

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 etHydraulique
Référence :...../2024



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية والري
المرجع...../2024

Mémoire de Master

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies Et Ouvrage D'art

Thème :

**Aménagement en double voie d'un tronçon routier du
CW20 Boulefries Vers Chemora (Wilaya de BATNA) avec
Modélisation d'un (Dalot)**

Etudiants :

BELOUNNAR AHMED TAKI EDINNE

ASSASSI ACHRAF MOHAMED TAHER

Encadreur :

Dr. REMADNA Med Saddek

Année universitaire : 2023 - 2024

Remerciements

Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier, et nous avoir armé par la force, le courage et la patience afin d'accomplir cette mission de formation MASTER.

*Nous remercions bien fort Notre encadreur le **Dr. REMADNA Med SADDEK**, qui nous avez confié ce travail et l'avez suivie avec compétence et rigueur.*

Nous remercions nos amis ainsi que nos collègues de MASTER avec qui nous avons passé de bon moment.

On exprime ici notre gratitude aux personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'établissement de cette mémoire.

Merci à toute et a tout ; que DIEU nous protège.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents qui n'ont cessé de me donner l'amour ainsi que le soutien illimité tout au long de mes études et à mes sœurs.

A mes professeurs, en particulier à mon encadreur

Dr. REMADNA Med SADDEK qui m'ont encouragé, par leurs recommandations m'ont aidé à construire ce travail.

A mes amis étudiant MASTER et collègues de la promotion 2024 sans exception.

Que DIEU le tout puissant nous bénisse et nous protège

BELOUNNAR AHMED TAKI EDDINE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents qui n'ont cessé de me donner l'amour ainsi que le soutien illimité tout au long de mes études et à mes frères à mes sœurs.

A mes professeurs, en particulier à mon encadreur

***Dr. REMADNA Med SADDEK** qui m'ont encouragé, par leurs recommandations m'ont aidé à construire ce travail.*

A mes amis étudiant MASTER et collègues de la promotion 2024 sans exception.

Que DIEU le tout puissant nous bénisse et nous protège

ASSASSI ACHRAF MOHAMED TAHER

Résumé

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude visant à dédoubler le CW 20 sur une distance de 13.4 km, entre les bornes kilométriques 0+696 et 14+109, nous avons concentré nos efforts pour aboutir à une étude de qualité du dédoublement de cette route afin d'assurer un tronçon routier qui garantisse la sécurité et le confort des usagers.

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de développement de la RN88 à la RN03, d'une longueur totale de 56 km, mené par la Direction des travaux publics de la wilaya de Batna.

Notre étude se présente comme suit :

- ✓ Présentation du projet et étude de Trafic.
- ✓ Etude géotechnique et dimensionnement de corps de chaussée.
- ✓ Géométrie de la route (trace en plan, profil en long, profil en travers).
- ✓ Modélisation d'un ouvrage hydraulique (DALOT)
- ✓ Signalisation verticale et horizontale.
- ✓ Évaluation financière du projet.

الخلاصة

في سياق مشروعنا للتخرج الجامعي والذي يتعلق بازدواجية الطريق الولائي CW 20 على مسافة 13.4 كيلومتر، بين علامات الكيلومتر 0+696 و 14+109، ركزنا جهودنا على إعداد دراسة عالية الجودة لازدواجية هذه الطريق حتى يمكن هذا الشطرمن الطريق أن يضمن سلامة وراحة المستخدمين.

يأتي هذا العمل في إطار مشروع تطوير RN88 إلى RN03، بطول إجمالي 56 كيلومتراً، تحت إشراف مديرية الأشغال العمومية لولاية باتنة.

تُقدم دراستنا على النحو التالي:

- ✓ تقديم المشروع ودراسة الحركة المرورية.
- ✓ الدراسة الجيو تكنولوجية وأبعاد هيكل الطريق.
- ✓ هندسة الطريق (مقطع العلوي ومقطع طولي ومقطع عرضي).
- ✓ نمذجة المنشأ الهيدروليكي (DALOT)
- ✓ إشارات المرور افقية وعمودية.
- ✓ التقييم المالي للمشروع

LISTE DES NOTATIONS

C : catégorie de la route
E : environnement de la route
Vr : vitesse de référence (de base)
 τ : le taux de croissance
R : rayon de l'axe de route
 Δd : variation de dévers
L : largeur de chaussée
R_{hm} : rayon horizontal minimal
R_{hn} : rayon horizontal normal
R_{hd} : rayon horizontal déversé
R_{hnd} : rayon horizontal non déversé
d_{max} : devers maximal
S : sur largeu
p : charge par roue
T_{eq} : température équivalent
T_{pl} : trafic de poids lourd à l'année de mise en service
CF : couche de fondation
I_{max} : déclivité maximale
TN : terrain naturel
SD : section déblai
SR : section remblai
V : volume de terrassement
T_n : est trafic à l'année n
T₀ : est trafic à l'arrivée pour l'origine
TJMA_h : le trafic à l'année horizon
TJMA₀ : le trafic à l'année de référence
N : nombre d'année
T_{eff} : trafic effective à l'année horizon
Z : pourcentage de poids lourds
P : coefficient d'équivalent
Q : débit de point horaire
Q_{sat} : débit de saturation

PL : poids lourds

K1 : coefficient lié à l'environnement

K2 : coefficient de réduction de

N : durée de vie

TJMA : trafic journalier moyen annuel

P : pourcentage de poids lourds

ICBR : indice CBR

CB : couche de base

CR : couche de roulement

RP1 : réseau principal de niveaux 1

v/j : l'unité véhicule par jour

RN : route nationale

E_{eq} : épaisseur équivalent capacité

GC : grave concassé

GNT : grave non traité

GB : grave bitume

BB : béton bitumineux

T : température

E(Mpa) : portance de sol support de chaussée

NPL : nombre de poids lourds

TPLi : classe de trafic

CBR : Californian Bearing Ratio

ε_{z.adm} : La déformation admissible sur le sol support.

ε_{t.adm} : La déformation admissible à la base de grave bitume.

