➤ Choix de la méthode d'implantation des tabulations :

L'utilisateur implante les tabulations simplement, soit de manière régulière (**sur un élément ou sur l'axe entier**), soit à l'emplacement des éléments caractéristiques de l'axe, soit aux points hauts et bas des raccordements

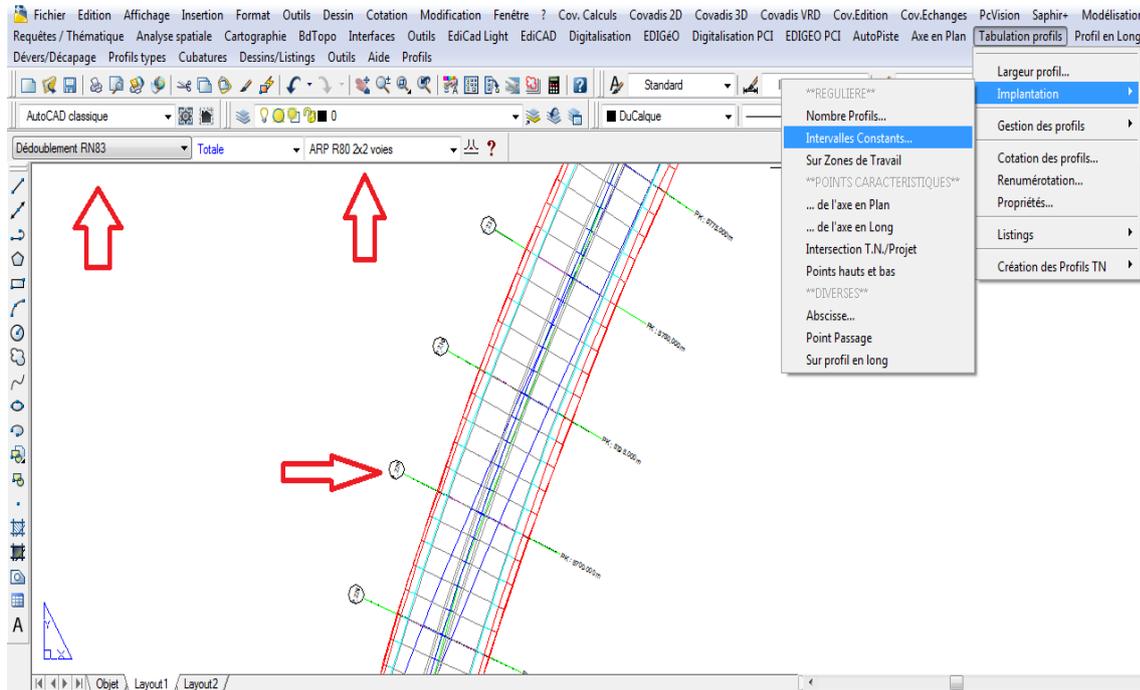


Figure IV.8 : Choix de la méthode d'implantation des tabulations.

IV.5. Conception longitudinale – modification du projet :

Autopiste permet de créer la courbe de projet sur le **profil en long TN**.

➤ Aide à la conception selon les normes :

Pour un type de route défini, **Autopiste** propose une aide à la conception des éléments du profil en long projet (pente des alignements droits, rayon des arcs et paraboles, rayon de courbure des cubiques) selon des normes.

Le **logiciel** propose des valeurs minimales pour le respect des règles **de l'ARP**. Il alerte le projeteur lorsque les normes ne sont pas respectées.

➤ Modification simple et interactive du projet :

Le **projet** se recalcule immédiatement après modification du courbe projet, et les cubatures sont mises à jour automatiquement.

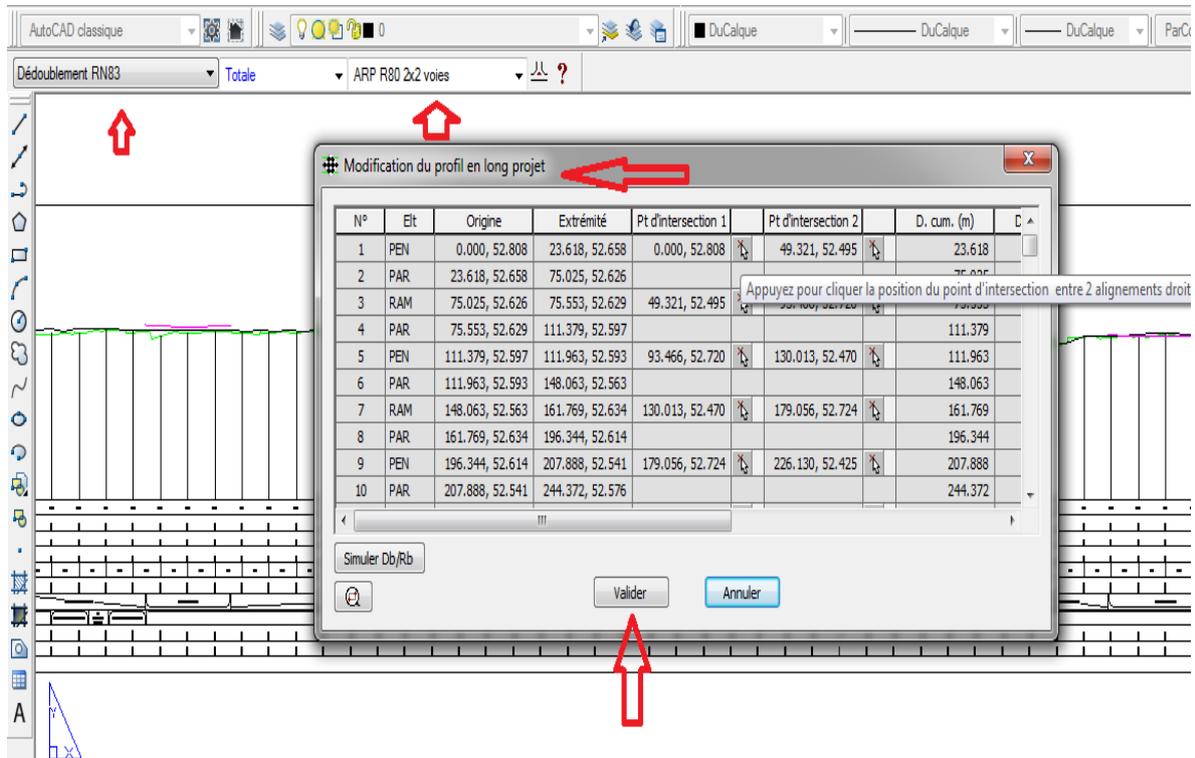


Figure IV.9 : Modification du profil en long projet.

IV.6. Conception transversale gestion des contraintes liées au site :

Autopiste permet le calcul de projets de voiries et de projets routiers complexes.

➤ **Concevoir des profils types par couches : une méthode rapide :**

La méthode de création des **profils types** « par couches », est une méthode rapide où les éléments constitutifs sont déjà pré-paramètres pour des projets routiers d'envergure.

Elle propose d'insérer des éléments de type Terre-Plein Central (**TPC**), Chaussée, Accotement et Talus de déblai et de remblai. Chacun de ces éléments comporte des couches de structure.

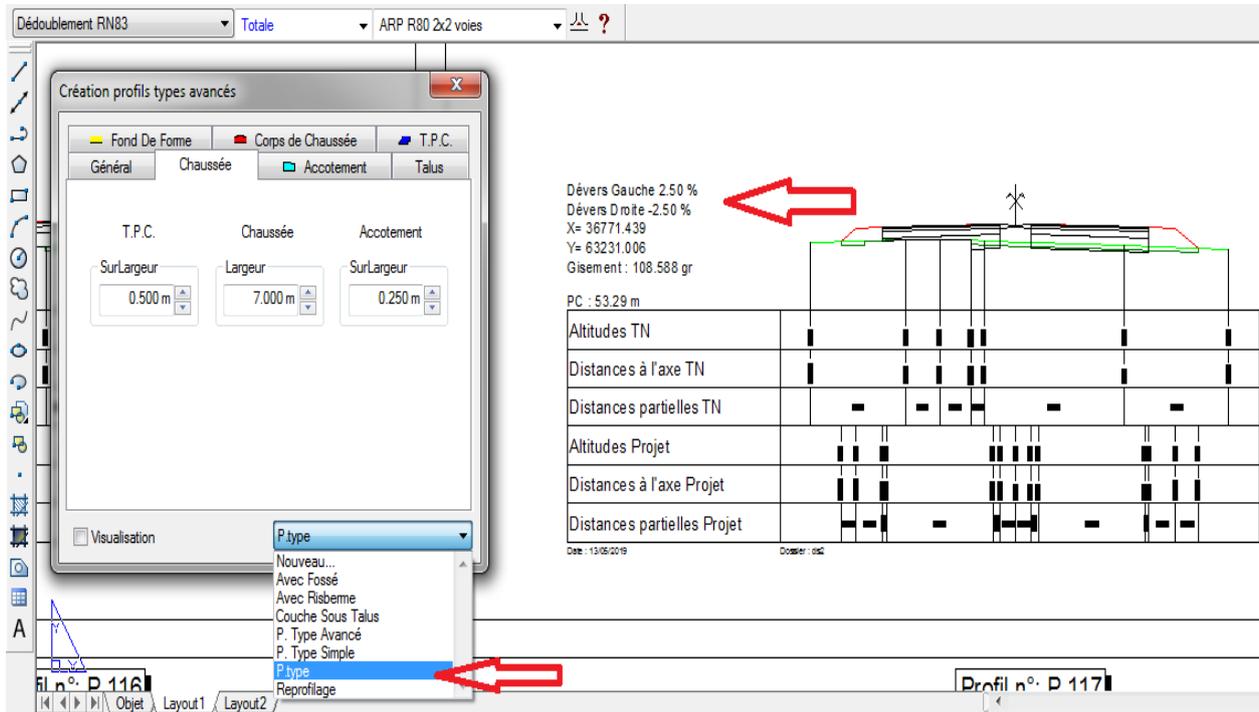


Figure IV.10 : Profils types par couches.

IV.7. Les devers et décapages :

Autopiste permet de préparer le terrain naturel en le décapant dans l'emprise du projet. Les devers sont calculables automatiquement en fonction des normes.

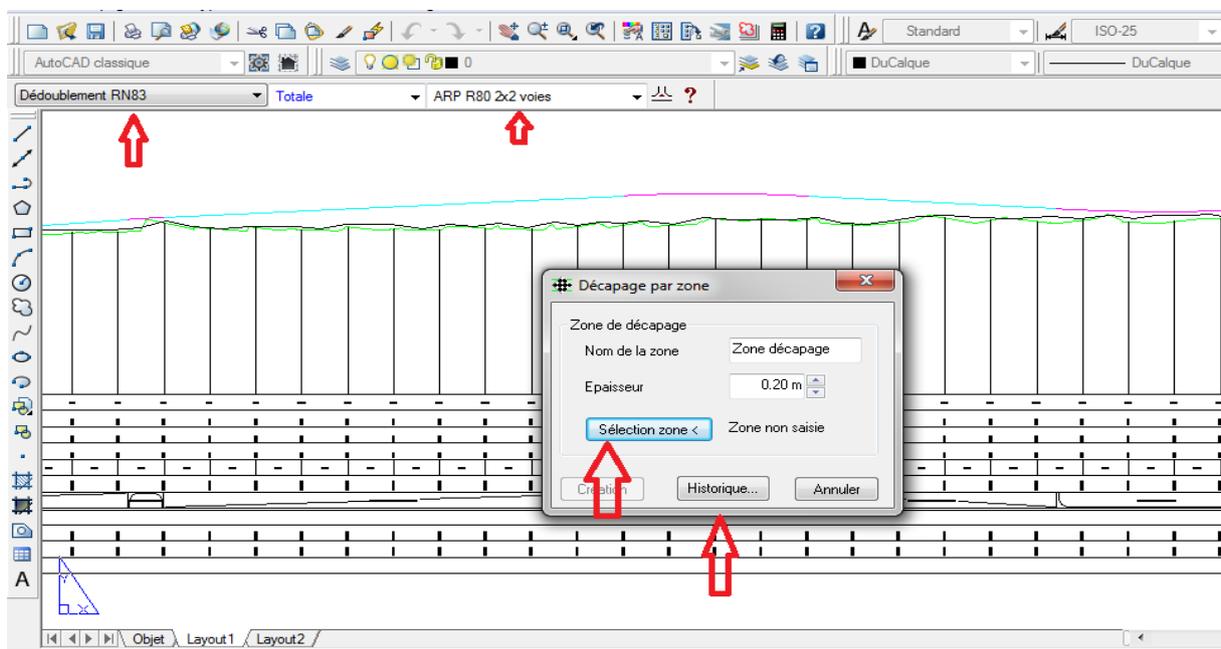


Figure IV.11 : décapage par zone géographique.

IV.8 Reprise de chaussée existante optimisation du renforcement :

Autopiste permet la reprise automatique d'une chaussée existante.

➤ Un module complet de reprise de chaussée existante :

Autopiste est un logiciel adapté à la **reprise de chaussée existante**. En plus de la représenter sur toutes les sorties graphiques, il calcule exactement les endroits où la chaussée pourra être récupérée et ceux où il ne sera pas possible, ou pas optimise, de le faire.

Pour l'utilisateur, la manipulation reste **très simple** : une **poly ligne** permet de représenter la chaussée existante sur la vue en plan. **Le** projet est calculé de manière identique à la création d'un nouvel axe et il suffit d'initialiser quelques paramètres spécifiques comme les épaisseurs de renforcement, de rabotages minimaux et/ou maximaux, **etc.**

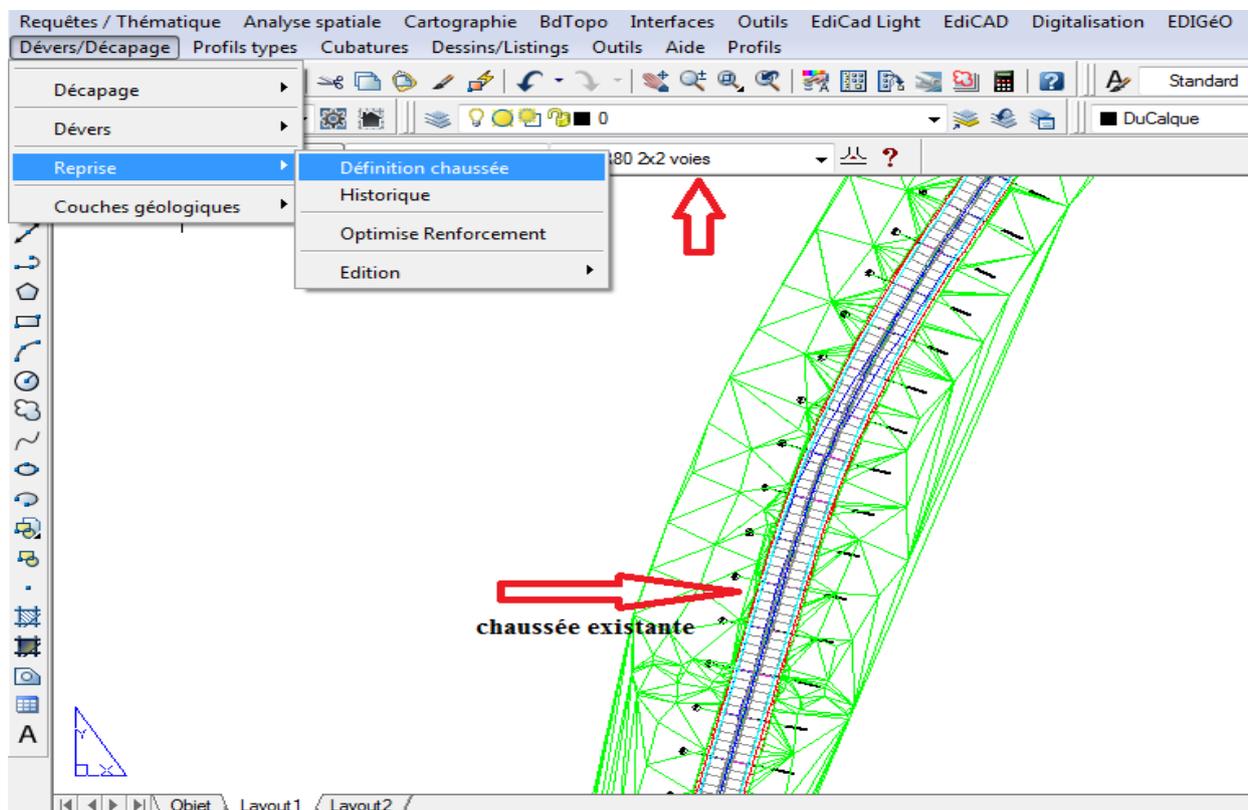


Figure IV.12 : Un module complet de reprise de chaussée existante.

➤ Calcul de reprofilage et épaisseur minimale :

Autopiste crée automatiquement des couches de reprofilage en fonction du projet. Afin de coller au mieux à la réalité du terrain, le logiciel propose de renseigner une **épaisseur minimale de reprofilage**.

➤ Optimisation du renforcement :

Dans le but d'optimiser le renforcement de la chaussée, et donc également le **rabotage**, **Autopiste** crée une représentation du profil en long optimisée sur toute la largeur des profils. Il suffit ensuite d'ajuster le **profil en long existant** manuellement pour rendre l'optimisation effective.

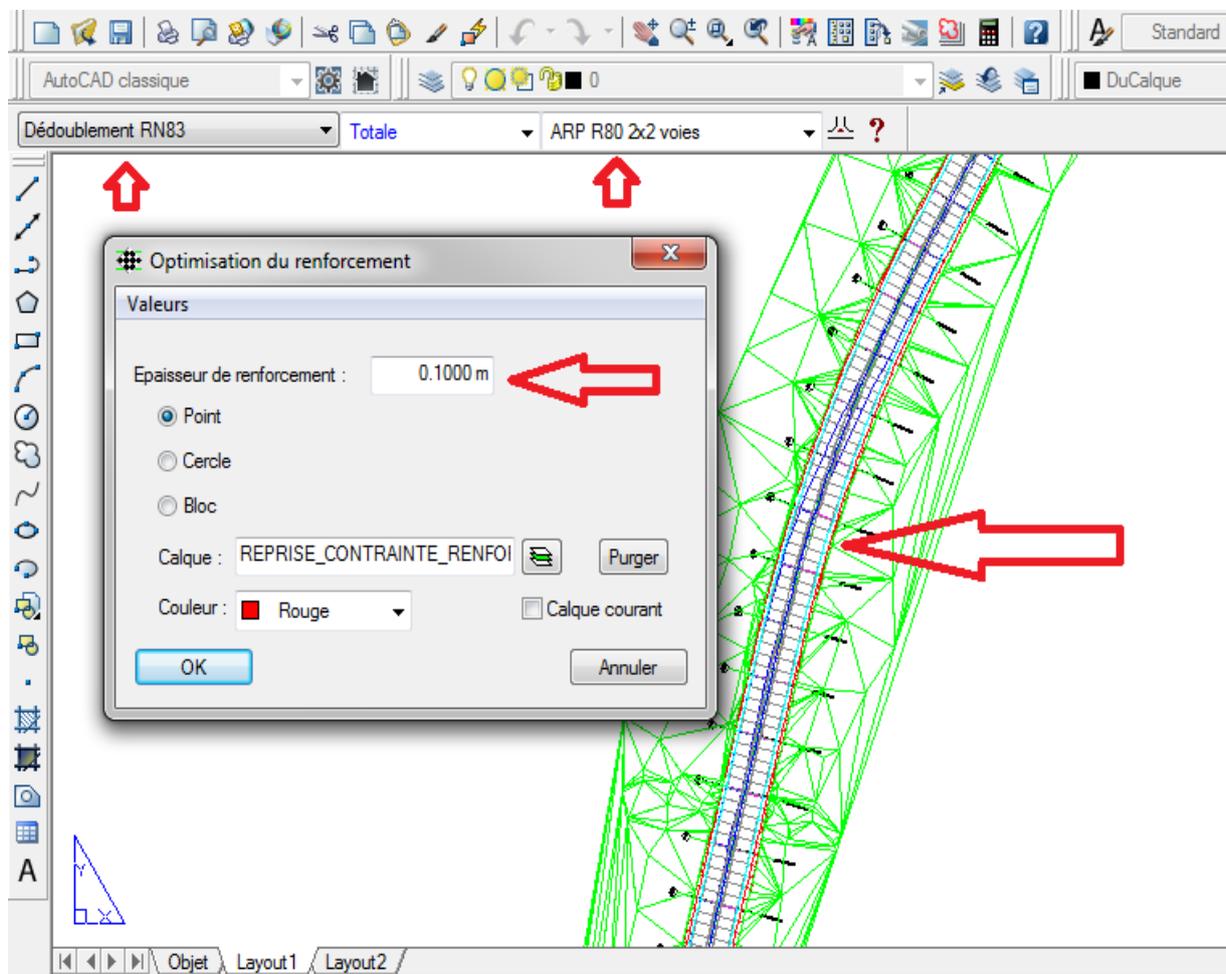


Figure IV.13 : Optimisation du renforcement.

CHAPITRE V

TRACE EN PLAN

Trace en plan

V.1. Généralités :

Par définition, le tracé en situation ou en plan ou encore tracé horizontal représente la projection verticale sur un plan horizontal de la route dans l'espace, ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain est représenté par les courbes de niveau.

En générale, il est constitué d'alignements droits raccordés par des courbes.

Il est caractérisé par la vitesse de référence appelée aussi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaire de la route. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé d'éléments supplémentaires comme les raccordements progressifs entre les alignements droits et les courbes.

V.2. Les règles à respecter pour le tracé en plan :

- ❖ Appliquer les normes du B40 si possible.
- ❖ S'inscrire dans le couloir choisi.
- ❖ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ❖ Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- ❖ Adapter au maximum le terrain naturel.
- ❖ Se raccorder sur les réseaux routiers existants ;
- ❖ Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- ❖ Appliquer les normes de l'ARP si possible.
- ❖ Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.

V.3. Les éléments du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- * Des droites (alignements).
- * Des arcs de cercle.
- * Des courbes de raccordement progressives.

V.3.1 Les alignements :

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{min} qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **5 secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

✓ Longueur maximale :

Pour réduire les effets de monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant **(01) minute** à la vitesse v (m/s) :

$$L_{max} = T.V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

$$T=60 \text{ sec} \qquad L_{max} = 60 v \text{ (m/s)} = \frac{60 \times V(Km/h)}{3.6}$$

V : vitesse de base en km/h.

✓ Longueur minimale :

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

$$L_{min} = T.V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

$$T=5 \text{ sec} \qquad L_{min} = 5v = \frac{5 \times V(Km/h)}{3.6}$$

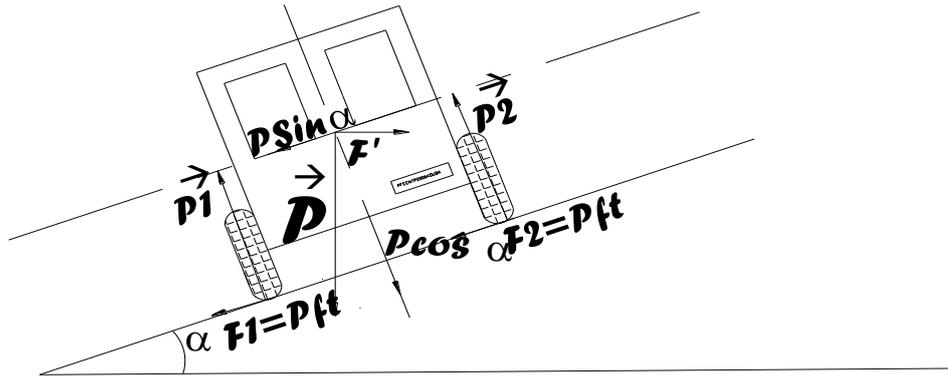
V.3.2 Arcs de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

❖ La stabilité en courbe :

En négociant un virage, un véhicule subit l'effet de la force centrifuge, c'est la raison pour laquelle on incline la chaussée vers l'intérieur (pour éviter le phénomène de dérapage) d'une pente exprimée par sa tangente.



$$\text{devers} = \text{tg}\alpha$$

forces agissant sur un véhicule dans un virage

Figure V.1 : Forces agissant sur un véhicule dans un virage.

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

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

Il existe plusieurs types de rayon.

✓ **Rayon horizontal minimal absolu :**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, et il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

$$RH \text{ min} = \frac{V_B^2}{127 (ft + d_{\text{max}})}$$

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

✓ **Rayon minimal normal :**

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

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

✓ **Rayon au dévers minimal :**

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

$$d_{min} = 2.5\% \text{ en catégorie } 1 - 2 \qquad RHd = \frac{VB^2}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

✓ **Rayon minimal non déversé :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le dévers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (R_{hnd}) :

$$RHnd = \frac{VB^2}{127 \times 0.035} \text{ CAT } (1 - 2)$$

• **Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm} , on utilise autant que possible des Valeurs de rayon \geq à R_{HN}
- Les rayons compris entre R_{Hm} et R_{Hd} sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à **0,5%** près.
- C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant

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

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

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

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

- **Pour** notre projet (dédoublément de la **RN83**) situé dans un environnement (**E2**), et classé en catégorie (**C2**) avec une vitesse de base de **80km/h**.

Donc à partir du règlement (**B40**) et (**ARP**) on peut avoir les tableaux suivant :

Tableau V.1 : rayons du tracé en plan (B40)

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400

Tableau V.1 : rayons du tracé en plan (ARP)

CATÉGORIE DE ROUTE	T 80 ET R 80
RAYON MINIMAL : RM (EN M)	240
RAYON NON DEVERSE : RND (EN M)	900

V.3.3 Types de courbe de raccordement :

Les chercheurs, en se basant sur une condition, celle de la variation continue de la courbure ont abouti à trois courbes qui sont les suivantes :

- **Parabole cubique :**

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

- **Lemniscate :**

Courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

- Clothoïde :

Parmi les courbes susceptibles de satisfaire à cette condition de variation continue du rayon de courbure, c'est la clothoïde qui a été retenue en matière de tracé routier.

Cette courbe est une spirale dont le produit, en chaque point du rayon de courbure par la longueur de l'axe (la développée), a une valeur constante égale à A^2 . L'équation paramétrique de cette courbe est donc : $A^2 = RL$

V.3.3.1 Condition de gauchissement et confort dynamique :

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

- ✓ Condition de confort optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route en amorçant le virage, la rotation de la tangente doit être $\geq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil :

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \rightarrow L > R/9 \text{ soit } A > R/3 \quad \text{donc} \quad R > A \geq R/3$$

REGLE GENERALE (B40) :

- $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) $L = \sqrt{24R\Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000\text{m}$ $L \geq R/9$
- $R > 5000\text{m}$ $\Delta R = 2.5 \text{ m}$ $L = 7.75 \sqrt{R}$

- ✓ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter pendant le temps de parcours Δt du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

$$L = \frac{VB^2}{18} \times \left(\frac{VB^2}{127 \times R} - \Delta d \right)$$

VB : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

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

- ✓ Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de devers, elle s'applique par rapport à son axe.

L : longueur de raccordement. $L \geq l. \Delta d. V_B$

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

V.4. La vitesse de projet :

La vitesse de référence (V_B) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief...etc.).

✓ Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de routes.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation

V.5. Exemple de calcul de tracé en plan :

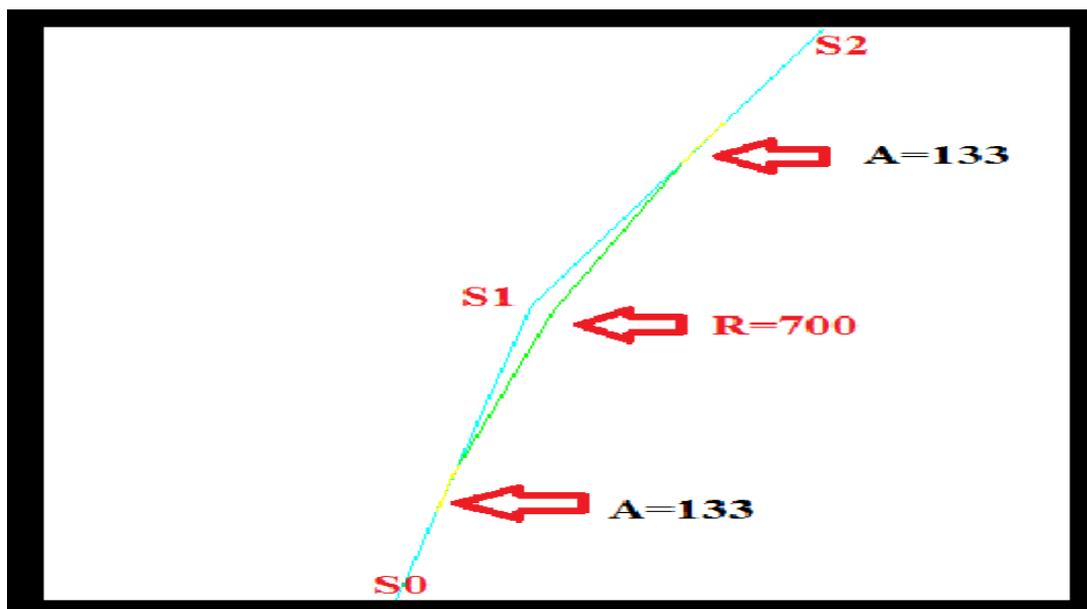


Figure V.2 : Courbe en tracé en plan.

	X(m)	Y(m)
S0	36838.3118	63688.3301
S1	37413.7036	66018.8282
S2	37851.1723	66788.3238

Avec : Rayon de sommet S1 $R = 700$ m

➤ Caractéristiques de la courbe de raccordement

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

• Détermination de L :

A. Condition de confort optique :

$$R/3 \leq A \leq R$$

$$L \geq \sqrt{R \times 24 \times \Delta R} \quad \text{Comme } R = 700\text{m} < 1500\text{m} \quad \Delta R = 1$$

$$\text{Donc : } L \geq \sqrt{700 \times 24 \times 1} = 129.6\text{m} \dots\dots(1)$$

B. Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$\Delta d = d_{\text{courbe}} - (d_{\text{alignement}})$$

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d V B$$

Si $R_{HN} < R < R_{Hd}$  $450 \text{ m} < 700 < 1000 \text{ m}$

$$d_{\text{courbe}} = d_{\text{sup}} + \frac{d_{\text{inf}} - d_{\text{sup}}}{\frac{1}{R_{\text{inf}}} - \frac{1}{R_{\text{sup}}}} \times \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{\text{sup}}} \right)$$

$$d_{\text{courbe}} = 2.5 \%$$

$$\Delta d = ?$$

$$\Delta d = d_{\text{courbe}} - (-2,5)$$

$$R = 700 \text{ m} \Rightarrow d = 2.5 \% \Rightarrow \Delta d = 2.5 - (-2,5) = 5 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 5 \times 80 = 55.6 \text{ m} \dots\dots\dots(2)$$

De (1) et (2) on aura : $L \geq 129.6$ m.

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{L \times R} = 300 \text{ m}$$

Longueur de la Clothoïde :

$$L = A^2/R \text{ donc } \quad \text{On prend : } A = 133 \text{ m}$$

• Calcul de ΔR :

$$\Delta R = L^2 / 24R = 25.28^2 / (24 \times 700) = 0.04 \text{ m}$$

• Calcul des Gisements :

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

$$S_0 S_1 \left\{ \begin{array}{l} \Delta X = X_{S1} - X_{S0} = 575.40 \text{ m} \\ \Delta Y = Y_{S1} - Y_{S0} = 2330.49 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$DS_{1S0} = \sqrt{(X_{S1} - X_{S0})^2 + (Y_{S1} - Y_{S0})^2}$$

$$DS_{1S0} = 2400 \text{ m}$$

$$G_{S0}^{S1} = 2 \times \arctan\left(\frac{X_{S1} - X_{S0}}{DS_{1S0} + (Y_{S1} - Y_{S0})}\right) = 15.41 \text{ grad}$$

$$S_1 S_2 \left\{ \begin{array}{l} \Delta X = X_{S2} - X_{S1} = 437.468 \text{ m} \\ \Delta Y = Y_{S2} - Y_{S1} = 769.495 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$DS_{2S1} = \sqrt{(X_{S2} - X_{S1})^2 + (Y_{S2} - Y_{S1})^2}$$

$$DS_{2S1} = 885.155 \text{ m}$$

$$G_{S1}^{S2} = 2 \times \arctan\left(\frac{X_{S2} - X_{S1}}{DS_{2S1} + (Y_{S2} - Y_{S1})}\right) = 32.909 \text{ grade}$$

- Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{S0}^{S1} - G_{S1}^{S2}| = 17.499 \text{ grade}$$

- Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{25.27}{2 \times 700} \times \frac{200}{3.14} = 1.149 \text{ grade}$$

- Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 1.149 \text{ grade}$$

$$\gamma / 2 = 17.499 / 2 = 8.749 \text{ grade}$$

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

V.6. Description du tracé en plan proposé :

Le tracé en plan se trouve sur le côté droit de la route existante de profil (P.0) et (PK258+000) à profil (P.227 / PK 252+350), après ce dernier Le tracé en plan se déplace vers la gauche de la route jusqu'à la fin du projet en raison de l'existence d'un mur en béton armée.

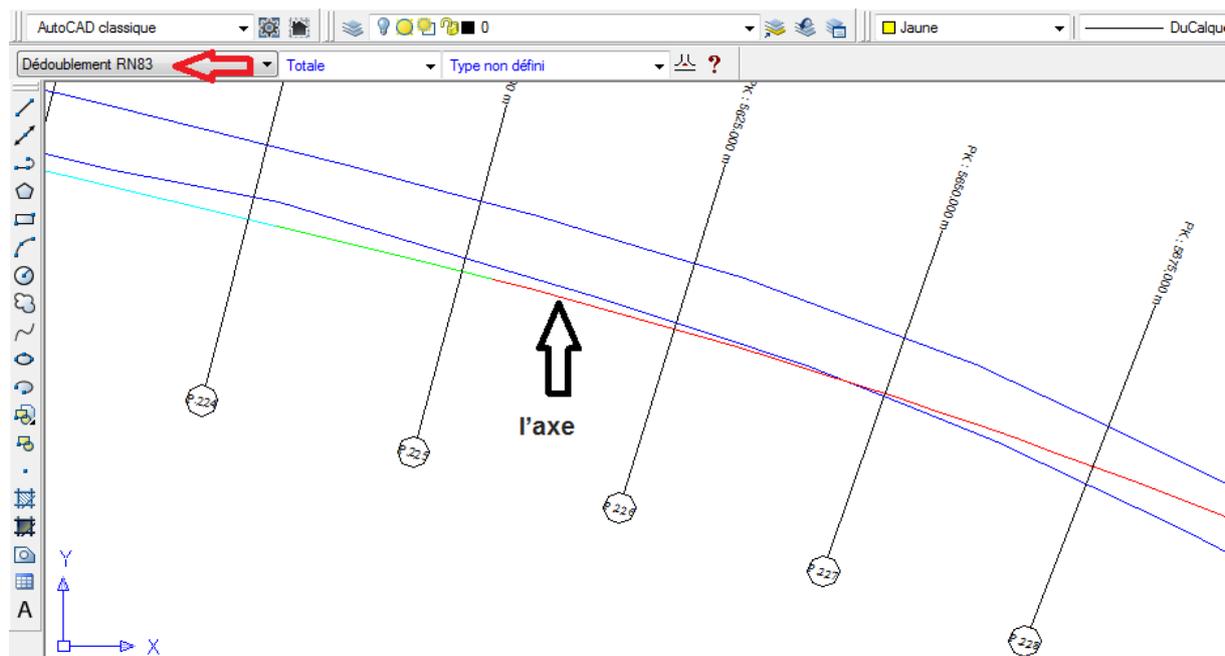


Figure V.3 : l'axe en plan

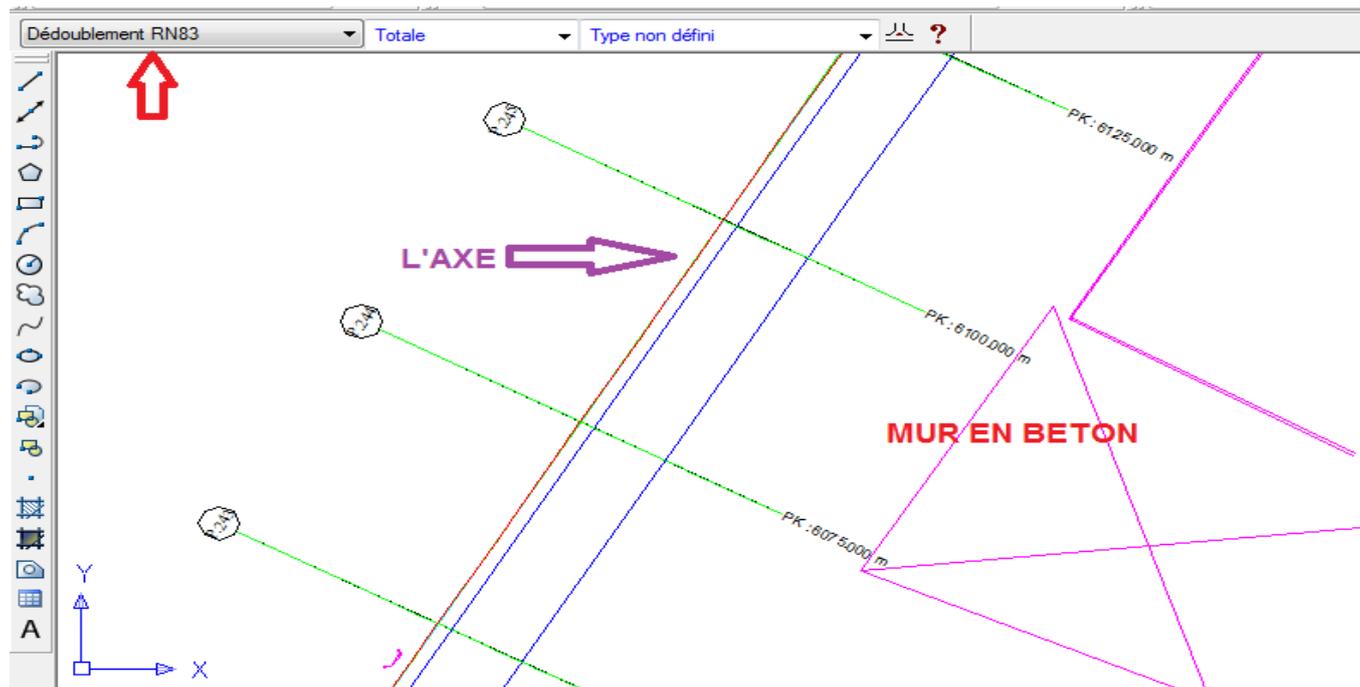


Figure V.4 : l'axe en plan et mur en béton.