PICF : Passage Inférieur à Cadre Fermé.

ES : Module d'élasticité de l'acier des armatures.

K_p : Le coefficient de poussé.

L : Longueur ou portée.

G : charges permanentes.

BAEL : Béton Armé aux Etats limites.

SOMMAIRE

CHAPITRE I. PRESENTATION DU PROJET

I.1. Présentation de la wilaya de BATNA.....	02
I.2. Présentation générale.....	03
I.3. Présentation du tronçon à étudier	04
I.4. Objectif du projet	05
I.5. Photo visite de projet sur site	06

CHAPITRE II. ETUDE DE TRAFIC

II.1. Introduction.....	07
II.2. Analyse du trafic	07
II.3. Différents types de trafic	07
II.3. 1- Trafic normal	07
II.3. 2-Trafic dévié	07
II.3. 3-Trafic induit	07
II.3. 4-Trafic total	07
II.4. Modèles de présentation de trafic	08
II.4.1- Prolongation de l'évolution passée	08
II.5. Calcul de la capacité	08
II.6. Procédure de détermination de nombre de voies	09
II.6.1-Le trafic à un horizon donné.....	09
II.6.2- Le trafic effectif (T_{eff})	09
II.6.3-Débit de pointe horaire normal	10
II.6.4- Débit horaire admissible	10
II.6.5-Détermination de nombre de voie.....	11
II.7. Application au projet	11
II.8. Conclusion	14

CHAPITRE III. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES

III.1. Introduction.....	15
III.2. Définition La chaussée	15
III.3. Les différents types de chaussée.....	15
A. Chaussée souple	16

B. Chaussée semi-rigide.....	17
C. Chaussée rigide.....	18
III.4. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée ...	20
III.5. Les Méthode de dimensionnement de corps de chaussée.....	20
A. Méthode CBR (Californien Bearing Ratio)	20
B. Méthode catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).....	22
III.6. Application au projet	26
III.7. Choix des différentes couches constituantes de la chaussée.....	29
III.7.1. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support ...	31
III.7.2. Calcul du trafic cumulé de poids lourd (TCi)	32
III.7.3. Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi)	32
III.7.4. Calcul de la déformation admissible au niveau du sol support	33
III.7.5. Calcul de la déformation admissible pour les matériaux bitumineux	33
III.7.6- Résultats de calcul par alize LCPC	33
III.8. Conclusion.....	35

CHAPITRE IV. ETUDE GEOMETRIQUE

IV.1. Tracé en plan	36
IV.1.1. Définition	36
IV.1.2. Règles à respecter dans le tracé en plan.....	36
IV.1.3. Les éléments du tracé en plan	36
IV.1.4. Les courbes de raccordement.....	41
A. Rôle et nécessité des courbes de raccordement	41
B. Types de courbe de raccordement.....	42
IV.1.5. Les conditions de raccordement.....	43
A. Condition de confort optique	43
B. Condition de confort dynamique	43
B. Condition de gauchissement.....	44
IV.1.6. Combinaison des éléments du tracé en plan	44
A. Courbe en s	44
B. Courbe à sommet	45
C. Courbe en c.....	45
D. Courbe en ovale.....	46

IV.1.7. Notion de dévers	46
IV.1.8. La vitesse de référence (de base)	48
IV.1.9- Calcul d'axe.....	48
IV.1.10- Application de projet.....	49
IV.2. Profil en long.....	50
IV.2.1. Définition	50
IV.2.2. Règle à respecter dans le tracé du profil en long.....	50
IV.2.3. Les éléments de la composition du profil en long	51
IV.2.4. Coordination du tracé en plan et profil en long	51
IV.2.5. Déclivité	52
IV.2.6. Raccordement en profil en long	53
IV.2.7. Caractéristiques des rayons en long	55
IV.2.8. Application du projet.....	55
IV.3. Profil en travers.....	58
IV.3.1. Définition	58
IV.3.2. Différent type de profils en travers.....	58
IV.3.3. Les éléments de composition des profils en travers.....	58
IV.3.4- Profil en travers de notre projet.....	60
IV.4. Cubature	61
IV.4.1. Introduction	61
IV.4.2. Méthode de calcul des cubatures.....	61
IV.4.3. Calcul des cubatures de projet.....	62
CHAPITRE V. ETUDE GEOTECHNIQUE	
V.1. Introduction	64
V.2. But de l'étude géotechnique	64
V.3. Les moyens de la reconnaissance	65
V.4. Les différents essais en laboratoire.....	65
V.4.1. Les essais d'identification	65
V.4.2. Les essais mécanique.....	65
V.5. Application à notre Projet	68
V.6. Condition d'utilisation des sols en remblais.....	69

V.7. Résultats des essais au laboratoire	70
V.8. Conclusion	70
CHAPITRE VI. MODELISATION DE LOUVRAGE AVEC LOGICIEL CYPE	
VI.1. Définition D'un dalot.....	71
VI.2. Programmes de charges statique et dynamique	73
VI.2.1-Introduction :	73
VI.2.2-Les charges permanentes :.....	73
VI.2.3-Les charges d'exploitation :	73
VI.2.4-Calcul des surcharges routières :	73
A) Système de charges type A (L) :	74
B) Les Charge de système B :.....	75
C) Système de charges militaires (Mc 120) :.....	79
VI.2.5- Les combinaisons d'actions :	80
VI.3-Présentation de l'ouvrage	80
VI.4-Photo visite de l'ouvrage (dalot) existant.....	81
VI.5-Modélisation du dalot avec le logiciel CYPE	82
VI.5.1- DEFINITION de la société CYPE	82
VI.5.2- Présentation du logiciel PICF-CYPE	82
VI.5.3 les actions.....	82
VI.5.4 Résultats.....	82
VI.5.5 Présentation en 3D.....	83
VI.5.6 Introduction des donnes.....	84
VI.5.6.1 Etapes suivre dans PICF-CYPE 2024.....	84
➤ Définition de géométrie	86
➤ Murs en ailes	87
➤ La chaussée supérieure.....	87
➤ Le type de terrains	88
➤ Le chargement	89
➤ La modification de l'ouvrage.....	90
➤ L'analyase de l'ouvrage	92
➤ Introduction des charges et des surcharges	93
➤ Dimensionnement de l'ouvrage	96
➤ Vérification et dimensionnement final	96