Tableau V.2 : le résultat du calculs de l'axe en plan.

Nom	Paramètres		Clothoïde (L)	d% G	d% D	Longueur (m)
Droite 1	Gisement	8.5879 g	-	2.5%	-2.5%	3198.400
Clothoïde 1	Paramètre (A)	-133.000	36 m	variable	variable	35.378
Arc 1	Rayon	-500.000 m	-	-3.29%	-3.29%	18.201
	Centre X	37319.597m	-			
	Centre Y	63551.283m	-			
Clothoïde 2	Paramètre (A)	133.000	36 m	variable	variable	35.378
Droite 2	Gisement	15.4097 g	-	2.5%	-2.5%	2291.016
Clothoïde 3	Paramètre (A)	-133.000	26 m	variable	variable	25.270
Arc 2	Rayon	-700.000 m	-	-2.5%	-2.5%	167.153
	Centre X	38070.124 m	-			
	Centre Y	65757.025 m	-			
Clothoïde 4	Paramètre (A)	133.000	26 m	variable	variable	25.270
Droite 3	Gisement	32.9098 g	-	2.5%	-2.5%	775.694
Longueur totale de l'axe 6571.761 mètre(s).						

CHAPITRE VI

PROFIL EN LONG

Profil en long

VI.1. Définition :

Le profil en long d'une route est la coupe longitudinale par un plan vertical passant par l'axe de la route.

Il est constitué généralement d'une succession d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires. Du fait que les rayons verticaux sont très grands, l'introduction de courbes de raccordement progressif n'est pas nécessaire.

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et pente est choisi de manière à :

- ❖ Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- ❖ Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.
- ❖ Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue :
 - Rayon en angle saillant (**ou convexe**)
 - Rayon en angle rentrant (**ou concave**).

Pour le calcul des deux raccordements on tient compte du problème de visibilité pour le premier et le problème de confort pour le deuxième.

VI.2. Les éléments de composition du profil en long :

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

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

VI.3 Déclivité :

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

❖ Déclivité minimale :

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de **0.5 %** et de préférence **1%** si possible.

- **I_{min} = 0,5 %** dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profond.
- **I_{min} = 0,5 %** dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

❖ Déclivité maximale :

Donc, La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

Tableau VI.1 : Valeur de la déclivité maximale (B40).

VR Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

✓ Pour notre cas la vitesse **VR=80 Km/h** donc la pente maximale **I_{max} =6%**.

VI.4. Raccordement en profil en long :

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort

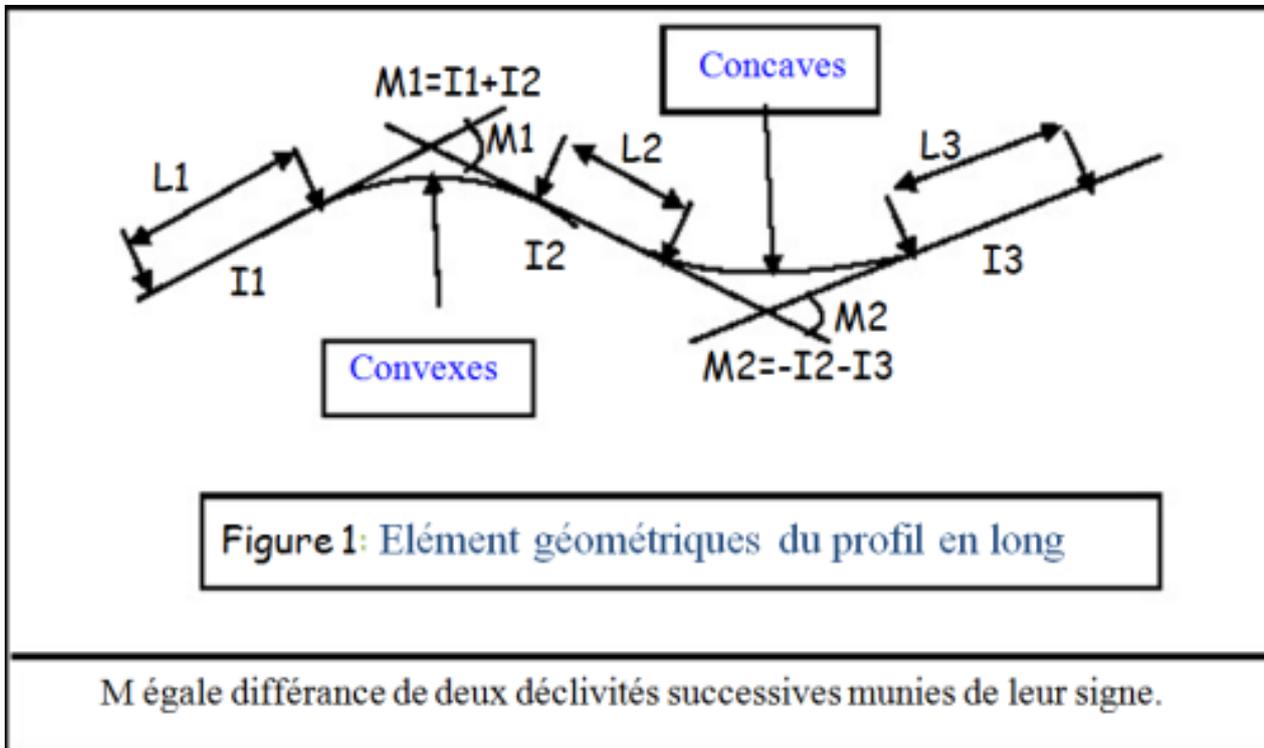


Figure VI.1 : élément géométriques du profil en long.

On distingue donc deux types de raccordement :

❖ Raccordement convexe (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- ✓ Condition de confort.
- ✓ Condition de visibilité.

➤ Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte convexité, le véhicule subit une accélération verticale importante qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

La condition de confort consiste à limiter l'accélération verticale est :

$$\frac{v_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{40} \Rightarrow R_v \geq \frac{40}{g} v_r^2 \quad \text{Pour (cat. 1-2).}$$

$$\frac{v_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{30} \Rightarrow R_v \geq \frac{30}{g} v_r^2 \quad \text{Pour (cat. 3-4-5).}$$

Avec : $V = V/3.6$ et g (accélérations de la pesanteur) = 10m/s^2 .

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

V_r : vitesse de référence (km /h).

Donc :

$$R_{v\min} = 0,3 V_r^2 \quad (\text{cat } 1 - 2)$$

$$R_{v\min} = 0,23 V_r^2 \quad (\text{cat } 3 - 4 - 5)$$

➤ Condition de visibilité :

La visibilité est assurée lorsque l'œil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance de manœuvre de dépassement D_0 déterminée par la relation :

D_1 : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})}$$

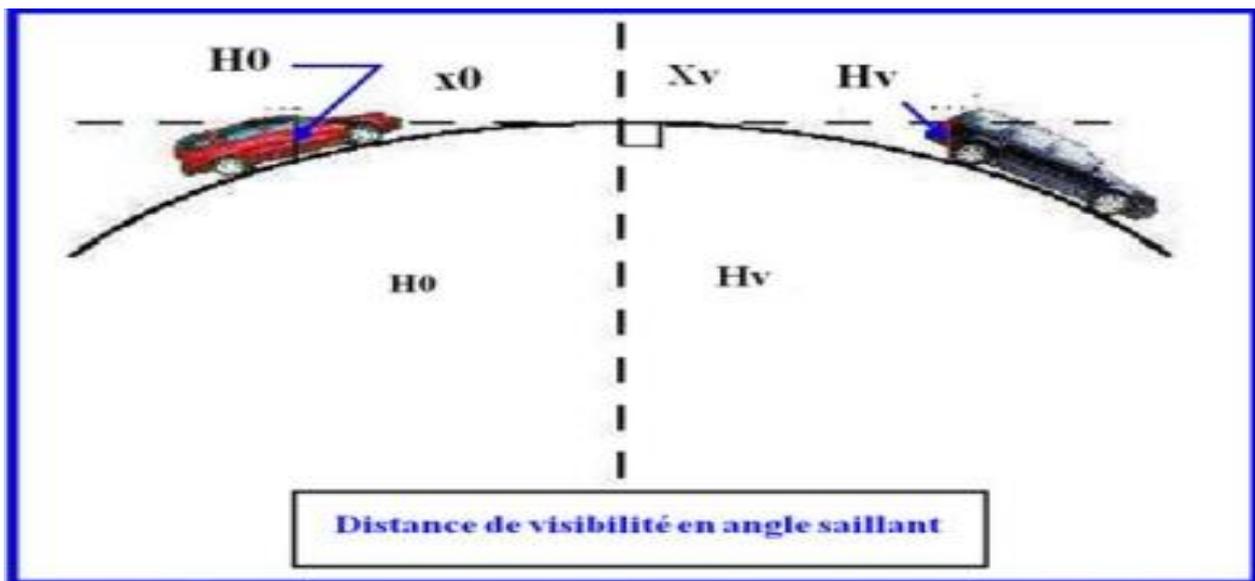


Figure VI.2 : Visibilité en raccordement convexe.

Tableau VI.1 : Hauteur de l'œil et de l'obstacle.

CATEGORIE (C2)	Hauteur de l'œil (H ₀)	Hauteur de l'obstacle Eventuel (H ₁)
	1.1 m	0.15 m

✓ Dans le cas d'une route unidirectionnelle (2×2) voies :

$$H_0 = 1.1 \text{ m} \quad H_1 = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{On trouve :} \quad R_v = 0.24 \times d_1^2$$

❖ **Raccordement concave :**

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

Avec R_v' : rayon minimum du cercle de

Raccordement.

d_1 : distance d'arrêt.

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

VI.5. Caractéristiques des rayons en long :

Pour le cas de la RN83, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par les tableaux suivants (selon le B40) et (ARP) :

Toutes les données, figurant dans le tableau, reflètent les règles géométriques correspondant au minimum prévu par les normes ; Cependant, quand il s'agit du dédoublement et à cause des contraintes rencontrées on est obligé de temps en temps de suivre le tracé tel qu'il est.

Tableau VI.3 : Paramètres géométriques des rayons profil en long (B40).

Catégorie		C ₂
environnement		E ₂
Vitesses de base (Km/h)		80
<i>Rayon en angle saillant RV</i>	<i>Route Unidirectionnelle :</i> <i>(2×2 voies)</i>	
	<i>R_{Vm} (minimal absolu) en m</i>	2500
	<i>R_{Vn} (minimal normal) en m</i>	6000
<i>Rayon en angle rentrant RV</i>	<i>Route Unidirectionnelle :</i> <i>(2×2 voies)</i>	
	<i>R'_{Vm} (minimal absolu) en m</i>	2400
	<i>R'_{Vn} (minimal normal) en m</i>	3000
<i>Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement</i>	<i>RVD en m</i>	11000
<i>Déclivité maximale</i>	<i>I_{max}(%)</i>	6%

Tableau VI.3 : Paramètres géométriques des rayons profil en long (ARP).

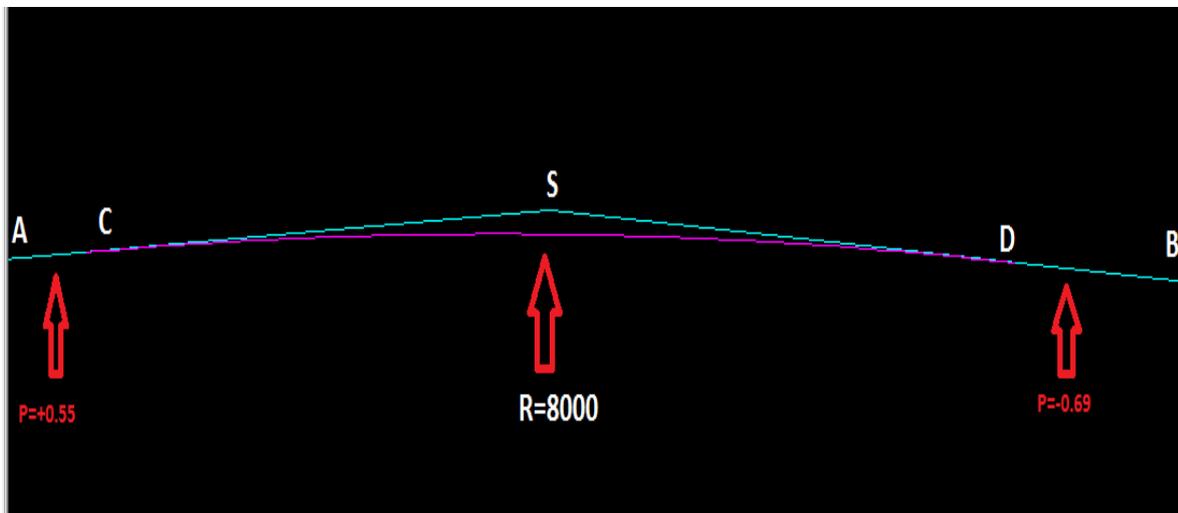
CATÉGORIE de ROUTE	T 80 et R 80
<i>Déclivité maximale</i>	6%
<i>Rayon minimal en angle saillant (en m)</i>	3000
<i>Rayon minimal en angle rentrant (en m)</i>	2200

VI.6. Exemple de calcul de profil en long :

Tableau VI.4 : les coordonnées des points A, S, B.

	X(m)	Z(m)
A	3399.409	56.980
S	3660.841	58.374
B	3941.833	56.445

➤ Cas d'un rayon convexe :



• Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{\Delta Z_1}{\Delta X_1} = \frac{58.374 - 56.980}{3660.841 - 3399.409} \times 100 \Rightarrow P_1 = 0.545\%$$

$$P_2 = \frac{\Delta Z_2}{\Delta X_2} = \frac{53.621 - 54.652}{3941.833 - 3660.841} \times 100 \Rightarrow P_2 = -0.69\%$$

• Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} \times (p_1 - p_2) = \frac{8000}{2} \times (0.55\% + 0.69\%) \Rightarrow T = 49.6 \text{ m}$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$\mathbf{c} \begin{cases} X_C = X_S - T = 3660.841 - 49.6 = 3710,441 \text{ m} \\ Z_C = Z_S - T \cdot |P_1| = 58.374 - (49.6 \times 0.0055) = 58,1012 \text{ m} \end{cases}$$

$$\mathbf{D} \begin{cases} X_D = X_S + T = 3660.841 + 49.6 = 3710,441 \text{ m} \\ Z_D = Z_S - T \cdot |P_2| = 58.374 - (49.6 \times 0.0069) = 58,03176 \text{ m} \end{cases}$$

- Calcul de la longueur de raccordement :

$$L = 2 \times T = 2 \times 49.6 = \mathbf{99.2 \text{ m}}$$

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

$$\mathbf{J/A} \begin{cases} X_{J/A} = R \times P_1 \\ Y_{J/A} = (R/2) \times P_1^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_{J/A} = 8000 \times 0.0055 = \mathbf{44 \text{ m}} \\ Z_{J/A} = (8000/2) \times (0.0055)^2 = \mathbf{0.121 \text{ m}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mathbf{J} \begin{cases} X_J = X_C + X_{J/A} = 3710,441 + 44 = \mathbf{3754,441 \text{ m}} \\ Z_J = Z_C + Y_{J/A} = 58,1012 + 0.121 = \mathbf{58,222 \text{ m}} \end{cases}$$

$$\mathbf{D'où J} \begin{cases} X_J = \mathbf{3754.441 \text{ m}} \\ Z_J = \mathbf{58.222 \text{ m}} \end{cases}$$

Les résultats de calcul de la ligne rouge sont joints en annexe

CHAPITRE VII

PROFIL EN TRAVERS

Profil en travers

VII.1. Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan verticale, la largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler.

On comprend par le débit admissible le trafic prévisible à l'année de saturation. Autrement dit, c'est la capacité théorique calculée par un horizon voulu qui tient compte de l'évolution du trafic.

VII.2. Eléments Constitutifs du Profil En Travers :

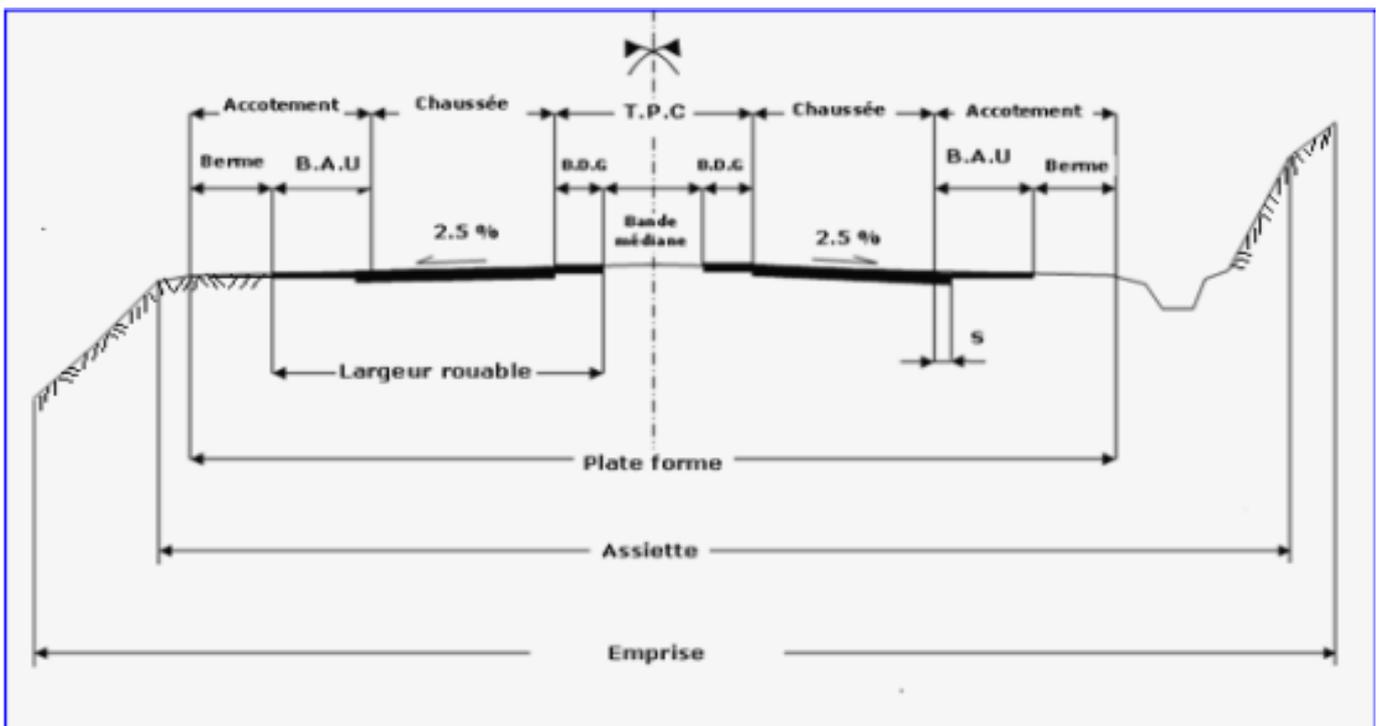


Figure VII.1 : les éléments du profil en travers.

❖ Emprise :

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

❖ Assiette :

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

❖ Plate-forme :

Elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre-plein central.

❖ La chaussée :

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue, ou bien en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.

❖ La largeur roulable :

Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

❖ Accotement :

Ce sont les zones latérales de la plateforme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

❖ Fossé :

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

❖ Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- ✓ Les surlargeurs de chaussée (bande de guidage).
- ✓ Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

❖ **Bande dérasée :**

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

❖ **B.D.G :**

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

❖ **Berme :**

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

❖ **B.A.U :**

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

❖ **Surlargeur S :**

Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

VII.3. Différent type de profils en travers :

Ils existent deux types de profil :

- ❖ Profil en travers type.
- ❖ Profils en travers courants.

❖ **Le profil en travers courant :**

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

❖ **Le profil en travers type :**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

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

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

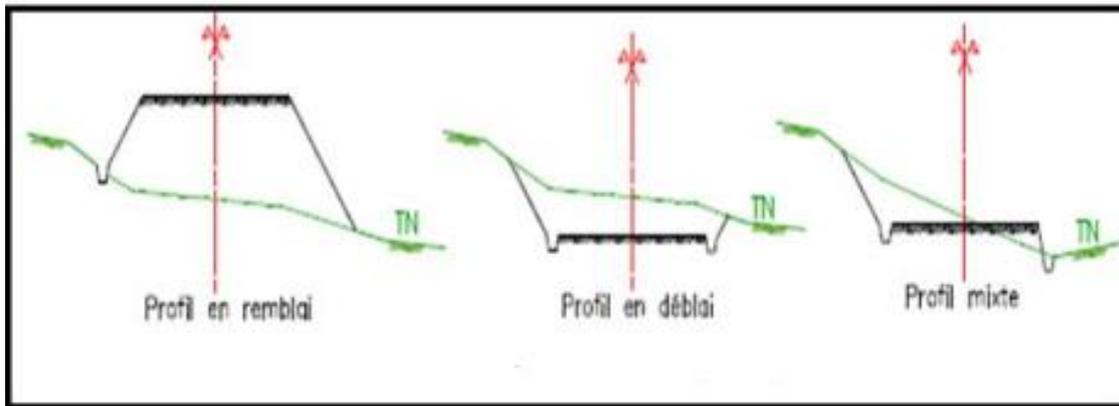


Figure VII.2 : différents types de profil en travers.

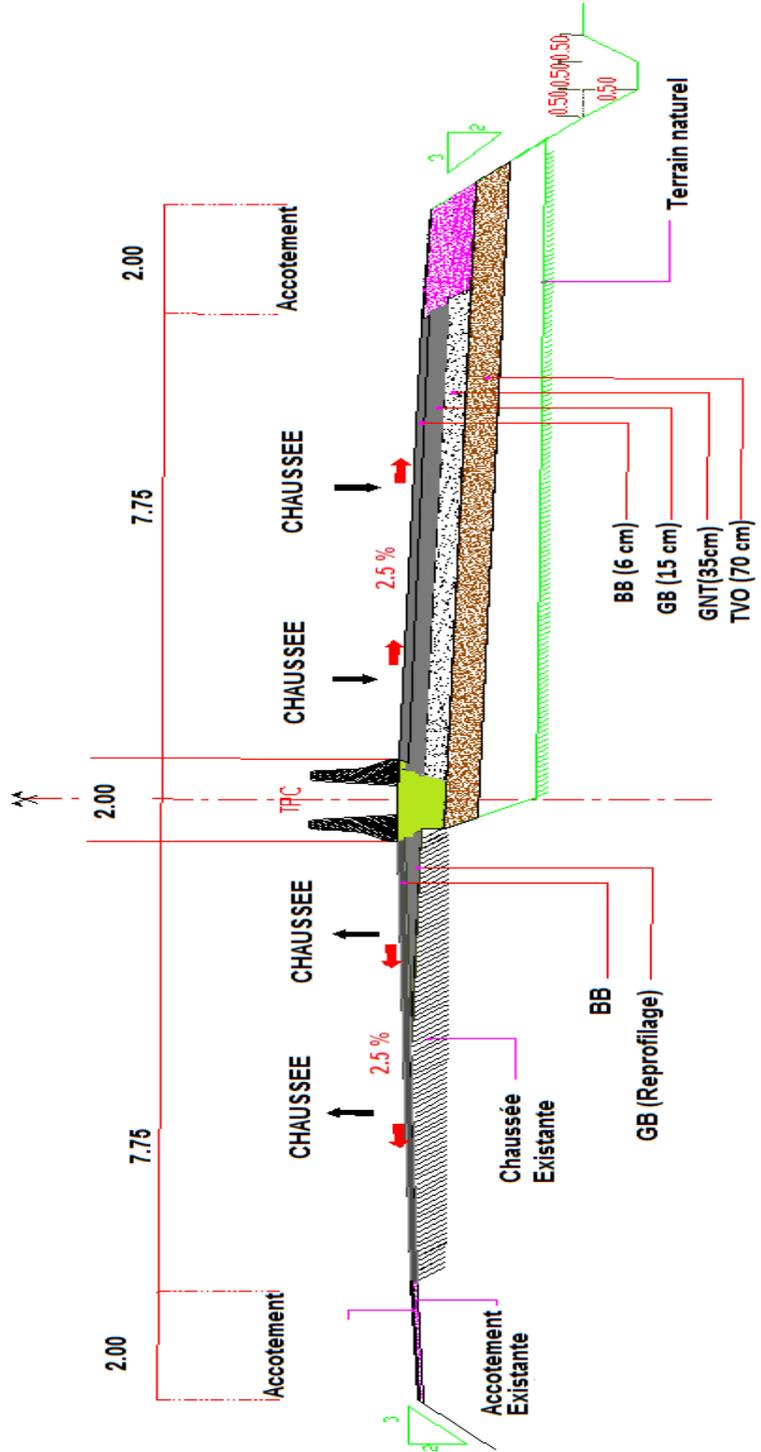
VII.4. Profil en travers type du projet :

Notre voie express comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constitutifs suivants :

- ❖ deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune + des bandes de guidage côté accotement et côté TPC : $(2 \times 3,5 + 0,5 + 0,25) \times 2 = 15,5 \text{ m}$.
- ❖ Un terre-plein central de **2 m**.
- ❖ Un accotement de **2m** pour chaque côté : $2 \times 2\text{m} = 4 \text{ m}$.
- ❖ Pente de talus en remblai **3/2** et Pente de talus en déblai **1/1**.
- ❖ La largeur de la plateforme de la voie express est de **21.5 m**

Figure VII.5 : Le profil en travers type en 2x2 voies du projet.

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN 2x2 VOIES



CHAPITRE VIII

LES DONNEES GEOTECHNIQUE

Les données géotechnique

VIII.1. Introduction

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

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

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

➤ Utilité de l'étude géotechnique :

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

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

VIII.2. Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

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

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

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

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

VIII.3. Les objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

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

VIII.4. Les essais d'identification :

➤ Analyses granulométriques :

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

➤ Equivalent de sable :

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

➤ limites d'Atterberg :

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

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

➤ **Essai Proctor :**

L'**essai Proctor** est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « **optimum Proctor** ».

➤ **Essai C.B.R (California Bearing Ratio):**

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

L'**essai** consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage **25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c** et imbibé pendant quatre (4) jours.

Il ne concerne que les sols cohérents.

➤ **Essai Los Angeles :**

Cet **essai** a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ». Plus de L.A est élevé, moins le granulat est dur.

➤ **Essai Micro Deval :**

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

VIII.5. Les essais in situ :

➤ **Les forages :**

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches des sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire.

Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de types piézométrique.

Les forages peuvent être réalisés :

- ✓ Manuellement
- ✓ Par la sondeuse

➤ Essai pressiométriques :

L'essai pressiométriques est un essai de chargement du terrain in situ de la paroi du forage, jusqu'à la rupture, il consiste à gonfler dans le sol une sonde cylindrique, dilatable radicalement, placée dans un forage préalable ; il permet par conséquent d'étudier la phase des petits déplacements du sol en déterminant un module de déformation du forage.

➤ Essais pénétrométriques :

- ✓ Pénétrömètre statique.
- ✓ Pénétrömètre dynamique.

VIII.6. les données du projet :

Sur la base de l'avant-projet sommaire un programme de reconnaissance géotechnique est établi par **C.T.T.P** et présenté à la **D.T.P** de Biskra mais son exécution n'est pas encore lancée au moment de notre étude du projet, à cet effet pour procéder à l'approche du volet géotechnique on s'est basé sur :

- ✓ La visite du site.
- ✓ Les photos prises lors de la visite.
- ✓ Les informations recueillies au niveau de la **DTP de Biskra**.

➤ Reconnaissance géotechnique des sols de l'emprise du tracé de la route :

Les essais programmés par le maître d'œuvre ont le but d'effectuer des essais sur l'assise du dédoublement de la **RN83 sur 80Kms** pour les deux lots (lot route et ouvrage non courant).

Les essais programmés et les coordonnées des sondages sont résumés comme suit :

Tableau VIII.1 : programme géotechnique.

Programme		route
Nombre des sondages		13
Essais d'Identification	type	Essais d'Identification
	Nombre par sondage	13
Essais mécanique	type	essais Proctor modifie +CBR
	Nombre par sondage	13

➤ **Travaux du LCPC :**

Une reconnaissance des coordonnées des sondages a été effectuée sur terrain à la présence du laboratoire, d'où il a été confirmé les points de sondages suivants pour exécution :

- **Lot Route** : Ces sondages sont exécutés sur une profondeur de **04m**.

- ✓ S8 : sondage à la tarière au **PK258+900**
- ✓ S9 : sondage à la tarière au **PK254+800**
- ✓ S12 : sondage à la tarière au **PK 258+840**
- ✓ S13 : sondage à la tarière au **PK 254+690**
- ✓ S14 : sondage à la tarière au **PK 252+780**

Les essais réalisés sont :

- Essais d'identification
- Essais Proctor modifié
- Essais CBR immédiat
- Essais de laboratoire
- Essais in situ SPT

Tableau VIII.2 : Résultats moyennes des essais de sondages.

N° de sondage	Du S12 à S14
Indice CBR	7.25 – 20.85
W_L	37.87% - 41.80%
W_p	13.69% - 19.77%
I_p	20.78% - 26.47%
γ_d	1.94t/m ³ - 1.98t/m ³
W_{opm}	10.20% - 13.00%
% tamisat 0.080	24.29% - 82.78%
VBS	3.50%
classification	A2
argilosité	moyenne
plasticité	plastique

A2 : Sables fins argileux, limon, argiles et marnes peu plastiques,

• **Conclusion de du LCPC :**

- ✓ Le sol est classé en type fin **A2**
- ✓ Les indices **CBR** sont indiqués dans un intervalle de [7.25- 20.85]
- ✓ Densité optimale de l'essai Proctor s'échelonnent de **1.91 à 2.07t/m³** pour une teneur en eau autour de **10%**.

VIII.7. Classification selon GTR (Guide des Terrassements Routiers) :

Ce document rassemble l'ensemble des connaissances accumulées au cours de ces quarante dernières années par l'ensemble de la profession. Le contenu de ce guide permet une classification des sols et la connaissance des conditions d'extraction et de réutilisation de ces sols.

Le type de sol de notre projet est tuf marneux et limon sableux de la classe A, donc D'après le GTR (NF P 11- 300) : on a :

Tableau VIII.3 : Classification des matériaux (classe A).

Classe A		Tableau 1 - Classification des sols fins				
Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique			
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Paramètres d'état	Sous classe fonction de l'état	
D _{max} ≤ 50 mm et Tamisat à 80 µm > 35%	A Sols fins	VBS ≤ 2,5 ^(*) ou I _p ≤ 12	A₁ Limos peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	IPI ^(*) ≤ 3 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN}	A ₁ th	
				3 < IPI ^(*) ≤ 8 ou 1,10 ≤ w _n < 1,25 w _{OPN}	A ₁ h	
				8 < IPI ≤ 25 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₁ m	
				0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN} w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₁ s A ₁ ts	
		12 < I _p ≤ 25 ^(*) ou 2,5 < VBS ≤ 6	A₂ Sables fins argileux, limons, argiles et mames peu plastiques arènes...	IPI ^(*) ≤ 2 ou I _c ^(*) ≤ 0,9 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN}	A ₂ th	
				2 < IPI ^(*) ≤ 5 ou 0,9 ≤ I _c ^(*) < 1,05 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN}	A ₂ h	
				5 < IPI ≤ 15 ou 1,05 < I _c ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₂ m	
				1,2 < I _c ≤ 1,4 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN} I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₂ s A ₂ ts	
		25 < I _p ≤ 40 ^(*) ou 6 < VBS ≤ 8	A₃ Argiles et argiles mameuses, limons très plastiques...	IPI ^(*) ≤ 1 ou I _c ^(*) ≤ 0,8 ou w _n ≥ 1,4 w _{OPN}	A ₃ th	
				1 < IPI ^(*) ≤ 3 ou 0,8 ≤ I _c ^(*) < 1 ou 1,2 w _{OPN} ≤ w _n < 1,4 w _{OPN}	A ₃ h	
				3 < IPI ≤ 10 ou 1 < I _c ≤ 1,15 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,2 w _{OPN}	A ₃ m	
				1,15 < I _c ≤ 1,3 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN} I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₃ s A ₃ ts	
		I _p > 40 ^(*) ou VBS > 8	A₄ Argiles et argiles mameuses, très plastiques...	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique		A ₄ th A ₄ h A ₄ m A ₄ s

✓ Plus détaillé (A₂). Puisque on a 12 < IP ≤ 25 :

Tableau VIII.4 : Sous classe des matériaux (A₂)

12 < I _p ≤ 25 ^(*) ou 2,5 < VBS ≤ 6	A₂ Sables fins argileux, limons, argiles et mames peu plastiques arènes...	IPI ^(*) ≤ 2 ou I _c ^(*) ≤ 0,9 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN}	A ₂ th
		2 < IPI ^(*) ≤ 5 ou 0,9 ≤ I _c ^(*) < 1,05 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN}	A ₂ h
		5 < IPI ≤ 15 ou 1,05 < I _c ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN}	A ₂ m
		1,2 < I _c ≤ 1,4 ou 0,7 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN}	A ₂ s
		I _c > 1,3 ou w _n < 0,7 w _{OPN}	A ₂ ts

VIII.7.1. Conditions d'utilisation des sols en Remblais :

Les conditions d'utilisation des sols, des matériaux rocheux, des sous-produits industriels sont celles qu'il y a lieu de respecter pour autoriser l'emploi en remblai des différentes classes et sous-classes de matériaux.

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

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
A₂h	Sols normalement inutilisables en l'état			NON
A₂h	<p>-Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible.</p> <p>-La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen.</p> <p>-Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement.</p>	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage faible	0 0 0 2 0 2 0
			Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
		évaporation importante	Solution 1 : aération E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
			Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0
A₂m	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualités suffisantes.	NON
		pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 0 2 2
		ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0
			Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 2

Tableau VIII.5 : Conditions d'utilisation des matériaux(A₂) en remblai.

A2 (états s et ts) :

A_{2s}	<p>La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire</p> <p>L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau</p>	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 0 0 1 1 2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<p>Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen</p>	0 0 4 0 1 2 0
				<p>Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)</p>	0 0 0 0 0 1 2
		-	évaporation importante	<p>Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense</p>	0 0 4 0 1 1 0
				<p>Solution 2 : arrosage W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)</p>	0 0 3 0 0 1 1
				<p>Solution 3 : extraction frontale avec arrosage E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)</p>	2 0 3 0 0 1 2
A_{2ts}	Sols normalement inutilisables en l'état				NON

Tableau VIII.6 : représente le code E G W T R C H.

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E Extraction	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Extraction en couches (0,1 à 0,3m)
	2	Extraction frontale (pour un front de taille > 1 à 2m)
G Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Elimination des éléments > 800mm
	2	Elimination des éléments > 250 mm pour traitement
	3	Fragmentation complémentaire après extraction
W Action sur la teneur en eau	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Réduction de la teneur en eau par aération
	2	Essorage par mise en dépôt provisoire
	3	Arrosage pour maintien de l'état
	4	Humidification pour changer d'état
T Traitement	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Traitement avec un réactif ou un additif adaptés
	2	Traitement à la chaux seule
R Régalaage	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Couches minces (20 à 30 cm)
	2	Couches moyennes (30 à 50 cm)
C Compactage	1	Compactage intense
	2	Compactage moyen
	3	Compactage faible
H Hauteur des remblais	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Remblai de hauteur faible ($\leq 5m$)
	2	Remblai de hauteur moyenne ($\leq 10m$)

➤ **Conclusion :**

L'étude de carrière faite par le laboratoire fait ressortir un inventaire de carrière pour gravier, mais pour le projet le bureau d'étude propose l'utilisation des matériaux pour remblai des carrières de TVO d'oued mziraa et d'oued arabe de zeribet el oued.

CHAPITRE IX

Les Ouvrages de Drainage

Les ouvrages de drainage

IX.1. Introduction :

La route de notre projet est traversée par plusieurs oueds pour ce la, Il est nécessaire d'utiliser des ouvrages de drainage pour rétablir les traversées des eaux d'oueds sans danger ni pour la route ni pour l'utilisateur.

IX.2. Définition :

Ce sont des petits ouvrages hydrauliques qui permettent à l'eau de franchir la route, en passant au-dessous de celle-ci.

Les buses et dalots sont généralement les ouvrages les plus utilisés. C'est le calcul hydraulique qui déterminera le choix entre eux.

IX.3. Dalot :

Le dalot est une canalisation rectangulaire, cadre ou portique en béton armé, utilisé sous les traverses de route et les évacuations des débits d'eau important.



Figure IX.1 : dalot.

IX.3.1. Type des dalots :

Il existe 3 types des dalots couramment utilisés :

- **Les dalots ordinaires** constitués de piédroits verticaux fondés sur semelles ou radier général et sur lesquels repose une dalle en béton armé.
- **Les dalots cadres** dans lesquels la dalle, les piédroits et le radier constituent une structure rigide en béton armé.
- **Les dalots portiques** analogues aux dalots cadres mais sans radier (piédroits Verticaux fondés sur semelles).
- Les dalots sont en général adoptés pour des débits élevés (**dépassant 10 m³/s**).



Photo IX.1 : Dalot cadre.



Photo IX.2 : Dalot portique.

IX.3.2. Domaine d'utilisation :

Les domaines d'utilisation des dalots sont principalement :

- ✓ Les traverses des routes
- ✓ L'évacuation des débits d'eau importants
- ✓ Les passages inférieurs
- ✓ Regards particuliers.

IX.4. Buse :

Élément de conduite qui assure l'écoulement et l'évacuation d'eaux sous une route, une voie ferrée ou une autre structure, Les buses sont de forme circulaire, en béton armé ou en métal. Le choix entre ces deux types dépend des critères économiques liés à la possibilité de fabrication locale ou non.

IX.4.1. Buse en béton :

De manière générale, la « buse en béton » est définie comme étant un tuyau de gros diamètre fabriqué en béton et qui est destiné à faire circuler des fluides.



Photo IX.3 : Buses en béton.