➤ La présentation de déformation.....	97
➤ Le ferrailage propose par le logiciel	98
➤ Résumée de ferrailage des modules.....	98
➤ Résumée de ferrailage de murs en ailes	99
VI.6 Les avantages du Logiciel PICF-CYPE	100
VI.7 Les inconvénients du Logiciel PICF-CYPE.....	100
VI.8 Conclusion	101

CHAPITRES VII. SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS

VII.1. SIGNALISATION	102
VII.1.1. Introduction.....	102
VII.1.2. L’objectif de la signalisation routière	102
VII.1.3. Catégories de signalisation.....	102
VII.1.4. Règles à respecter pour la signalisation	102
VII.1.5. Types de signalisation	103
VII.1.6. Application du projet.....	106
VII.2. EQUIPEMENTS	
VII.2.1 ECLAIRAGE	108
A. Introduction.....	108
B. Catégories.....	108
C. Paramètres de l’implantation des luminaires	108
VII.2.2 Glissières de sécurité.....	109
A. Coordination du tracé en plan et profil en long.....	109
B. La murette de protection en béton armé	109
Application du projet	110

CHAPITRES VIII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Liste des Figures

CHAPITRE I – PRESENTATION DU PROJET

Figure 1.1 : Carte de situation de wilaya	02
Figure 1.2 : limite de la wilaya	02
Figure 1.3 : Limites administratives de la wilaya de Batna.....	02
Figure 1.4 : Les communes de la wilaya de Batna.....	03
Figure 1.5 : Les axes routiers (RN03 et RN88 et RN 75, CW 165 et CW 20 et CW26).....	04
Figure 1.6 : Présentant des photos du début et de la fin du Projet	04
Figure 1.7 : le tracé du projet	05
Figure 1.8: Scarification de la Chaussée.....	06
Figure 1.9: Dégradation de la Route Existante	06

CHAPITRE III – DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Figure 3.1 : les différentes couches de la chaussée	17
Figure 3.2 : Structure type d'une chaussée souple	18
Figure 3.3 : Structure type d'une chaussée rigide	18
Figure 3.4 : types de chaussées	19
Figure 3.5 : la démarche de catalogue.....	22
Figure 3.6 : Classes TPLi	24
Figure 3.7 : L'épaisseur choisie méthode CBR.....	27
Figure 3.8 : les zones climatiques en Alger.....	29
Figure 3.9 : L'épaisseur choisie par catalogue	30
Figure 3.10 : Les charge applique de sol et la déformation de sol support	31
Figure 3.11: Les résultats calculés avec le logiciel ALIZE LCPC.....	34

CHAPITRE IV – ETUDE GEOMETRIQUE

Figure 4.1 : les éléments de tracé en plan	36
Figure 4.2 : : Force centrifuge L'équilibre des forces agissant sur le véhicule	38
Figure 4.3 : Courbe de raccordement clothoïde	43
Figure 4.4 : Courbe en S	44
Figure 4.5 : Courbe à sommet	45
Figure 4.6 : Courbe en C.....	45
Figure 4.7 : Courbe en Ovale.....	46
Figure 4.8 : Élément de profil en long.....	50
Figure 4.9 : les éléments de profil en travers.....	58
Figure 4.10 : Profil en travers type mixte.....	60
Figure 4.11 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné	61
Figure 4.12 : profil en long cas mixte avec profil fictif	62
Figure 4.13 : Profil en travers Déblais	63
Figure 4.14 : Profil en travers Remblais	63

CHAPITRE V – ETUDE GEOTECHNIQUE

Figure 5.1: différente couche de la corps de chaussée.....	64
Figure 5.2 : L'implantation des puits de reconnaissance sur image satellitaire.....	69

CHAPITRE VI – MODELISATION DALOT AVEC CYPE

Figure 6.1 : Schéma du dalot	71
Figure 6.2 : Le choix des goussets angle supérieur.....	72
Figure 6.3 : Le choix des goussets angle inferieur.....	72
Figure 6.4 : Système de charge Bc.....	76
Figure 6.5 : Système de charge Bt	77
Figure 6.6 : Système de charge Br	78
Figure 6.7 : Système de charge Mc 120.....	79
Figure 6.8 : Présentation en 3D du Dalot	83
Figure 6.9 : Fenêtre de démarrage des applications Cype 2024	84
Figure 6.10 : Nom d'un fichier	84
Figure 6.11 : Choix de type de la géométrie de l'ouvrage.....	85
Figure 6.12 : Définition de géométrie de notre ouvrage d'art.....	87
Figure 6.13 : Définition des murs en ails et leur orientation.....	87
Figure 6.14 : Définition de la position de la chaussée par rapport l'ouvrage	88
Figure 6.15 : Type des terrains.....	88
Figure 6.16 : Angle de talus	89
Figure 6.17 : Les charges sur le radier et la chaussée	89
Figure 6.18 : Fiche des donnes.....	90
Figure 6.19 : L'affichage de projet.....	90
Figure 6.20 : Crier les ouvertures et les épaisseurs	91
Figure 6.21 : Les modifications des mures en ailes	91
Figure 6.22 : Géométrie final dalot a 03 ouvertures	92
Figure 6.23 : Définition du matériau.....	92
Figure 6.24 : Données Generals	93
Figure 6.25 : Convois de charge (Bc, Bt, Br)	93
Figure 6.26 : Charges en bande.....	94
Figure 6.27: La vérification.....	95
Figure 6.28 : Récapitulatif des conditions.....	95
Figure 6.29 : Dimensionnement de l'ouvrage.....	96
Figure 6.30 : Dimensionnement final.	97
Figure 6.31 : Présentation de déformation	97
Figure 6.32 : Plans de ferrailage	98
Figure 6.33 : Coffrage et ferrailage de Guide Roue.....	100