IX.4.1.1 Utilisations de la buse en béton :

Les utilisations de la buse en béton sont nombreuses on les utilise à l'horizontale (avec une pente d'écoulement tout de même) dans les ouvrages de canalisation, de franchissement et d'écoulement des eaux pluviales, fossés et cours d'eau.

IX.4.2. Buses métalliques :

Ouvrages composites, constitués principalement d'une paroi métallique en tôles ondulées et d'un certain volume de sol qui l'entoure.



Photo IX.4 : Buses métalliques.

IX.4.2.2 Utilisations :

Ses utilisations sont diverses et variées dans le domaine de la route, de la construction enterrée, du confortement, et du soutènement :

- Passages inférieurs routiers
- Galeries techniques et coffrages

IX.5. Les ouvrages de notre projet :

Les ouvrages d'assainissement existant dans l'ancienne voie sont :

- Les passages busés.
- des dalots.

Pour le nouveau projet on propose de garder le même mode d'ouvrage notamment.

Pour l'assainissement transversal de la nouvelle structure **(deux voies séparée) nous**

Avons projeté :

- **Prolonger** les ouvrages existants sous le terre-plein central vers les nouvelles voies **sur 10 m** de longueur.



Photo IX.5 : Dalot en BA.



Photo IX.6 : Ouvrage Submersible.

Le présent rapport du dédoublement de la RN83 correspond aux ouvrages d'arts situés au Pk :

- 1- Ouvrage Submersible sur oued ABDERRAHMENE au **Pk 253+800**
- 2- Ouvrage sur oued au **Pk 256+100**

Tableau IX.1 : Les ouvrages d'assainissement existants.

PK de l'ouvrage	Type	N de travées ou d'ouvertures	DEMONSION	Angle de biais	PROPOSITION
Ouvrage Submersible Pk 253+800	Submersible	6Φ600 + 3Φ800 mm	-	droit	Prolongement+ curage
Ouvrage sur oued au Pk 256+100	Dalot en BA	01 ouverture	1×5m x 2,4m	droit	Prolongement
Nombre d'ouverture x largeur x hauteur (dalot)					

*Devis Quantitatif et
Estimatif*

Désignation	Unité	Quantité	PU : DA	Prix : DA
1-Terrassement				
1.1. Déblais en sol inutilisable mis en dépôt	m ³	31054	300	9316200
1.2. Remblais en matériaux sélectionnés	m ³	20768	350	7268800
1.3. Décapage de terre végétale sur d'épaisseur 20cm Y/C compactage et arrosage	m ³	21887.654	300	6566296,2
TOTAL 1				23151296,2
2-Chaussée				
2.1 couche de forme en TVO ep =70 cm	m ³	77851.82	800	62281456
2.1. couche de fondation GNT (0/31.5)	m ³	31607.48	2000	63214960
2.2. couche de base GB (2.2t/m ³)	T	14641.10	4500	65884950
2.3. couche de revêtement BB (2.4t/m ³)	T	6138.63	5500	33762465
2.4. Accotement en TVO	m ³	12600.64	600	7560384
2.5. couche d'imprégnation en Cut-back 0/1	m ²	50925.25	100	5092525
2.6. couche d'accrochage dose à (0.3 kg/m ²)	m ²	98525	100	9852500
TOTAL 2				247649240
3-Terre plain centrale				
3.1. Terre végétale	m ³	4538.372	800	3630697,6
TOTAL 3				3630697,6
4. Installation du chantier	F 2%		5488624,664	
TOTAL 4				5488624,664
TOTAL GENERAL (DA)				279919858

TVA 19% (DA)	53184773
TOTAL TTC (DA)	333104631

Le devis a été estimé à une somme de

**Trois cent trente-trois millions cent quatre mille
six cent trente et un dinars.**

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude est considéré pour nous comme une première expérience de projet réel à réaliser. Au cours de ce travail, nous avons apprécié l'importance des cours théoriques que nous avons étudiés lors de notre cursus universitaire à l'université Mohamed Khider de Biskra dans la filière travaux public option voies et ouvrages d'art, notamment les routes et respect des normes usuels de conception.

Le projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier.

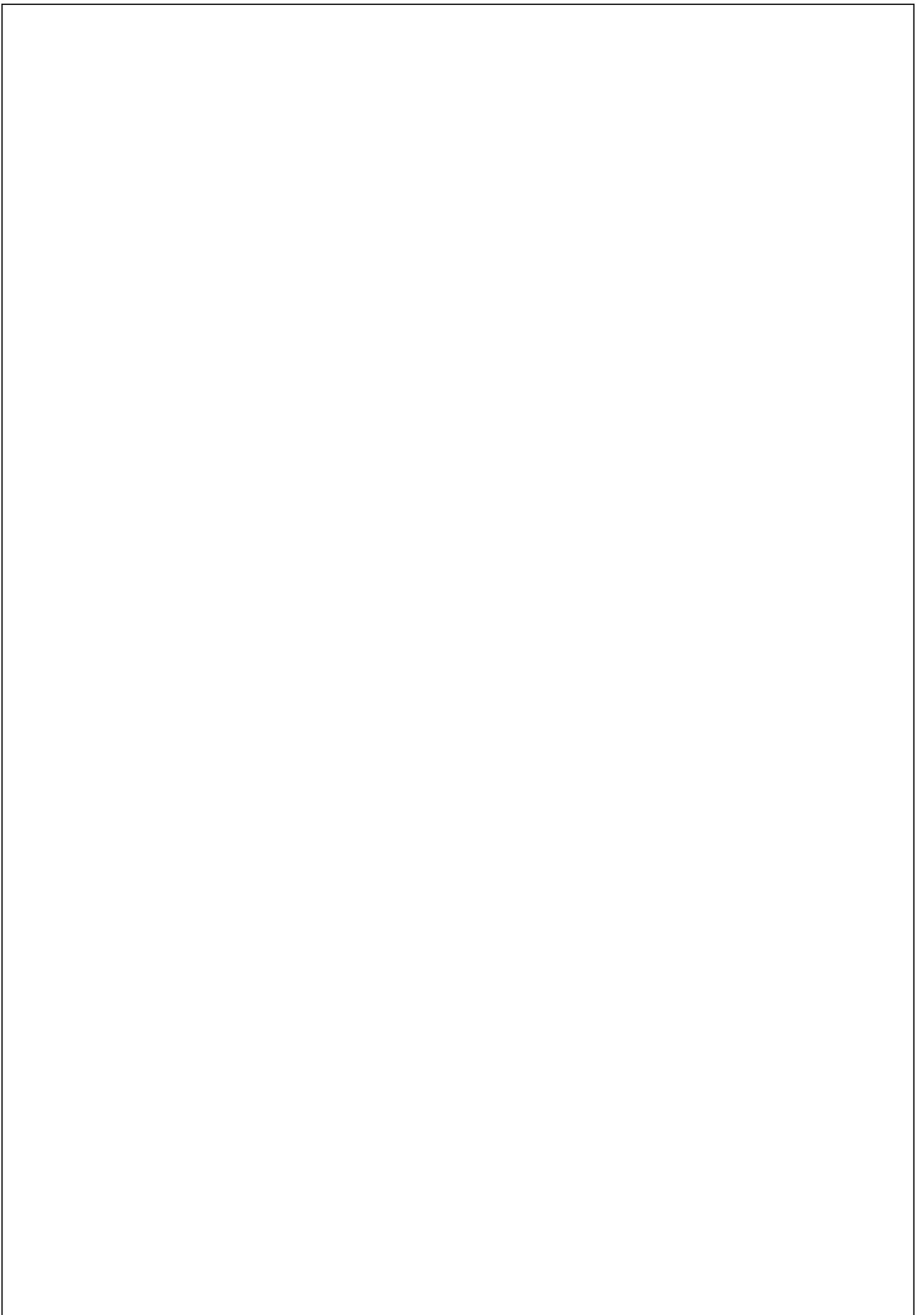
En outre, ce stage nous a été bénéfique où nous avons développé nos connaissances, et aussi c'était une occasion d'approfondir et d'enrichir notre maîtrise des logiciels de conception de route à savoir, **Alize, Covadis et Autocad**.

L'étude de dédoublement du tronçon de la RN 83 BISKRA entre les villes (Ain Naga et Zeribet El Oued), rentre dans le même programme d'aménagement des infrastructures. Cette route est considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région.

Ce projet m'a permis d'enrichir mon savoir, de déceler et solutionner les problèmes rencontrés lors de l'établissement de mon projet. Je souhaite que les travaux que j'ai accomplis constituent un premier pas vers la vie professionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- ARP : Aménagement de routes principales
- REMADNA Mohamed. S, "Chapitre Dimensionnement Des Structures De Chaussées." 3^{ème} année.
- Zakaria, GUESMIA. Le Projet Routier, 2018.
- Ismail, ACHOUR. Le Projet Routier, 2018.
- Support de cours de la matière route.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTTP ».
- Guide des terrassements routier GTR, (pages 47 et 132)
- Normes française NF P 11-300 Septembre 1992
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (Fascicule 1 ,2)
- Mémoire (Ecole nationale de travaux public, ZERARKA SALAH et SAFRI DJALLEL) ; le Projet Routier .
- Etude du dédoublement de la RN06 sur 11KM) ENSTP promotion2010
- Outils informatiques :
 - Logiciel autopiste
 - Auto CAD 2008
 - Microsoft Excel.
 - Microsoft Word
- Liens utilisé :
 - ✓ <https://www.geo-media.com/solutions/logiciel-autopiste/un-logiciel-simple>.



ANNEXE



Dédoulement RN83

Axe En Plana

Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 8.5879 g	3198.400	0.000	36391.506	60431.671
Clothoïde 1	Paramètre -133.000	35.378	3198.400	36821.657	63601.014
Arc 1	Rayon -500.000 m	18.201	3233.778	36826.828	63636.010
	Centre X 37319.597 m				
	Centre Y 63551.283 m				
Clothoïde 2	Paramètre 133.000	35.378	3251.979	36830.238	63653.888
Droite 2	Gisement 15.4097 g	2291.016	3287.357	36838.312	63688.330
Clothoïde 3	Paramètre -133.000	25.270	5578.374	37387.466	65912.557
Arc 2	Rayon -700.000 m	167.153	5603.644	37393.670	65937.053
	Centre X 38070.124 m				
	Centre Y 65757.025 m				
Clothoïde 4	Paramètre 133.000	25.270	5770.797	37455.446	66091.945
Droite 3	Gisement 32.9098 g	775.694	5796.067	37467.803	66113.987
			6571.761	37851.172	66788.324
Longueur totale de l'axe 6571.761 mètre(s)					

Profil En Long Projet

Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.63 %	23.618	0.000	52.808
Parabole 1	Pente -0.63 %	51.407	23.618	52.658
	Rayon 4500.000 m			
	Sommet Absc. 52.119 m			
	Sommet Alt. 52.568 m			
	Pente 0.51 %			
Pente 2	Pente 0.51 %	0.528	75.025	52.626
Parabole 2	Pente 0.51 %	35.826	75.553	52.629
	Rayon -3000.000 m			
	Sommet Absc. 90.824 m			
	Sommet Alt. 52.668 m			
	Pente -0.69 %			
Pente 3	Pente -0.69 %	0.584	111.379	52.597
Parabole 3	Pente -0.69 %	36.100	111.963	52.593
	Rayon 3000.000 m			
	Sommet Absc. 132.518 m			
	Sommet Alt. 52.523 m			
	Pente 0.52 %			
Pente 4	Pente 0.52 %	13.705	148.063	52.563
Parabole 4	Pente 0.52 %	34.575	161.769	52.634
	Rayon -3000.000 m			
	Sommet Absc. 177.314 m			
	Sommet Alt. 52.674 m			
	Pente -0.63 %			
Pente 5	Pente -0.63 %	11.545	196.344	52.614
Parabole 5	Pente -0.63 %	36.483	207.888	52.541
	Rayon 2500.000 m			
	Sommet Absc. 223.747 m			
	Sommet Alt. 52.491 m			
	Pente 0.82 %			
Pente 6	Pente 0.82 %	3.343	244.372	52.576
Parabole 6	Pente 0.82 %	68.801	247.715	52.603
	Rayon -4000.000 m			
	Sommet Absc. 280.715 m			
	Sommet Alt. 52.739 m			
	Pente -0.90 %			
Pente 7	Pente -0.90 %	23.158	316.516	52.579
Parabole 7	Pente -0.90 %	72.297	339.674	52.372
	Rayon 5000.000 m			
	Sommet Absc. 384.426 m			
	Sommet Alt. 52.172 m			
	Pente 0.55 %			
Pente 8	Pente 0.55 %	22.121	411.971	52.247
Parabole 8	Pente 0.55 %	61.212	434.092	52.369
	Rayon -5000.000 m			
	Sommet Absc. 461.636 m			
	Sommet Alt. 52.445 m			
	Pente -0.67 %			
Pente 9	Pente -0.67 %	2.633	495.304	52.332
Parabole 9	Pente -0.67 %	35.201	497.937	52.314
	Rayon 3000.000 m			
	Sommet Absc. 518.138 m			
	Sommet Alt. 52.246 m			
	Pente 0.50 %			
Pente 10	Pente 0.50 %	273.270	533.138	52.284
Pente 11	Pente 0.31 %	313.251	806.407	53.650

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude	
Parabole 10	Pente	0.31 %	53.367	1119.658	54.613
	Rayon	-6500.000 m			
	Sommet Absc.	1139.651 m			
	Sommet Alt.	54.644 m			
	Pente	-0.51 %			
Pente 12	Pente	-0.51 %	23.910	1173.025	54.558
Parabole 11	Pente	-0.51 %	31.669	1196.935	54.436
	Rayon	4000.000 m			
	Sommet Absc.	1217.473 m			
	Sommet Alt.	54.383 m			
	Pente	0.28 %			
Pente 13	Pente	0.28 %	213.263	1228.604	54.398
Parabole 12	Pente	0.28 %	52.045	1441.868	54.992
	Rayon	-9000.000 m			
	Sommet Absc.	1466.913 m			
	Sommet Alt.	55.027 m			
	Pente	-0.30 %			
Pente 14	Pente	-0.30 %	43.339	1493.913	54.986
Parabole 13	Pente	-0.30 %	58.557	1537.251	54.856
	Rayon	7000.000 m			
	Sommet Absc.	1558.251 m			
	Sommet Alt.	54.825 m			
	Pente	0.54 %			
Pente 15	Pente	0.54 %	144.181	1595.808	54.925
Parabole 14	Pente	0.54 %	58.557	1739.989	55.699
	Rayon	-7000.000 m			
	Sommet Absc.	1777.546 m			
	Sommet Alt.	55.800 m			
	Pente	-0.30 %			
Pente 16	Pente	-0.30 %	90.389	1798.546	55.768
Parabole 15	Pente	-0.30 %	42.000	1888.935	55.497
	Rayon	7000.000 m			
	Sommet Absc.	1909.935 m			
	Sommet Alt.	55.466 m			
	Pente	0.30 %			
Pente 17	Pente	0.30 %	105.284	1930.935	55.497
Parabole 16	Pente	0.30 %	48.000	2036.220	55.813
	Rayon	-8000.000 m			
	Sommet Absc.	2060.220 m			
	Sommet Alt.	55.849 m			
	Pente	-0.30 %			
Pente 18	Pente	-0.30 %	90.901	2084.220	55.813
Parabole 17	Pente	-0.30 %	73.223	2175.121	55.540
	Rayon	7000.000 m			
	Sommet Absc.	2196.121 m			
	Sommet Alt.	55.509 m			
	Pente	0.75 %			
Pente 19	Pente	0.75 %	131.745	2248.344	55.704
Parabole 18	Pente	0.75 %	19.542	2380.089	56.686
	Rayon	-9000.000 m			
	Sommet Absc.	2447.234 m			
	Sommet Alt.	56.937 m			
	Pente	0.53 %			
Pente 20	Pente	0.53 %	251.020	2399.631	56.811

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude	
Parabole 19	Pente	0.53 %	99.542	2650.651	58.139
	Rayon	-9000.000 m			
	Sommet Absc.	2698.254 m			
	Sommet Alt.	58.265 m			
Pente	-0.58 %				
Pente 21	Pente	-0.58 %	135.798	2750.193	58.115
Parabole 20	Pente	-0.58 %	107.805	2885.991	57.331
	Rayon	10000.000 m			
	Sommet Absc.	2943.701 m			
	Sommet Alt.	57.165 m			
Pente	0.50 %				
Pente 22	Pente	0.50 %	106.321	2993.796	57.290
Parabole 21	Pente	0.50 %	64.719	3100.117	57.823
	Rayon	-6000.000 m			
	Sommet Absc.	3130.174 m			
	Sommet Alt.	57.898 m			
Pente	-0.58 %				
Pente 23	Pente	-0.58 %	121.135	3164.836	57.798
Parabole 22	Pente	-0.58 %	78.939	3285.970	57.098
	Rayon	7000.000 m			
	Sommet Absc.	3326.409 m			
	Sommet Alt.	56.981 m			
Pente	0.55 %				
Pente 24	Pente	0.55 %	211.932	3364.909	57.087
Parabole 23	Pente	0.55 %	99.191	3576.841	58.253
	Rayon	-8000.000 m			
	Sommet Absc.	3620.841 m			
	Sommet Alt.	58.374 m			
Pente	-0.69 %				
Pente 25	Pente	-0.69 %	238.204	3676.033	58.183
Parabole 24	Pente	-0.69 %	49.275	3914.237	56.540
	Rayon	4000.000 m			
	Sommet Absc.	3941.833 m			
	Sommet Alt.	56.445 m			
Pente	0.54 %				
Pente 26	Pente	0.54 %	75.843	3963.512	56.504
Parabole 25	Pente	0.54 %	55.070	4039.355	56.915
	Rayon	-5000.000 m			
	Sommet Absc.	4066.454 m			
	Sommet Alt.	56.988 m			
Pente	-0.56 %				
Pente 27	Pente	-0.56 %	77.799	4094.425	56.910
Parabole 26	Pente	-0.56 %	105.554	4172.223	56.475
	Rayon	8000.000 m			
	Sommet Absc.	4216.977 m			
	Sommet Alt.	56.349 m			
Pente	0.76 %				
Pente 28	Pente	0.76 %	120.177	4277.777	56.580
Parabole 27	Pente	0.76 %	88.430	4397.954	57.494
	Rayon	-7000.000 m			
	Sommet Absc.	4451.154 m			
	Sommet Alt.	57.696 m			
Pente	-0.50 %				
Pente 29	Pente	-0.50 %	242.278	4486.384	57.607