CHAPITRE VIII – SIGNALISATION ET ECLIRAGE

Figure 7.1 : Signalisation Verticale.....	104
Figure 7.2 : les lignes « continu et discontinue ».....	105
Figure 7.3 : les signalisations horizontales	107
Figure 7.4 : éclairage composé et simple.....	108
Figure 7.5 : Paramètres d'encrage d'un point lumineux	109
Figure 7.6 : Séparateurs (Glissière simple en Béton) ou (glissière Double en Béton)	110
Figure 7.7 : Type séparateur en béton.....	110
Figure 7.8 : Glissière de sécurité.....	110

Liste des Tableaux

CHAPITRE II - ETUDE TRAFIC

Tableau II.1 : Coefficient p d'équivalence Poids lourd/Véhicule léger	10
Tableau II.2 : valeurs de K_1 selon la classe de l'environnement	10
Tableau II.3 : valeurs de K_2 selon l'environnement et la catégorie de la route.....	10
Tableau II.4 : valeur de capacité théorique C_{th}	11
Tableau II.5 : récapitulatif des résultats de notre projet.....	14

CHAPITRE III – DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Tableau III.1 : les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.....	21
Tableau III.2 : Le classe de portance de sol.....	24
Tableau III.3 : classification climatique	25
Tableau III.4 : classe de sols support selon le module E	25
Tableau III.5 : Amélioration de la portance du sol support.	26
Tableau III.6 : Résultat de dimensionnement par la Méthode CBR.....	27
Tableau III.7 : La classe de trafic	28
Tableau III.8 : La classe portance de sol.....	28
Tableau III.9 : Amélioration de la portance du sol support : S4.....	29
Tableau III.10 : Les Choix de dimensionnement par la méthode du catalogue	30
Tableau III.11 : Températures équivalents Θ_{eq}	31
Tableau III.12 : Risque adoptés pour réseau RP1	31
Tableau III.13 : valeurs de t.....	31
Tableau III.14 : Valeurs du coefficient d'agressivité A.....	32
Tableau III.15 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux.....	32
Tableau III.16 : Tableau de Modélisation	33
Tableau III.17 : Les résultats de la méthode retenue.....	35

CHAPITRE IV – ETUDE GEOMETRIQUE

Tableau IV.1 : Coefficient de frottement transversal.....	39
Tableau IV.2 : Divers maximal	39
Tableau IV.3 : les rayons de tracé en plan	40
Tableau IV.4 : Déclivité maximale Selon le B40.....	53
Tableau IV.5 : les rayons de profil en long.....	55
Tableau IV.6 : Dévers route R80 ou T80.....	60

CHAPITRE IV – ETUDE GEOMETRIQUE

Tableau V.1 : Les résultats des essais de laboratoire.....	70
--	----

CHAPITRE VI – MODELISATION DALOT AVEC CYPE

Tableau VI.1 : Tableau VI.1 : Tableau de Classe de pont	74
Tableau VI.2 : Coefficient de dégressivité transversale de la charge.	75
Tableau VI.3 : Tableau VI.3 : Tableau de Coefficient bc	76
Tableau VI.4 : les épaisseurs de tablier et de radier	86
Tableau VI.5 : Choix de gabarit et épaisseur piédroit.....	86
Tableau VI.6 : Résultats des ferrailages pour le module	99
Tableau VI.7 : Résumé de ferrailage de murs en ailes.....	99

CHAPITRE VII – SIGNALISATION ET ECLIRAGE

Tableau VII.1 : Modulations des lignes discontinues.....	105
--	-----

Introduction générale

Dans le cadre de la modernisation du réseau routier et de son impact régional et national sur la liaison entre les wilayas intérieures et côtières, notamment entre les wilayas de BATNA, MILA, KHENCHELA, CONSTANTINE, SETIF, OUM EL-BOUAGI, BISKRA, ce projet vise à faciliter la circulation des personnes et des véhicules ainsi que les échanges économiques.

Notre thème de fin d'étude consiste à étudier le dédoublement d'un tronçon Routier (CW20) entre Boulefries et Chemora sur 13.4 km. Lequel projet fait partie de l'aménagement en double voie de l'axe reliant la RN88 (Route Khenchela – Batna) à la RN03 (Batna – Constantine, Batna – Sétif) sur un linéaire total de 56 km. Le projet est géré par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Batna, Le point de départ de notre tracé se situe au niveau du PK 0+696 et se termine au PK 14+109. Additionnellement à l'étude du dédoublement de la route, notre PFE s'intéresse à la modélisation d'un ouvrage dalot (situé au PK 00+840 de cet axe routier) avec la version académique du logiciel CYPE 2024.

Par ailleurs, il faut rappeler que ce projet est justifié par l'amélioration de la sécurité des usagers et le niveau de service de la route par l'augmentation de la capacité d'accueil de la chaussée, la réduction du temps du trajet et le développement de la route.

Afin de mener notre étude de ce tronçon, nous avons collecté des informations et des données susceptibles de faciliter et d'accélérer le processus d'étude, notamment :

Informations géotechniques : A travers notre revue de l'étude géotechnique du projet de dédoublement de route reliant Boumia et chemora, réalisée par la Société d'Etudes Techniques de Sétif, il a été constaté que l'indice Proctor est Inférieur ($<$) à 5, le sol est classé en S4 dont la portance est très faible. Dans ce cas en prend la valeur de ICBR = 4.

Informations techniques concernant l'étude de trafic : Après avoir contacté les services techniques de la Direction des Travaux Publics de Batna, nous avons reçu les données suivantes :

Le tracé du projet traverse un terrain relativement plat avec de faibles sinuosités, ce qui classe la route en catégorie C2 et en environnement de type E1.

-TMJA2020 = 8100 v/j.

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

-Pourcentage de poids lourds $Z = 24\%$.

-La mise en service de la route 2024

-La durée de vie de la route 20 ans



Chapitre I :

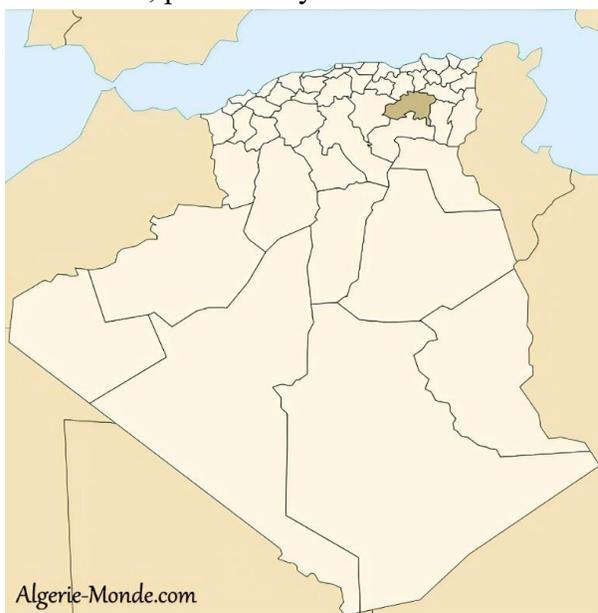
PRESENTATION DU PROJET

I.1- PRESENTATION DE LA WILAYA DE BATNA :

La wilaya de Batna est située au nord-est de l'Algérie dans la région des Aurès, à **410 KM** de la capitale Alger et elle s'élève à plus de **900 m** au-dessus du niveau de la mer.

Elle est délimitée comme suit :

- **Au nord**, par la wilaya de Mila ; Au nord-est, par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi ; Au nord-ouest, par la wilaya de Sétif.
- **À l'est**, par la wilaya de Khenchela
- **Au sud**, par la wilaya de Biskra
- **À l'ouest**, par la wilaya de M'sila



Algerie-Monde.com

Figure I.1 : Carte de situation de wilaya



Figure I.2 : limite de la wilaya

- La superficie totale de la wilaya est de **12 038,76 km²**, la population est estimée à **1 119 791** habitants, soit une densité de **92 habitants/Km²**, elle compte **21 daïras** et **61 communes**.

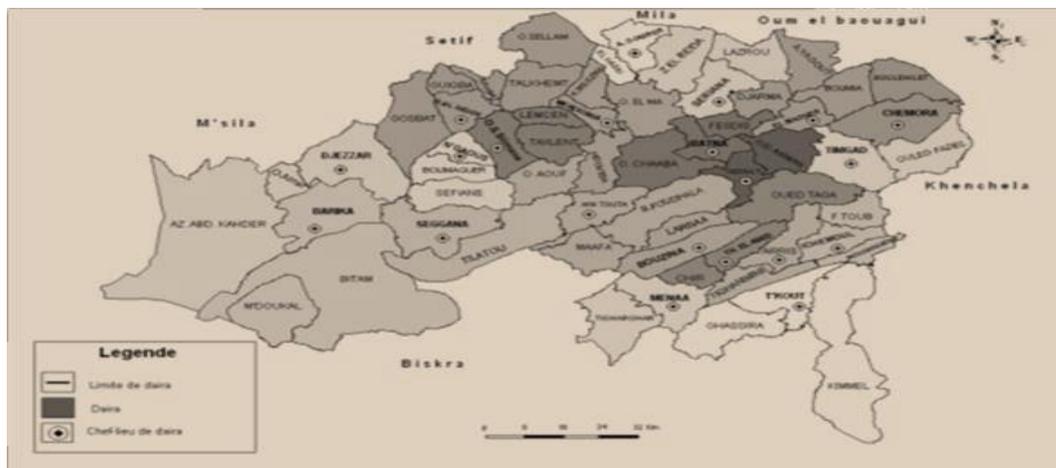


Figure I.3: Limites administratives de la wilaya de Batna



Figure I.4 : Les communes de la wilaya de Batna

I.1.1-Réseau routier :

Infrastructures routières ou Le réseau routier de la wilaya de Batna a une longueur totale de 4801,51 Km, répartis comme suit :

- Routes nationales : **804.3 km.**
- Chemins de wilaya : **650.4 km.**
- Chemins communaux : **2 323,28 km.**
- Pistes : **1 023,53 km**

I.2- PRESENTATION GENERALE :

Le projet d'étude de dédoublement de l'axe reliant la RN88 vers kenchela avec RN03 vers Constantine et RN75 vers Sétif SUR 56km, faisant objet de cette étude se situe au Nord- Est de la wilaya de BATNA. Les axes routiers (Routes nationales RN03 et RN88 et RN 75, chemins de wilaya CW 165 et CW 20 et CW26 et chemins communaux).

Le tracé de cette pénétrante traverse les territoires des commune Djerma, Boumia, Chemra, Ouled fadel, Longueur total de 56 km avec un profil en 2x2 voies.