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude	
Parabole 28	Pente	-0.50 %	51.728	4728.662	56.388
	Rayon	6000.000 m			
	Sommet Absc.	4758.860 m			
	Sommet Alt.	56.312 m			
	Pente	0.36 %			
Pente 30	Pente	0.36 %	478.716	4780.390	56.351
Parabole 29	Pente	0.36 %	11.744	5259.106	58.068
	Rayon	7000.000 m			
	Sommet Absc.	5233.987 m			
	Sommet Alt.	58.023 m			
	Pente	0.53 %			
Pente 31	Pente	0.53 %	214.702	5270.850	58.120
Parabole 30	Pente	0.53 %	62.037	5485.552	59.251
	Rayon	-5000.000 m			
	Sommet Absc.	5511.883 m			
	Sommet Alt.	59.320 m			
	Pente	-0.71 %			
Pente 32	Pente	-0.71 %	52.214	5547.589	59.193
Parabole 31	Pente	-0.71 %	86.736	5599.803	58.820
	Rayon	6000.000 m			
	Sommet Absc.	5642.651 m			
	Sommet Alt.	58.667 m			
	Pente	0.73 %			
Pente 33	Pente	0.73 %	12.064	5686.539	58.827
Parabole 32	Pente	0.73 %	111.530	5698.603	58.916
	Rayon	-9000.000 m			
	Sommet Absc.	5764.435 m			
	Sommet Alt.	59.156 m			
	Pente	-0.51 %			
Pente 34	Pente	-0.51 %	123.929	5810.133	59.040
Parabole 33	Pente	-0.51 %	8.826	5934.062	58.411
	Rayon	6000.000 m			
	Sommet Absc.	5964.527 m			
	Sommet Alt.	58.334 m			
	Pente	-0.36 %			
Pente 35	Pente	-0.36 %	36.824	5942.888	58.373
Parabole 34	Pente	-0.36 %	45.639	5979.712	58.240
	Rayon	6000.000 m			
	Sommet Absc.	6001.351 m			
	Sommet Alt.	58.201 m			
	Pente	0.40 %			
Pente 36	Pente	0.40 %	46.378	6025.351	58.249
Parabole 35	Pente	0.40 %	42.000	6071.729	58.435
	Rayon	-6000.000 m			
	Sommet Absc.	6095.729 m			
	Sommet Alt.	58.483 m			
	Pente	-0.30 %			
Pente 37	Pente	-0.30 %	22.584	6113.729	58.456
Parabole 36	Pente	-0.30 %	43.111	6136.312	58.388
	Rayon	4500.000 m			
	Sommet Absc.	6149.812 m			
	Sommet Alt.	58.368 m			
	Pente	0.66 %			
Pente 38	Pente	0.66 %	86.580	6179.423	58.465

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abcisse	Altitude	
Parabole 37	Pente	0.66 %	6266.004	59.035	
	Rayon	-7000.000 m			
	Sommet Absc.	6312.065 m			
	Sommet Alt.	59.186 m			
	Pente	-0.60 %			
Pente 39	Pente	-0.60 %	204.260	6353.981	59.061
				6558.241	57.838
Longueur totale de l'axe 6558.241 mètre(s)					

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	52.391	52.808	108.588	36391.506	60431.671	2.50	-2.50
P.2	25.000	Droite 1	Parabole 1	52.529	52.650	108.588	36394.868	60456.444	2.50	-2.50
P.3	50.000	Droite 1	Parabole 1	52.245	52.568	108.588	36398.231	60481.217	2.50	-2.50
P.4	75.000	Droite 1	Parabole 1	52.227	52.626	108.588	36401.593	60505.990	2.50	-2.50
P.5	100.000	Droite 1	Parabole 2	52.171	52.654	108.588	36404.955	60530.763	2.50	-2.50
P.6	125.000	Droite 1	Parabole 3	52.337	52.532	108.588	36408.317	60555.536	2.50	-2.50
P.7	150.000	Droite 1	Pente 4	52.322	52.573	108.588	36411.679	60580.308	2.50	-2.50
P.8	175.000	Droite 1	Parabole 4	52.252	52.674	108.588	36415.042	60605.081	2.50	-2.50
P.9	200.000	Droite 1	Pente 5	52.091	52.591	108.588	36418.404	60629.854	2.50	-2.50
P.10	225.000	Droite 1	Parabole 5	52.065	52.491	108.588	36421.766	60654.627	2.50	-2.50
P.11	250.000	Droite 1	Parabole 6	52.174	52.621	108.588	36425.128	60679.400	2.50	-2.50
P.12	275.000	Droite 1	Parabole 6	52.058	52.735	108.588	36428.491	60704.173	2.50	-2.50
P.13	300.000	Droite 1	Parabole 6	52.217	52.693	108.588	36431.853	60728.946	2.50	-2.50
P.14	325.000	Droite 1	Pente 7	52.004	52.503	108.588	36435.215	60753.719	2.50	-2.50
P.15	350.000	Droite 1	Parabole 7	51.932	52.290	108.588	36438.577	60778.491	2.50	-2.50
P.16	375.000	Droite 1	Parabole 7	51.828	52.180	108.588	36441.940	60803.264	2.50	-2.50
P.17	400.000	Droite 1	Parabole 7	51.738	52.196	108.588	36445.302	60828.037	2.50	-2.50
P.18	425.000	Droite 1	Pente 8	51.704	52.319	108.588	36448.664	60852.810	2.50	-2.50
P.19	450.000	Droite 1	Parabole 8	51.957	52.432	108.588	36452.026	60877.583	2.50	-2.50
P.20	475.000	Droite 1	Parabole 8	51.825	52.427	108.588	36455.389	60902.356	2.50	-2.50
P.21	500.000	Droite 1	Parabole 9	51.940	52.301	108.588	36458.751	60927.129	2.50	-2.50
P.22	525.000	Droite 1	Parabole 9	52.123	52.254	108.588	36462.113	60951.902	2.50	-2.50
P.23	550.000	Droite 1	Pente 10	52.179	52.368	108.588	36465.475	60976.674	2.50	-2.50
P.24	575.000	Droite 1	Pente 10	52.313	52.493	108.588	36468.837	61001.447	2.50	-2.50
P.25	600.000	Droite 1	Pente 10	52.305	52.618	108.588	36472.200	61026.220	2.50	-2.50
P.26	625.000	Droite 1	Pente 10	52.375	52.743	108.588	36475.562	61050.993	2.50	-2.50
P.27	650.000	Droite 1	Pente 10	52.338	52.868	108.588	36478.924	61075.766	2.50	-2.50
P.28	675.000	Droite 1	Pente 10	52.371	52.993	108.588	36482.286	61100.539	2.50	-2.50
P.29	700.000	Droite 1	Pente 10	52.417	53.118	108.588	36485.649	61125.312	2.50	-2.50
P.30	725.000	Droite 1	Pente 10	52.732	53.243	108.588	36489.011	61150.085	2.50	-2.50
P.31	750.000	Droite 1	Pente 10	52.758	53.368	108.588	36492.373	61174.857	2.50	-2.50
P.32	775.000	Droite 1	Pente 10	52.594	53.493	108.588	36495.735	61199.630	2.50	-2.50
P.33	800.000	Droite 1	Pente 10	52.716	53.618	108.588	36499.098	61224.403	2.50	-2.50
P.34	825.000	Droite 1	Pente 11	52.838	53.707	108.588	36502.460	61249.176	2.50	-2.50
P.35	850.000	Droite 1	Pente 11	53.284	53.784	108.588	36505.822	61273.949	2.50	-2.50
P.36	875.000	Droite 1	Pente 11	52.945	53.861	108.588	36509.184	61298.722	2.50	-2.50
P.37	900.000	Droite 1	Pente 11	53.540	53.938	108.588	36512.547	61323.495	2.50	-2.50
P.38	925.000	Droite 1	Pente 11	53.091	54.015	108.588	36515.909	61348.268	2.50	-2.50
P.39	950.000	Droite 1	Pente 11	53.322	54.092	108.588	36519.271	61373.040	2.50	-2.50
P.40	975.000	Droite 1	Pente 11	53.423	54.168	108.588	36522.633	61397.813	2.50	-2.50
P.41	1000.000	Droite 1	Pente 11	53.609	54.245	108.588	36525.995	61422.586	2.50	-2.50
P.42	1025.000	Droite 1	Pente 11	53.582	54.322	108.588	36529.358	61447.359	2.50	-2.50
P.43	1050.000	Droite 1	Pente 11	53.821	54.399	108.588	36532.720	61472.132	2.50	-2.50
P.44	1075.000	Droite 1	Pente 11	53.943	54.476	108.588	36536.082	61496.905	2.50	-2.50
P.45	1100.000	Droite 1	Pente 11	53.761	54.553	108.588	36539.444	61521.678	2.50	-2.50
P.46	1125.000	Droite 1	Parabole 10	54.039	54.628	108.588	36542.807	61546.451	2.50	-2.50
P.47	1150.000	Droite 1	Parabole 10	54.088	54.636	108.588	36546.169	61571.223	2.50	-2.50
P.48	1175.000	Droite 1	Pente 12	54.091	54.548	108.588	36549.531	61595.996	2.50	-2.50
P.49	1200.000	Droite 1	Parabole 11	54.106	54.421	108.588	36552.893	61620.769	2.50	-2.50
P.50	1225.000	Droite 1	Parabole 11	54.134	54.390	108.588	36556.256	61645.542	2.50	-2.50
P.51	1250.000	Droite 1	Pente 13	54.003	54.458	108.588	36559.618	61670.315	2.50	-2.50
P.52	1275.000	Droite 1	Pente 13	54.307	54.528	108.588	36562.980	61695.088	2.50	-2.50
P.53	1300.000	Droite 1	Pente 13	54.104	54.597	108.588	36566.342	61719.861	2.50	-2.50
P.54	1325.000	Droite 1	Pente 13	54.192	54.667	108.588	36569.705	61744.634	2.50	-2.50
P.55	1350.000	Droite 1	Pente 13	54.005	54.736	108.588	36573.067	61769.406	2.50	-2.50
P.56	1375.000	Droite 1	Pente 13	54.144	54.806	108.588	36576.429	61794.179	2.50	-2.50
P.57	1400.000	Droite 1	Pente 13	54.269	54.875	108.588	36579.791	61818.952	2.50	-2.50
P.58	1425.000	Droite 1	Pente 13	54.394	54.945	108.588	36583.153	61843.725	2.50	-2.50
P.59	1450.000	Droite 1	Parabole 12	54.422	55.011	108.588	36586.516	61868.498	2.50	-2.50

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	1475.000	Droite 1	Parabole 12	54.374	55.023	108.588	36589.878	61893.271	2.50	-2.50
P.61	1500.000	Droite 1	Pente 14	54.311	54.968	108.588	36593.240	61918.044	2.50	-2.50
P.62	1525.000	Droite 1	Pente 14	54.345	54.893	108.588	36596.602	61942.817	2.50	-2.50
P.63	1550.000	Droite 1	Parabole 13	54.318	54.830	108.588	36599.965	61967.589	2.50	-2.50
P.64	1575.000	Droite 1	Parabole 13	54.172	54.845	108.588	36603.327	61992.362	2.50	-2.50
P.65	1600.000	Droite 1	Pente 15	54.073	54.948	108.588	36606.689	62017.135	2.50	-2.50
P.66	1625.000	Droite 1	Pente 15	54.057	55.082	108.588	36610.051	62041.908	2.50	-2.50
P.67	1650.000	Droite 1	Pente 15	54.148	55.216	108.588	36613.414	62066.681	2.50	-2.50
P.68	1675.000	Droite 1	Pente 15	54.190	55.350	108.588	36616.776	62091.454	2.50	-2.50
P.69	1700.000	Droite 1	Pente 15	54.188	55.484	108.588	36620.138	62116.227	2.50	-2.50
P.70	1725.000	Droite 1	Pente 15	53.991	55.619	108.588	36623.500	62141.000	2.50	-2.50
P.71	1750.000	Droite 1	Parabole 14	54.187	55.746	108.588	36626.863	62165.772	2.50	-2.50
P.72	1775.000	Droite 1	Parabole 14	54.427	55.799	108.588	36630.225	62190.545	2.50	-2.50
P.73	1800.000	Droite 1	Pente 16	54.735	55.764	108.588	36633.587	62215.318	2.50	-2.50
P.74	1825.000	Droite 1	Pente 16	55.321	55.689	108.588	36636.949	62240.091	2.50	-2.50
P.75	1850.000	Droite 1	Pente 16	54.554	55.614	108.588	36640.311	62264.864	2.50	-2.50
P.76	1875.000	Droite 1	Pente 16	55.201	55.539	108.588	36643.674	62289.637	2.50	-2.50
P.77	1900.000	Droite 1	Parabole 15	55.225	55.473	108.588	36647.036	62314.410	2.50	-2.50
P.78	1925.000	Droite 1	Parabole 15	55.181	55.482	108.588	36650.398	62339.183	2.50	-2.50
P.79	1950.000	Droite 1	Pente 17	55.144	55.554	108.588	36653.760	62363.955	2.50	-2.50
P.80	1975.000	Droite 1	Pente 17	55.176	55.629	108.588	36657.123	62388.728	2.50	-2.50
P.81	2000.000	Droite 1	Pente 17	55.133	55.704	108.588	36660.485	62413.501	2.50	-2.50
P.82	2025.000	Droite 1	Pente 17	54.850	55.779	108.588	36663.847	62438.274	2.50	-2.50
P.83	2050.000	Droite 1	Parabole 16	55.043	55.842	108.588	36667.209	62463.047	2.50	-2.50
P.84	2075.000	Droite 1	Parabole 16	55.204	55.835	108.588	36670.572	62487.820	2.50	-2.50
P.85	2100.000	Droite 1	Pente 18	55.225	55.766	108.588	36673.934	62512.593	2.50	-2.50
P.86	2125.000	Droite 1	Pente 18	55.129	55.691	108.588	36677.296	62537.366	2.50	-2.50
P.87	2150.000	Droite 1	Pente 18	55.135	55.616	108.588	36680.658	62562.138	2.50	-2.50
P.88	2175.000	Droite 1	Pente 18	55.106	55.541	108.588	36684.021	62586.911	2.50	-2.50
P.89	2200.000	Droite 1	Parabole 17	55.218	55.510	108.588	36687.383	62611.684	2.50	-2.50
P.90	2225.000	Droite 1	Parabole 17	55.256	55.568	108.588	36690.745	62636.457	2.50	-2.50
P.91	2250.000	Droite 1	Pente 19	55.462	55.716	108.588	36694.107	62661.230	2.50	-2.50
P.92	2275.000	Droite 1	Pente 19	55.483	55.902	108.588	36697.469	62686.003	2.50	-2.50
P.93	2300.000	Droite 1	Pente 19	55.677	56.089	108.588	36700.832	62710.776	2.50	-2.50
P.94	2325.000	Droite 1	Pente 19	55.825	56.275	108.588	36704.194	62735.549	2.50	-2.50
P.95	2350.000	Droite 1	Pente 19	55.883	56.462	108.588	36707.556	62760.321	2.50	-2.50
P.96	2375.000	Droite 1	Pente 19	55.919	56.649	108.588	36710.918	62785.094	2.50	-2.50
P.97	2400.000	Droite 1	Pente 20	56.482	56.813	108.588	36714.281	62809.867	2.50	-2.50
P.98	2425.000	Droite 1	Pente 20	56.100	56.945	108.588	36717.643	62834.640	2.50	-2.50
P.99	2450.000	Droite 1	Pente 20	56.190	57.077	108.588	36721.005	62859.413	2.50	-2.50
P.100	2475.000	Droite 1	Pente 20	56.054	57.210	108.588	36724.367	62884.186	2.50	-2.50
P.101	2500.000	Droite 1	Pente 20	56.215	57.342	108.588	36727.730	62908.959	2.50	-2.50
P.102	2525.000	Droite 1	Pente 20	56.083	57.474	108.588	36731.092	62933.732	2.50	-2.50
P.103	2550.000	Droite 1	Pente 20	56.041	57.606	108.588	36734.454	62958.504	2.50	-2.50
P.104	2575.000	Droite 1	Pente 20	56.124	57.739	108.588	36737.816	62983.277	2.50	-2.50
P.105	2600.000	Droite 1	Pente 20	56.084	57.871	108.588	36741.179	63008.050	2.50	-2.50
P.106	2625.000	Droite 1	Pente 20	56.243	58.003	108.588	36744.541	63032.823	2.50	-2.50
P.107	2650.000	Droite 1	Pente 20	56.367	58.135	108.588	36747.903	63057.596	2.50	-2.50
P.108	2675.000	Droite 1	Parabole 19	56.300	58.235	108.588	36751.265	63082.369	2.50	-2.50
P.109	2700.000	Droite 1	Parabole 19	56.690	58.264	108.588	36754.627	63107.142	2.50	-2.50
P.110	2725.000	Droite 1	Parabole 19	56.740	58.225	108.588	36757.990	63131.915	2.50	-2.50
P.111	2750.000	Droite 1	Parabole 19	56.667	58.116	108.588	36761.352	63156.687	2.50	-2.50
P.112	2775.000	Droite 1	Pente 21	56.357	57.972	108.588	36764.714	63181.460	2.50	-2.50
P.113	2800.000	Droite 1	Pente 21	56.509	57.827	108.588	36768.076	63206.233	2.50	-2.50
P.114	2825.000	Droite 1	Pente 21	56.795	57.683	108.588	36771.439	63231.006	2.50	-2.50
P.115	2850.000	Droite 1	Pente 21	56.649	57.539	108.588	36774.801	63255.779	2.50	-2.50
P.116	2875.000	Droite 1	Pente 21	56.547	57.394	108.588	36778.163	63280.552	2.50	-2.50
P.117	2900.000	Droite 1	Parabole 20	56.634	57.260	108.588	36781.525	63305.325	2.50	-2.50
P.118	2925.000	Droite 1	Parabole 20	56.529	57.182	108.588	36784.888	63330.098	2.50	-2.50
P.119	2950.000	Droite 1	Parabole 20	56.567	57.167	108.588	36788.250	63354.870	2.50	-2.50
P.120	2975.000	Droite 1	Parabole 20	56.724	57.214	108.588	36791.612	63379.643	2.50	-2.50
P.121	3000.000	Droite 1	Pente 22	56.725	57.321	108.588	36794.974	63404.416	2.50	-2.50
P.122	3025.000	Droite 1	Pente 22	56.756	57.446	108.588	36798.337	63429.189	2.50	-2.50

Dédoublment RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.123	3050.000	Droite 1	Pente 22	56.714	57.572	108.588	36801.699	63453.962	2.50	-2.50
P.124	3075.000	Droite 1	Pente 22	56.183	57.697	108.588	36805.061	63478.735	2.50	-2.50
P.125	3100.000	Droite 1	Pente 22	56.734	57.822	108.588	36808.423	63503.508	2.50	-2.50
P.126	3125.000	Droite 1	Parabole 21	56.713	57.896	108.588	36811.785	63528.281	2.50	-2.50
P.127	3150.000	Droite 1	Parabole 21	56.898	57.865	108.588	36815.148	63553.053	2.50	-2.50
P.128	3175.000	Droite 1	Pente 23	56.538	57.739	108.588	36818.510	63577.826	1.27	-2.50
P.129	3200.000	Clothoïde 1	Pente 23	56.531	57.595	108.592	36821.872	63602.599	-0.51	-2.50
P.130	3225.000	Clothoïde 1	Pente 23	56.601	57.450	109.861	36825.410	63627.347	-2.30	-2.50
P.131	3250.000	Arc 1	Pente 23	56.726	57.306	112.906	36829.835	63651.950	-3.29	-3.29
P.132	3275.000	Clothoïde 2	Pente 23	56.646	57.161	115.135	36835.367	63676.329	-2.01	-2.50
P.133	3300.000	Droite 2	Parabole 22	56.409	57.031	115.410	36841.342	63700.604	-0.22	-2.50
P.134	3325.000	Droite 2	Parabole 22	56.576	56.981	115.410	36847.335	63724.875	1.56	-2.50
P.135	3350.000	Droite 2	Parabole 22	56.676	57.021	115.410	36853.327	63749.147	2.50	-2.50
P.136	3375.000	Droite 2	Pente 24	56.607	57.143	115.410	36859.320	63773.418	2.50	-2.50
P.137	3400.000	Droite 2	Pente 24	56.605	57.280	115.410	36865.312	63797.689	2.50	-2.50
P.138	3425.000	Droite 2	Pente 24	56.621	57.418	115.410	36871.305	63821.960	2.50	-2.50
P.139	3450.000	Droite 2	Pente 24	56.593	57.555	115.410	36877.297	63846.231	2.50	-2.50
P.140	3475.000	Droite 2	Pente 24	56.727	57.693	115.410	36883.290	63870.503	2.50	-2.50
P.141	3500.000	Droite 2	Pente 24	56.770	57.830	115.410	36889.282	63894.774	2.50	-2.50
P.142	3525.000	Droite 2	Pente 24	56.720	57.968	115.410	36895.274	63919.045	2.50	-2.50
P.143	3550.000	Droite 2	Pente 24	56.522	58.105	115.410	36901.267	63943.316	2.50	-2.50
P.144	3575.000	Droite 2	Pente 24	56.245	58.243	115.410	36907.259	63967.587	2.50	-2.50
P.145	3600.000	Droite 2	Parabole 23	55.961	58.347	115.410	36913.252	63991.858	2.50	-2.50
P.146	3625.000	Droite 2	Parabole 23	56.128	58.373	115.410	36919.244	64016.130	2.50	-2.50
P.147	3650.000	Droite 2	Parabole 23	55.637	58.321	115.410	36925.237	64040.401	2.50	-2.50
P.148	3675.000	Droite 2	Parabole 23	56.014	58.190	115.410	36931.229	64064.672	2.50	-2.50
P.149	3700.000	Droite 2	Pente 25	55.953	58.018	115.410	36937.222	64088.943	2.50	-2.50
P.150	3725.000	Droite 2	Pente 25	56.113	57.846	115.410	36943.214	64113.214	2.50	-2.50
P.151	3750.000	Droite 2	Pente 25	55.981	57.673	115.410	36949.207	64137.486	2.50	-2.50
P.152	3775.000	Droite 2	Pente 25	55.987	57.501	115.410	36955.199	64161.757	2.50	-2.50
P.153	3800.000	Droite 2	Pente 25	55.990	57.328	115.410	36961.192	64186.028	2.50	-2.50
P.154	3825.000	Droite 2	Pente 25	56.240	57.156	115.410	36967.184	64210.299	2.50	-2.50
P.155	3850.000	Droite 2	Pente 25	56.211	56.983	115.410	36973.177	64234.570	2.50	-2.50
P.156	3875.000	Droite 2	Pente 25	56.092	56.811	115.410	36979.169	64258.842	2.50	-2.50
P.157	3900.000	Droite 2	Pente 25	56.203	56.638	115.410	36985.162	64283.113	2.50	-2.50
P.158	3925.000	Droite 2	Parabole 24	56.092	56.480	115.410	36991.154	64307.384	2.50	-2.50
P.159	3950.000	Droite 2	Parabole 24	55.880	56.453	115.410	36997.146	64331.655	2.50	-2.50
P.160	3975.000	Droite 2	Pente 26	56.116	56.566	115.410	37003.139	64355.926	2.50	-2.50
P.161	4000.000	Droite 2	Pente 26	55.958	56.701	115.410	37009.131	64380.197	2.50	-2.50
P.162	4025.000	Droite 2	Pente 26	55.946	56.837	115.410	37015.124	64404.469	2.50	-2.50
P.163	4050.000	Droite 2	Parabole 25	55.952	56.961	115.410	37021.116	64428.740	2.50	-2.50
P.164	4075.000	Droite 2	Parabole 25	55.923	56.981	115.410	37027.109	64453.011	2.50	-2.50
P.165	4100.000	Droite 2	Pente 27	55.948	56.879	115.410	37033.101	64477.282	2.50	-2.50
P.166	4125.000	Droite 2	Pente 27	55.869	56.739	115.410	37039.094	64501.553	2.50	-2.50
P.167	4150.000	Droite 2	Pente 27	56.322	56.599	115.410	37045.086	64525.825	2.50	-2.50
P.168	4175.000	Droite 2	Parabole 26	56.271	56.460	115.410	37051.079	64550.096	2.50	-2.50
P.169	4200.000	Droite 2	Parabole 26	56.436	56.367	115.410	37057.071	64574.367	2.50	-2.50
P.170	4225.000	Droite 2	Parabole 26	56.446	56.353	115.410	37063.064	64598.638	2.50	-2.50
P.171	4250.000	Droite 2	Parabole 26	56.450	56.418	115.410	37069.056	64622.909	2.50	-2.50
P.172	4275.000	Droite 2	Parabole 26	56.316	56.560	115.410	37075.049	64647.180	2.50	-2.50
P.173	4300.000	Droite 2	Pente 28	56.209	56.749	115.410	37081.041	64671.452	2.50	-2.50
P.174	4325.000	Droite 2	Pente 28	56.167	56.939	115.410	37087.034	64695.723	2.50	-2.50
P.175	4350.000	Droite 2	Pente 28	55.631	57.129	115.410	37093.026	64719.994	2.50	-2.50
P.176	4375.000	Droite 2	Pente 28	55.737	57.319	115.410	37099.018	64744.265	2.50	-2.50
P.177	4400.000	Droite 2	Parabole 27	55.967	57.509	115.410	37105.011	64768.536	2.50	-2.50
P.178	4425.000	Droite 2	Parabole 27	56.214	57.647	115.410	37111.003	64792.808	2.50	-2.50
P.179	4450.000	Droite 2	Parabole 27	56.154	57.696	115.410	37116.996	64817.079	2.50	-2.50
P.180	4475.000	Droite 2	Parabole 27	56.050	57.655	115.410	37122.988	64841.350	2.50	-2.50
P.181	4500.000	Droite 2	Pente 29	55.965	57.539	115.410	37128.981	64865.621	2.50	-2.50
P.182	4525.000	Droite 2	Pente 29	55.952	57.413	115.410	37134.973	64889.892	2.50	-2.50
P.183	4550.000	Droite 2	Pente 29	56.008	57.287	115.410	37140.966	64914.163	2.50	-2.50
P.184	4575.000	Droite 2	Pente 29	56.014	57.161	115.410	37146.958	64938.435	2.50	-2.50
P.185	4600.000	Droite 2	Pente 29	55.948	57.035	115.410	37152.951	64962.706	2.50	-2.50

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.186	4625.000	Droite 2	Pente 29	56.071	56.910	115.410	37158.943	64986.977	2.50	-2.50
P.187	4650.000	Droite 2	Pente 29	56.030	56.784	115.410	37164.936	65011.248	2.50	-2.50
P.188	4675.000	Droite 2	Pente 29	56.055	56.658	115.410	37170.928	65035.519	2.50	-2.50
P.189	4700.000	Droite 2	Pente 29	55.995	56.532	115.410	37176.921	65059.791	2.50	-2.50
P.190	4725.000	Droite 2	Pente 29	56.121	56.406	115.410	37182.913	65084.062	2.50	-2.50
P.191	4750.000	Droite 2	Parabole 28	56.176	56.318	115.410	37188.906	65108.333	2.50	-2.50
P.192	4775.000	Droite 2	Parabole 28	56.117	56.334	115.410	37194.898	65132.604	2.50	-2.50
P.193	4800.000	Droite 2	Pente 30	56.171	56.421	115.410	37200.890	65156.875	2.50	-2.50
P.194	4825.000	Droite 2	Pente 30	56.372	56.511	115.410	37206.883	65181.146	2.50	-2.50
P.195	4850.000	Droite 2	Pente 30	56.316	56.600	115.410	37212.875	65205.418	2.50	-2.50
P.196	4875.000	Droite 2	Pente 30	56.240	56.690	115.410	37218.868	65229.689	2.50	-2.50
P.197	4900.000	Droite 2	Pente 30	56.179	56.780	115.410	37224.860	65253.960	2.50	-2.50
P.198	4925.000	Droite 2	Pente 30	55.848	56.869	115.410	37230.853	65278.231	2.50	-2.50
P.199	4950.000	Droite 2	Pente 30	55.781	56.959	115.410	37236.845	65302.502	2.50	-2.50
P.200	4975.000	Droite 2	Pente 30	55.702	57.049	115.410	37242.838	65326.774	2.50	-2.50
P.201	5000.000	Droite 2	Pente 30	55.445	57.139	115.410	37248.830	65351.045	2.50	-2.50
P.202	5025.000	Droite 2	Pente 30	55.467	57.228	115.410	37254.823	65375.316	2.50	-2.50
P.203	5050.000	Droite 2	Pente 30	54.592	57.318	115.410	37260.815	65399.587	2.50	-2.50
P.204	5075.000	Droite 2	Pente 30	55.310	57.408	115.410	37266.808	65423.858	2.50	-2.50
P.205	5100.000	Droite 2	Pente 30	55.956	57.497	115.410	37272.800	65448.129	2.50	-2.50
P.206	5125.000	Droite 2	Pente 30	56.499	57.587	115.410	37278.793	65472.401	2.50	-2.50
P.207	5150.000	Droite 2	Pente 30	56.656	57.677	115.410	37284.785	65496.672	2.50	-2.50
P.208	5175.000	Droite 2	Pente 30	56.643	57.767	115.410	37290.778	65520.943	2.50	-2.50
P.209	5200.000	Droite 2	Pente 30	56.941	57.856	115.410	37296.770	65545.214	2.50	-2.50
P.210	5225.000	Droite 2	Pente 30	57.056	57.946	115.410	37302.762	65569.485	2.50	-2.50
P.211	5250.000	Droite 2	Pente 30	57.247	58.036	115.410	37308.755	65593.757	2.50	-2.50
P.212	5275.000	Droite 2	Pente 31	56.868	58.142	115.410	37314.747	65618.028	2.50	-2.50
P.213	5300.000	Droite 2	Pente 31	57.344	58.274	115.410	37320.740	65642.299	2.50	-2.50
P.214	5325.000	Droite 2	Pente 31	57.626	58.405	115.410	37326.732	65666.570	2.50	-2.50
P.215	5350.000	Droite 2	Pente 31	57.464	58.537	115.410	37332.725	65690.841	2.50	-2.50
P.216	5375.000	Droite 2	Pente 31	57.843	58.669	115.410	37338.717	65715.112	2.50	-2.50
P.217	5400.000	Droite 2	Pente 31	57.787	58.800	115.410	37344.710	65739.384	2.50	-2.50
P.218	5425.000	Droite 2	Pente 31	58.042	58.932	115.410	37350.702	65763.655	2.50	-2.50
P.219	5450.000	Droite 2	Pente 31	58.107	59.064	115.410	37356.695	65787.926	2.50	-2.50
P.220	5475.000	Droite 2	Pente 31	58.131	59.195	115.410	37362.687	65812.197	2.50	-2.50
P.221	5500.000	Droite 2	Parabole 30	58.243	59.306	115.410	37368.680	65836.468	2.50	-2.50
P.222	5525.000	Droite 2	Parabole 30	58.680	59.303	115.410	37374.672	65860.740	2.50	-2.50
P.223	5550.000	Droite 2	Pente 32	58.287	59.176	115.410	37380.665	65885.011	1.69	-2.50
P.224	5575.000	Droite 2	Pente 32	58.308	58.997	115.410	37386.657	65909.282	-0.09	-2.50
P.225	5600.000	Clothoïde 3	Parabole 31	58.140	58.819	116.251	37392.742	65933.530	-1.88	-2.50
P.226	5625.000	Arc 2	Parabole 31	57.942	58.693	118.501	37399.477	65957.604	-2.50	-2.50
P.227	5650.000	Arc 2	Parabole 31	58.041	58.671	120.775	37407.066	65981.423	-2.50	-2.50
P.228	5675.000	Arc 2	Parabole 31	58.094	58.754	123.048	37415.502	66004.955	-2.50	-2.50
P.229	5700.000	Arc 2	Parabole 32	58.142	58.926	125.322	37424.772	66028.172	-2.50	-2.50
P.230	5725.000	Arc 2	Parabole 32	58.143	59.070	127.596	37434.865	66051.042	-2.50	-2.50
P.231	5750.000	Arc 2	Parabole 32	58.359	59.145	129.869	37445.769	66073.538	-2.50	-2.50
P.232	5775.000	Clothoïde 4	Parabole 32	58.493	59.150	132.111	37457.468	66095.630	-2.50	-2.50
P.233	5800.000	Droite 3	Parabole 32	58.293	59.086	132.910	37469.747	66117.407	-0.78	-2.50
P.234	5825.000	Droite 3	Pente 34	58.382	58.965	132.910	37482.102	66139.140	1.01	-2.50
P.235	5850.000	Droite 3	Pente 34	58.496	58.838	132.910	37494.458	66160.873	2.50	-2.50
P.236	5875.000	Droite 3	Pente 34	58.434	58.711	132.910	37506.814	66182.606	2.50	-2.50
P.237	5900.000	Droite 3	Pente 34	58.400	58.584	132.910	37519.170	66204.340	2.50	-2.50
P.238	5925.000	Droite 3	Pente 34	58.316	58.457	132.910	37531.525	66226.073	2.50	-2.50
P.239	5950.000	Droite 3	Pente 35	58.288	58.347	132.910	37543.881	66247.806	2.50	-2.50
P.240	5975.000	Droite 3	Pente 35	58.085	58.257	132.910	37556.237	66269.540	2.50	-2.50
P.241	6000.000	Droite 3	Parabole 34	58.114	58.201	132.910	37568.592	66291.273	2.50	-2.50
P.242	6025.000	Droite 3	Parabole 34	58.013	58.248	132.910	37580.948	66313.006	2.50	-2.50
P.243	6050.000	Droite 3	Pente 36	58.161	58.348	132.910	37593.304	66334.740	2.50	-2.50
P.244	6075.000	Droite 3	Parabole 35	58.057	58.447	132.910	37605.659	66356.473	2.50	-2.50
P.245	6100.000	Droite 3	Parabole 35	58.103	58.481	132.910	37618.015	66378.206	2.50	-2.50
P.246	6125.000	Droite 3	Pente 37	58.036	58.422	132.910	37630.371	66399.940	2.50	-2.50
P.247	6150.000	Droite 3	Parabole 36	58.129	58.368	132.910	37642.726	66421.673	2.50	-2.50
P.248	6175.000	Droite 3	Parabole 36	58.301	58.438	132.910	37655.082	66443.406	2.50	-2.50

Dédoublment RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.249	6200.000	Droite 3	Pente 38	58.402	58.600	132.910	37667.438	66465.140	2.50	-2.50
P.250	6225.000	Droite 3	Pente 38	58.022	58.765	132.910	37679.793	66486.873	2.50	-2.50
P.251	6250.000	Droite 3	Pente 38	58.274	58.929	132.910	37692.149	66508.606	2.50	-2.50
P.252	6275.000	Droite 3	Parabole 37	57.772	59.088	132.910	37704.505	66530.340	2.50	-2.50
P.253	6300.000	Droite 3	Parabole 37	57.769	59.176	132.910	37716.860	66552.073	2.50	-2.50
P.254	6325.000	Droite 3	Parabole 37	57.624	59.174	132.910	37729.216	66573.806	2.50	-2.50
P.255	6350.000	Droite 3	Parabole 37	57.511	59.083	132.910	37741.572	66595.539	2.50	-2.50
P.256	6375.000	Droite 3	Pente 39	57.426	58.935	132.910	37753.928	66617.273	2.50	-2.50
P.257	6400.000	Droite 3	Pente 39	57.294	58.785	132.910	37766.283	66639.006	2.50	-2.50
P.258	6425.000	Droite 3	Pente 39	57.473	58.635	132.910	37778.639	66660.739	2.50	-2.50
P.259	6450.000	Droite 3	Pente 39	57.193	58.486	132.910	37790.995	66682.473	2.50	-2.50
P.260	6475.000	Droite 3	Pente 39	57.551	58.336	132.910	37803.350	66704.206	2.50	-2.50
P.261	6500.000	Droite 3	Pente 39	57.546	58.186	132.910	37815.706	66725.939	2.50	-2.50
P.262	6525.000	Droite 3	Pente 39	57.592	58.037	132.910	37828.062	66747.673	2.50	-2.50
P.263	6550.000	Droite 3	Pente 39	57.689	57.887	132.910	37840.417	66769.406	2.50	-2.50

Cubatures Déblai Remblai

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	0.000	12.50	4.73	0.03	59.119	0.346	59	0
P.2	25.000	25.00	9.76	0.05	243.928	1.373	303	2
P.3	50.000	25.00	11.80	0.06	295.085	1.382	598	3
P.4	75.000	25.00	7.31	0.05	182.744	1.312	781	4
P.5	100.000	25.00	7.90	0.05	197.406	1.313	978	6
P.6	125.000	25.00	15.84	0.05	396.020	1.204	1374	7
P.7	150.000	25.00	7.23	0.06	180.698	1.461	1555	8
P.8	175.000	25.00	6.05	0.06	151.200	1.461	1706	10
P.9	200.000	25.00	8.82	0.06	220.609	1.447	1927	11
P.10	225.000	25.00	10.79	0.06	269.851	1.447	2197	13
P.11	250.000	25.00	6.36	0.06	159.115	1.382	2356	14
P.12	275.000	25.00	5.02	0.05	125.426	1.192	2481	15
P.13	300.000	25.00	7.03	0.06	175.669	1.394	2657	17
P.14	325.000	25.00	9.49	0.05	237.157	1.317	2894	18
P.15	350.000	25.00	12.85	0.05	321.317	1.203	3215	19
P.16	375.000	25.00	12.30	0.05	307.443	1.295	3523	21
P.17	400.000	25.00	10.05	0.09	251.143	2.156	3774	23
P.18	425.000	25.00	12.42	0.05	310.504	1.227	4084	24
P.19	450.000	25.00	8.27	0.06	206.683	1.502	4291	25
P.20	475.000	25.00	5.15	0.06	128.698	1.476	4420	27
P.21	500.000	25.00	11.36	0.05	284.065	1.227	4704	28
P.22	525.000	25.00	11.11	0.06	277.771	1.478	4982	30
P.23	550.000	25.00	10.18	0.06	254.601	1.491	5236	31
P.24	575.000	25.00	18.65	0.05	466.254	1.239	5703	32
P.25	600.000	25.00	13.13	0.05	328.355	1.255	6031	34
P.26	625.000	25.00	10.51	0.05	262.683	1.236	6294	35
P.27	650.000	25.00	6.52	0.05	163.111	1.278	6457	36
P.28	675.000	25.00	4.57	0.06	114.174	1.461	6571	38
P.29	700.000	25.00	2.82	0.06	70.413	1.517	6641	39
P.30	725.000	25.00	2.63	1.39	65.662	34.760	6707	74
P.31	750.000	25.00	2.61	1.40	65.375	35.018	6772	109
P.32	775.000	25.00	1.81	2.26	45.218	56.623	6818	165
P.33	800.000	25.00	1.70	2.57	42.541	64.336	6860	230
P.34	825.000	25.00	1.47	2.11	36.821	52.667	6897	282
P.35	850.000	25.00	2.91	0.46	72.738	11.586	6970	294
P.36	875.000	25.00	1.26	0.78	31.620	19.456	7001	314
P.37	900.000	25.00	3.38	0.44	84.577	10.891	7086	324
P.38	925.000	25.00	1.40	1.03	34.930	25.769	7121	350
P.39	950.000	25.00	2.29	0.06	57.296	1.577	7178	352
P.40	975.000	25.00	2.25	0.09	56.201	2.171	7234	354
P.41	1000.000	25.00	4.66	0.05	116.538	1.356	7351	355
P.42	1025.000	25.00	4.13	0.05	103.214	1.365	7454	357
P.43	1050.000	25.00	5.00	0.06	125.121	1.409	7579	358
P.44	1075.000	25.00	4.73	0.06	118.292	1.444	7697	359
P.45	1100.000	25.00	3.70	0.06	92.511	1.480	7790	361
P.46	1125.000	25.00	6.21	0.05	155.355	1.369	7945	362
P.47	1150.000	25.00	4.36	0.06	108.973	1.391	8054	364
P.48	1175.000	25.00	6.59	0.06	164.842	1.504	8219	365
P.49	1200.000	25.00	12.26	0.05	306.545	1.208	8526	366
P.50	1225.000	25.00	15.64	0.05	391.005	1.204	8917	368
P.51	1250.000	25.00	7.35	0.06	183.793	1.426	9100	369
P.52	1275.000	25.00	12.52	0.05	312.903	1.152	9413	370
P.53	1300.000	25.00	6.20	0.06	155.062	1.484	9568	372
P.54	1325.000	25.00	5.52	0.06	137.955	1.471	9706	373
P.55	1350.000	25.00	4.55	0.06	113.667	1.475	9820	375
P.56	1375.000	25.00	4.35	0.06	108.800	1.466	9929	376
P.57	1400.000	25.00	5.16	0.06	129.121	1.469	10058	378
P.58	1425.000	25.00	5.52	0.06	138.018	1.467	10196	379
P.59	1450.000	25.00	4.70	0.06	117.433	1.480	10313	381