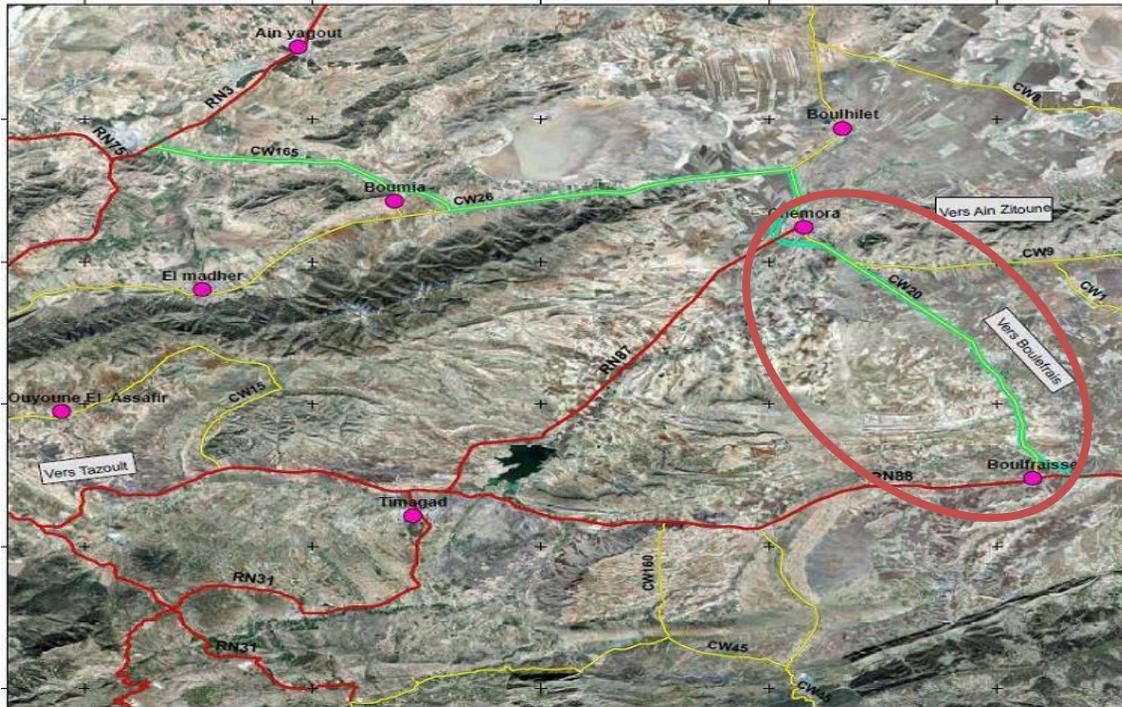
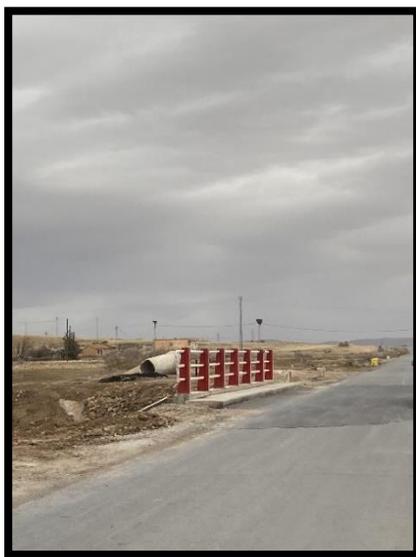


Figure I.5: Les axes routiers (RN03 et RN88 et RN 75, CW 165 et CW 20 et CW26)

I.3-PRESENTATION DU TRONÇON A ETUDIER :

Notre projet de l'étude de dédoublement de l'axe reliant la RN88 A LA RN03 SUR 56km consiste à un tronçon routier de 13.4 km Entre RN88 (Boulfrises) et Chemora sur la route wilaya CW20 qui débutera au niveau de PK 0+696 allant vers le point d'arrivée PK 14+109. Ce nouvel aménagement nécessite la réalisation un ouvrage d'art t **PK 0+840.000**



Début du projet



Fin du projet

Figure I.6: Présentant des photos du début et de la fin du Projet

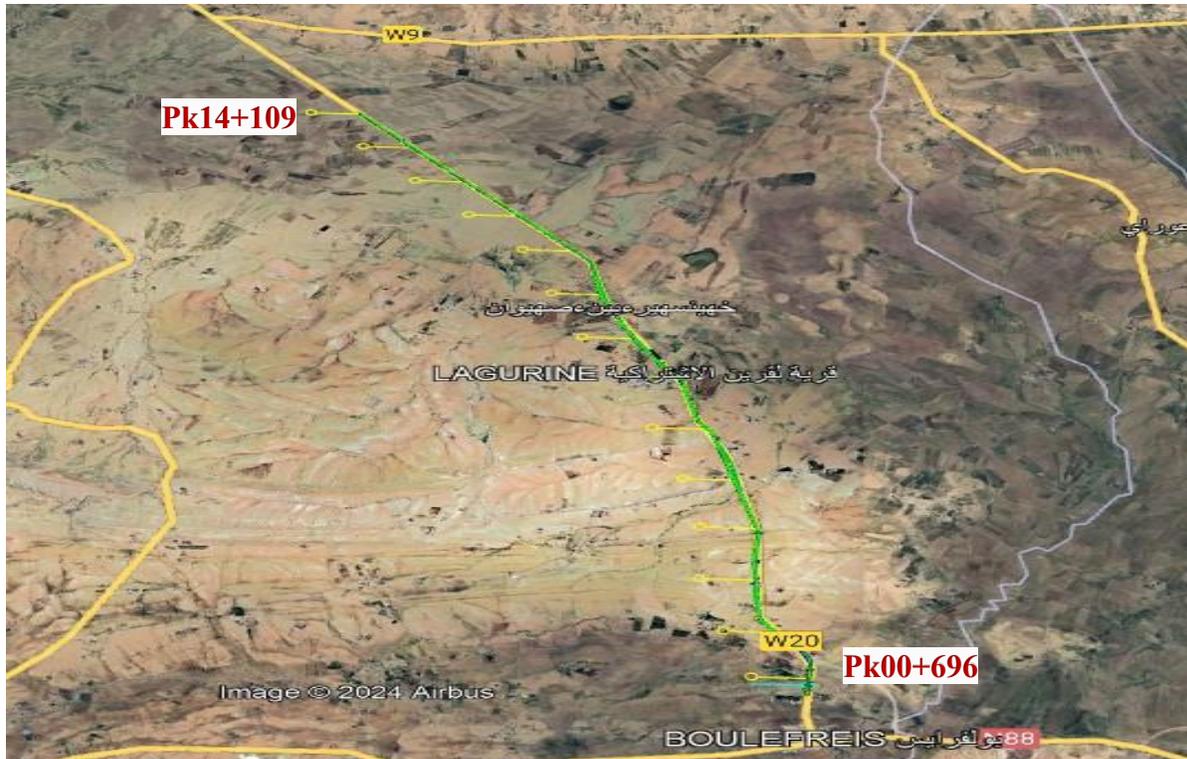


Figure I.7: Le tracé du projet

I.4- OBJECTIF DU PROJET :

La direction des travaux publics de la wilaya de Batna – DTP - vise la réalisation d'un axe reliant **la RN88 vers kenchela** avec **RN03 vers Constantine** et **RN75 vers Sétif** SUR 56 km, faisant objet de cette étude se situe au Nord-Est de la wilaya de BATNA. Les axes routiers (Routes Nationales RN03 et RN88 et RN 75, chemins de wilaya CW 165 et CW 20 et CW26 et chemins communaux)

Le tracé de cette pénétrante traverse les territoires des commune Djerma, Boumia, Chemra, Ouled Fadel, longueur totale de **56 km** avec un profil en 2x2 voies. Ce projet objectif suivant :

- Relier la wilaya de **BATNA** à les route nationales et les commune et les Villages
- Améliorer le niveau de service de la route et sa sécurité en réduisant le temps de passage sur elle.
- Augmenter la capacité de la route.
- Offre un nouvel axe de développement et d'échange entre les Wilayas de **BATNA** et MILA, KHENCHELA, CONSTANTINE, SETIF, OUM EL-BOUAGI, BISKRA et réduire ainsi considérablement les coûts de transport.
- Permettre un gain de temps pour les usagers de l'actuelle **RN75 et RN03 et RN88**.

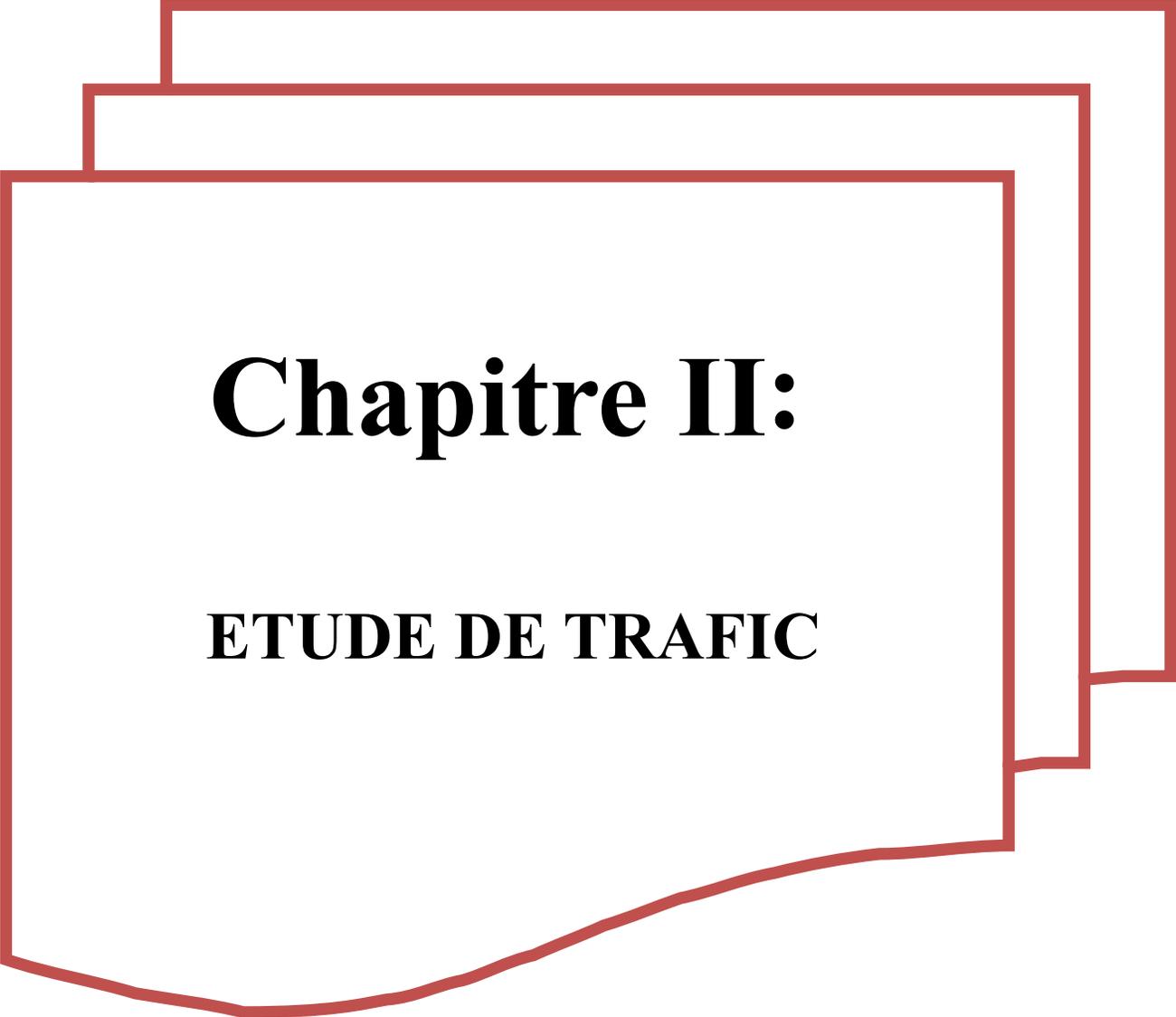
I.5 : PHOTO VISITE DE PROJET SUR SITE :



Figure I.8: Scarification de la Chaussée



Figure I.9: Dégradation de la Route Existante



Chapitre II:

ETUDE DE TRAFIC

ETUDE DE TRAFIC

II .1-Introduction :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routiers, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donné sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes, de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

II.2- Analyse du trafic :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

❖ **Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :**

- 1.Le comptage sur route (manuel et automatique) :** permettent de quantifier le trafic.
- 2.Une enquête de circulation :** permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

II.3- Différents types de trafic :

On distingue quatre types de trafic :

II.3.1 -Trafic normal :

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

II.3.2- Trafic induit :

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

II.3.3-Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

II.3.4- Trafic total :

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

II.4- MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

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

- ✓ Prolongation de l'évolution passée.
- ✓ Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- ✓ Modèle gravitaire.
- ✓ Modèle de facteur de croissance.

II.4.1- PROLONGATION DE L'EVOLUTION PASSEE :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé.