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.60	1475.000	25.00	4.92	0.06	122.950	1.426	10436	382
P.61	1500.000	25.00	4.00	0.06	100.058	1.452	10536	383
P.62	1525.000	25.00	5.62	0.06	140.405	1.452	10677	385
P.63	1550.000	25.00	4.98	0.06	124.539	1.504	10801	386
P.64	1575.000	25.00	4.15	0.06	103.699	1.491	10905	388
P.65	1600.000	25.00	2.28	0.06	56.906	1.470	10962	389
P.66	1625.000	25.00	0.67	0.43	16.847	10.767	10979	400
P.67	1650.000	25.00	0.32	3.37	7.924	84.299	10987	484
P.68	1675.000	25.00	0.42	8.47	10.583	211.747	10997	696
P.69	1700.000	25.00	0.00	7.55	0.000	188.856	10997	885
P.70	1725.000	25.00	0.00	11.17	0.000	279.277	10997	1164
P.71	1750.000	25.00	0.00	9.28	0.000	231.883	10997	1396
P.72	1775.000	25.00	0.00	8.05	0.000	201.193	10997	1597
P.73	1800.000	25.00	0.40	3.54	10.040	88.501	11007	1686
P.74	1825.000	25.00	5.46	0.06	136.560	1.396	11144	1687
P.75	1850.000	25.00	0.96	3.61	24.091	90.161	11168	1777
P.76	1875.000	25.00	13.10	0.05	327.521	1.186	11495	1779
P.77	1900.000	25.00	8.55	0.06	213.694	1.464	11709	1780
P.78	1925.000	25.00	8.31	0.06	207.698	1.466	11917	1782
P.79	1950.000	25.00	7.44	0.06	185.965	1.478	12103	1783
P.80	1975.000	25.00	6.66	0.06	166.471	1.464	12269	1784
P.81	2000.000	25.00	3.84	0.06	96.117	1.433	12365	1786
P.82	2025.000	25.00	1.35	3.24	33.722	80.931	12399	1867
P.83	2050.000	25.00	2.19	0.07	54.838	1.660	12454	1869
P.84	2075.000	25.00	2.00	1.51	50.000	37.633	12504	1906
P.85	2100.000	25.00	4.21	0.06	105.272	1.401	12609	1908
P.86	2125.000	25.00	4.64	0.06	116.117	1.438	12725	1909
P.87	2150.000	25.00	4.10	0.06	102.500	1.555	12828	1911
P.88	2175.000	25.00	5.32	0.06	133.095	1.409	12961	1912
P.89	2200.000	25.00	14.29	0.05	357.286	1.234	13318	1913
P.90	2225.000	25.00	12.48	0.06	311.939	1.473	13630	1915
P.91	2250.000	25.00	7.11	0.06	177.639	1.490	13808	1916
P.92	2275.000	25.00	6.01	0.05	150.273	1.355	13958	1917
P.93	2300.000	25.00	6.55	0.06	163.693	1.386	14122	1919
P.94	2325.000	25.00	4.32	0.07	107.986	1.721	14230	1921
P.95	2350.000	25.00	3.38	0.17	84.449	4.171	14314	1925
P.96	2375.000	25.00	2.18	0.09	54.467	2.222	14369	1927
P.97	2400.000	25.00	5.38	0.80	134.520	20.076	14503	1947
P.98	2425.000	25.00	1.39	1.72	34.637	42.924	14538	1990
P.99	2450.000	25.00	1.29	4.05	32.198	101.315	14570	2091
P.100	2475.000	25.00	0.80	5.98	19.907	149.518	14590	2241
P.101	2500.000	25.00	0.50	5.35	12.432	133.790	14602	2375
P.102	2525.000	25.00	0.38	7.79	9.588	194.787	14612	2569
P.103	2550.000	25.00	0.20	10.36	4.938	259.013	14617	2828
P.104	2575.000	25.00	0.00	11.48	0.000	287.029	14617	3115
P.105	2600.000	25.00	0.00	15.87	0.000	396.796	14617	3512
P.106	2625.000	25.00	0.00	14.04	0.000	350.956	14617	3863
P.107	2650.000	25.00	0.00	16.43	0.000	410.651	14617	4274
P.108	2675.000	25.00	0.00	18.04	0.000	450.893	14617	4725
P.109	2700.000	25.00	0.00	15.16	0.000	379.023	14617	5104
P.110	2725.000	25.00	0.00	10.79	0.000	269.811	14617	5374
P.111	2750.000	25.00	0.00	9.65	0.000	241.356	14617	5615
P.112	2775.000	25.00	0.00	8.68	0.000	216.943	14617	5832
P.113	2800.000	25.00	0.91	2.18	22.810	54.611	14640	5886
P.114	2825.000	25.00	1.82	0.06	45.476	1.440	14685	5888
P.115	2850.000	25.00	2.44	0.06	61.026	1.489	14746	5889
P.116	2875.000	25.00	5.42	0.06	135.560	1.556	14882	5891
P.117	2900.000	25.00	11.33	0.05	283.205	1.335	15165	5892
P.118	2925.000	25.00	9.88	0.05	246.994	1.214	15412	5894
P.119	2950.000	25.00	5.07	0.03	126.775	0.746	15539	5894
P.120	2975.000	25.00	10.23	0.05	255.872	1.232	15795	5895
P.121	3000.000	25.00	6.21	0.03	155.172	0.713	15950	5896
P.122	3025.000	25.00	3.98	0.03	99.588	0.715	16049	5897

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.123	3050.000	25.00	1.13	2.81	28.148	70.269	16078	5967
P.124	3075.000	25.00	1.51	2.45	37.809	61.130	16115	6028
P.125	3100.000	25.00	0.49	0.70	12.238	17.573	16128	6046
P.126	3125.000	25.00	0.19	2.60	4.792	65.016	16132	6111
P.127	3150.000	25.00	1.42	0.07	35.401	1.638	16168	6113
P.128	3175.000	25.00	0.26	2.23	6.424	55.808	16174	6168
P.129	3200.000	25.00	0.60	0.73	15.036	18.332	16189	6187
P.130	3225.000	25.00	1.74	0.06	43.599	1.544	16233	6188
P.131	3250.000	25.00	4.47	0.06	111.496	1.491	16344	6190
P.132	3275.000	25.00	4.42	0.06	110.490	1.482	16455	6191
P.133	3300.000	25.00	5.95	0.07	148.689	1.710	16604	6193
P.134	3325.000	25.00	7.61	0.06	190.234	1.510	16794	6194
P.135	3350.000	25.00	10.25	0.05	256.285	1.239	17050	6196
P.136	3375.000	25.00	4.95	0.06	123.846	1.487	17174	6197
P.137	3400.000	25.00	3.84	0.06	96.094	1.493	17270	6199
P.138	3425.000	25.00	2.59	0.06	64.736	1.482	17335	6200
P.139	3450.000	25.00	1.27	1.55	31.751	38.845	17366	6239
P.140	3475.000	25.00	1.04	2.40	25.943	60.119	17392	6299
P.141	3500.000	25.00	0.04	3.24	1.091	80.894	17394	6380
P.142	3525.000	25.00	0.01	7.85	0.195	196.171	17394	6576
P.143	3550.000	25.00	0.00	13.03	0.000	325.805	17394	6902
P.144	3575.000	25.00	0.00	18.52	0.000	463.107	17394	7365
P.145	3600.000	25.00	0.00	26.43	0.000	660.826	17394	8026
P.146	3625.000	25.00	0.00	35.63	0.000	890.694	17394	8917
P.147	3650.000	25.00	0.00	32.25	0.000	806.238	17394	9723
P.148	3675.000	25.00	0.00	20.65	0.000	516.167	17394	10239
P.149	3700.000	25.00	0.00	21.50	0.000	537.529	17394	10777
P.150	3725.000	25.00	0.00	15.92	0.000	398.082	17394	11175
P.151	3750.000	25.00	0.00	11.55	0.000	288.686	17394	11463
P.152	3775.000	25.00	0.24	8.67	6.030	216.869	17400	11680
P.153	3800.000	25.00	0.44	6.69	10.996	167.266	17411	11847
P.154	3825.000	25.00	1.07	1.81	26.664	45.276	17437	11893
P.155	3850.000	25.00	1.63	0.38	40.741	9.548	17478	11902
P.156	3875.000	25.00	3.53	0.06	88.151	1.481	17566	11904
P.157	3900.000	25.00	10.27	0.05	256.781	1.288	17823	11905
P.158	3925.000	25.00	11.57	0.05	289.145	1.215	18112	11906
P.159	3950.000	25.00	6.00	0.06	149.984	1.495	18262	11908
P.160	3975.000	25.00	6.58	0.06	164.483	1.527	18427	11909
P.161	4000.000	25.00	3.58	0.06	89.587	1.531	18516	11911
P.162	4025.000	25.00	1.61	0.15	40.229	3.855	18557	11915
P.163	4050.000	25.00	0.89	1.08	22.205	26.896	18579	11942
P.164	4075.000	25.00	0.70	2.47	17.379	61.736	18596	12003
P.165	4100.000	25.00	2.40	0.06	60.105	1.507	18656	12005
P.166	4125.000	25.00	3.55	0.06	88.873	1.499	18745	12006
P.167	4150.000	25.00	7.01	0.06	175.240	1.482	18920	12008
P.168	4175.000	25.00	16.46	0.05	411.391	1.246	19332	12009
P.169	4200.000	25.00	27.55	0.05	688.815	1.210	20021	12010
P.170	4225.000	25.00	26.48	0.05	661.952	1.215	20682	12011
P.171	4250.000	25.00	21.26	0.05	531.459	1.218	21214	12013
P.172	4275.000	25.00	12.99	0.05	324.855	1.349	21539	12014
P.173	4300.000	25.00	3.34	0.06	83.457	1.463	21622	12015
P.174	4325.000	25.00	2.04	0.12	51.097	3.016	21673	12018
P.175	4350.000	25.00	1.02	6.26	25.425	156.441	21699	12175
P.176	4375.000	25.00	0.00	9.66	0.023	241.616	21699	12417
P.177	4400.000	25.00	0.00	8.74	0.000	218.471	21699	12635
P.178	4425.000	25.00	0.00	12.58	0.000	314.581	21699	12950
P.179	4450.000	25.00	0.00	13.31	0.000	332.860	21699	13282
P.180	4475.000	25.00	0.00	11.42	0.000	285.587	21699	13568
P.181	4500.000	25.00	0.00	10.45	0.000	261.300	21699	13829
P.182	4525.000	25.00	0.00	7.05	0.000	176.302	21699	14006
P.183	4550.000	25.00	0.07	3.64	1.679	91.037	21700	14097
P.184	4575.000	25.00	0.26	1.45	6.526	36.292	21707	14133
P.185	4600.000	25.00	0.52	0.78	12.947	19.395	21720	14152

Dédouement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.186	4625.000	25.00	3.44	0.06	86.111	1.477	21806	14154
P.187	4650.000	25.00	4.45	0.06	111.128	1.507	21917	14155
P.188	4675.000	25.00	5.70	0.06	142.574	1.484	22060	14157
P.189	4700.000	25.00	6.45	0.06	161.223	1.510	22221	14158
P.190	4725.000	25.00	15.06	0.05	376.529	1.244	22597	14160
P.191	4750.000	25.00	19.13	0.05	478.127	1.248	23076	14161
P.192	4775.000	25.00	14.66	0.05	366.624	1.253	23442	14162
P.193	4800.000	25.00	14.75	0.05	368.658	1.247	23811	14163
P.194	4825.000	25.00	13.19	0.05	329.689	1.248	24141	14165
P.195	4850.000	25.00	7.94	0.06	198.412	1.459	24339	14166
P.196	4875.000	25.00	6.37	0.06	159.292	1.513	24498	14168
P.197	4900.000	25.00	3.35	0.06	83.864	1.487	24582	14169
P.198	4925.000	25.00	1.87	0.37	46.789	9.165	24629	14178
P.199	4950.000	25.00	0.84	2.61	20.994	65.331	24650	14244
P.200	4975.000	25.00	0.03	5.83	0.707	145.824	24651	14389
P.201	5000.000	25.00	0.00	22.78	0.000	569.566	24651	14959
P.202	5025.000	25.00	0.00	33.40	0.000	835.073	24651	15794
P.203	5050.000	25.00	0.00	54.26	0.000	1356.552	24651	17151
P.204	5075.000	25.00	0.00	19.78	0.000	494.417	24651	17645
P.205	5100.000	25.00	0.00	8.25	0.000	206.215	24651	17851
P.206	5125.000	25.00	0.43	2.22	10.848	55.550	24661	17907
P.207	5150.000	25.00	0.91	0.68	22.837	16.984	24684	17924
P.208	5175.000	25.00	0.60	1.70	15.098	42.431	24699	17966
P.209	5200.000	25.00	1.20	1.51	30.096	37.757	24730	18004
P.210	5225.000	25.00	1.10	1.95	27.493	48.634	24757	18053
P.211	5250.000	25.00	1.48	3.08	37.034	77.113	24794	18130
P.212	5275.000	25.00	0.95	2.90	23.765	72.424	24818	18202
P.213	5300.000	25.00	1.23	2.51	30.803	62.669	24849	18265
P.214	5325.000	25.00	3.27	0.05	81.728	1.299	24930	18266
P.215	5350.000	25.00	0.20	1.65	4.893	41.153	24935	18307
P.216	5375.000	25.00	0.97	4.80	24.169	120.075	24959	18427
P.217	5400.000	25.00	1.06	3.89	26.619	97.178	24986	18524
P.218	5425.000	25.00	0.67	4.39	16.638	109.813	25003	18634
P.219	5450.000	25.00	1.16	0.80	29.074	20.113	25032	18654
P.220	5475.000	25.00	0.49	2.22	12.196	55.522	25044	18710
P.221	5500.000	25.00	1.12	3.87	27.952	96.858	25072	18807
P.222	5525.000	25.00	5.42	0.06	135.403	1.581	25207	18808
P.223	5550.000	25.00	2.20	0.06	55.092	1.487	25262	18810
P.224	5575.000	25.00	5.02	0.06	125.394	1.500	25388	18811
P.225	5600.000	25.00	5.20	0.06	129.659	1.486	25517	18813
P.226	5625.000	25.00	2.74	0.06	68.691	1.535	25586	18814
P.227	5650.000	25.00	4.61	0.06	115.520	1.553	25702	18816
P.228	5675.000	25.00	3.82	0.06	95.799	1.519	25797	18817
P.229	5700.000	25.00	3.04	0.09	76.713	2.322	25874	18820
P.230	5725.000	25.00	2.68	0.64	67.643	15.911	25942	18836
P.231	5750.000	25.00	3.17	0.06	79.631	1.472	26021	18837
P.232	5775.000	25.00	3.81	0.67	95.725	16.579	26117	18854
P.233	5800.000	25.00	2.70	0.12	67.475	3.017	26185	18857
P.234	5825.000	25.00	6.08	0.06	152.076	1.467	26337	18858
P.235	5850.000	25.00	8.33	0.05	208.279	1.320	26545	18860
P.236	5875.000	25.00	10.18	0.05	254.581	1.369	26800	18861
P.237	5900.000	25.00	10.65	0.06	266.157	1.390	27066	18862
P.238	5925.000	25.00	11.45	0.05	286.212	1.359	27352	18864
P.239	5950.000	25.00	16.35	0.05	408.742	1.198	27761	18865
P.240	5975.000	25.00	10.73	0.05	268.129	1.324	28029	18866
P.241	6000.000	25.00	14.15	0.05	353.802	1.243	28383	18867
P.242	6025.000	25.00	7.31	0.06	182.717	1.442	28565	18869
P.243	6050.000	25.00	8.05	0.05	201.309	1.285	28767	18870
P.244	6075.000	25.00	6.96	0.06	174.028	1.428	28941	18872
P.245	6100.000	25.00	7.16	0.06	179.030	1.477	29120	18873
P.246	6125.000	25.00	12.30	0.05	307.624	1.249	29427	18874
P.247	6150.000	25.00	14.42	0.05	360.612	1.251	29788	18876
P.248	6175.000	25.00	9.96	0.06	248.916	1.484	30037	18877

Dédoulement RN83 - ARP R80 2x2 voies

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.249	6200.000	25.00	8.34	0.06	208.452	1.471	30245	18878
P.250	6225.000	25.00	5.50	0.06	137.411	1.466	30383	18880
P.251	6250.000	25.00	2.17	0.19	54.363	4.729	30437	18885
P.252	6275.000	25.00	0.36	6.38	8.922	159.434	30446	19044
P.253	6300.000	25.00	0.00	11.09	0.000	277.179	30446	19321
P.254	6325.000	25.00	0.00	14.32	0.000	358.059	30446	19679
P.255	6350.000	25.00	0.00	12.96	0.000	323.947	30446	20003
P.256	6375.000	25.00	0.00	10.42	0.000	260.594	30446	20264
P.257	6400.000	25.00	0.00	8.32	0.000	207.979	30446	20472
P.258	6425.000	25.00	0.00	6.29	0.000	157.228	30446	20629
P.259	6450.000	25.00	0.20	4.93	4.893	123.202	30451	20752
P.260	6475.000	25.00	4.00	0.35	99.993	8.751	30551	20761
P.261	6500.000	25.00	5.75	0.16	143.812	4.028	30695	20765
P.262	6525.000	25.00	8.91	0.11	222.738	2.628	30917	20768
P.263	6550.000	12.50	10.94	0.06	136.755	0.773	31054	20768

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux

Matériau	Volume Cumulé
BB CHAUSSEE	6138.63
GB CHAUSSEE	14641.10
GNT 0/31.5	31607.48
TERRE VEGETALE	4538.37
TVO FDF	77851.82
TVO1	12600.64