On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic « T_n » à l'année « n » sera :

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

Avec :

- T_0 : Le trafic à l'arrivée pour l'origine ;
- T_n : Le trafic de l'année horizon ;
- τ : Le taux de croissance annuel du trafic en (%) ;
- n : Nombre d'année

II.5- CALCUL DE LA CAPACITE :

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

La capacité dépend :

- ✓ Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins enrase compagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- ✓ Des conditions météorologiques.
- ✓ Des conditions de trafic.
- ✓ Des caractéristiques géométriques de la route.

II.6- PROCEDURE DE DETERMINATION DE NOMBRE DE VOIS :

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

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

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

II.6.1-LE TRAFIC A UN HORIZON DONNE :

Du fait de la croissance annuelle du trafic, le TJMA évolue d'une année à l'autre.

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

$$\mathbf{TJMA_{horizon} = (1 + \tau) \times TJMA_{service}}$$

- $TMJA_n$: Trafic journalier à l'année n.
- $TMJA_0$: Trafic journalier à l'année 0.
- τ : taux d'accroissement annuel.
- n : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

II.6.2- LE TRAFIC EFFECTIF (**Teff**) :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp) en fonction de l'environnement (plaine, vallonné, montagneux).

Pour cela on utilise des coefficients pour convertir les poids lourds en (uvp). Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$\mathbf{Teff = ((1-Z) + PZ) \times TMJA_{horizon}}$$

- T_{eff} : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp/j).
- Z : pourcentage de poids lourd.
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Valeurs de P :

Tableau II.1 Coefficient **p** d'équivalence Poids lourd/Véhicule léger

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

II.6.3-Débit de point horaire normal :

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

$$Q = (1/n) \times \text{Teff}$$

Q : Débit de pointe horaire ; [uvp/h] **Teff** : Trafic effectif.

n : Nombre d'heure, (en général n=8 heures) d'après le B40 on prend (1/n)=0.12 .

II.6.4. Débit horaire admissible :

On détermine le débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K1 \times K2 \times Cth$$

C : capacité effective du profil en travers en régime stable par UVP/h.

K1 : coefficient dépendant de l'environnement.

K2 : coefficient réducteur de capacité traduisant la déférence entre caractéristiques réelles et idéales de circulation

Tableau II.2 : Valeurs de K1selon la classe de l'environnement

Environnement	E1	E2	E3
Valeur de K1	0.75	0.85	1.90 à 1.95

Tableau II.3 : valeurs de K2 selon l'environnement et la catégorie de la route.

Valeurs de K2 :	Catégorie de la route				
	Environnement	C1	C2	C3	C4
E1	1	1	1	1	1
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98

Valeurs de C_{th} :

Tableau II.4 : valeur de capacité théorique C_{th} .

Route	La capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 (uvp/h)
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 (uvp/h)
Route à chaussée séparé	1500 à 1800 (uvp/h)

II.6.5 Calcul de nombre de voies :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q_{adm} \geq Q$$

Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

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

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie

II.7. Application au projet :

Données de base :

Selon les résultats des comptages et des prévisions effectués en 2020.

On a les données suivantes :

- Le trafic à l'année **2020** $TMJA_{2020} = 8100$ v/j deux sens confondues.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 4\%$.
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 24\%$.
- L'année de mise en service **2024**.
- La durée de vie estimée est de **20**ans.
- Environnement E_1 et la catégorie C_2 .

Application numérique :

- Calcul de TMJA de l'année de mise en service (par sens) :

$$TMJA_{2024} = (1 + \tau)^n \times TMJA_{2020}$$

on a: $TMJA_{2020} = 8100 \text{ v/j}$

$$TMJA_{2024} = 8100 \times (1 + 0.04)^4$$

$$TMJA_{2024} = 9476 \text{ v/j}$$

- Calcul de TMJA de l'année horizon (2044) :

$$TMJA_{2044} = (1 + \tau)^{20} \times TMJA_{2024}$$

$$TMJA_{2024} = 9476 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2044} = (1 + 0.04)^{20} \times 9476$$

$$TMJA_{2044} = 20763 \text{ v/j}$$

- Calcul des trafics effectifs :

$$T_{\text{eff}(2044)} = [(1 - Z) + (P \times Z)] \times TMJA_{2044}$$

Avec : $P = 2$ (route de 2*2 voies et de bonnes caractéristiques E1)

$$T_{\text{eff}(2044)} = [(1 - 0.24) + (2 \times 0.24)] \times 20763$$

$$T_{\text{eff}(2044)} = 25746 \text{ uvp/j}$$

- Calcul de débit de point horaire année horizon :

$$Q = (1/n) \times T_{\text{eff}(2044)}$$

Avec : $(1/n)$: coefficient de point horaire pris est égale à 0.12 (n=8heures).

$$Q = 0.12 \times 25746$$

$$Q = 3089 \text{ uvp/h}$$

- Calcul de Débit admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times C_{\text{th}}$$

$K1$: Coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1

$K2$: Coefficient correcteur pris égal à 1.00 pour environnement (E1) et catégorie (C2)

Avec : Capacité théorique C_{th} (uvp/h)

Donc on est dans le cas d'une Route à chaussées séparées.

La capacité d'une chaussée dans ce cas doit être : $1500 < C_{th} < 1800$ uvp/h/sens. Si on prend $C_{th} = 1800$, le débit horaire admissible sera donc :

$$Q_{adm} = 0.75 \times 0.1 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h/sens}$$

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

- Détermination de nombre de voies par sens :

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

$$N = (2/3) \times (3089/1350) = 1.53 \approx \text{on prend 2 voies}$$

$$N = 2 \text{ voies/sens}$$

- Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies :

$$T_{eff}(2024) = [(1-Z) + P \times Z] \times T_{JMA}_{2024}$$

$$T_{eff}(2024) = [(1-0.24) + 2 \times 0.24] \times 9476$$

$$T_{eff}(2024) = 11750 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2024} = 0.12 \times 11750 = 1410 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2024} = 1410 \text{ uvp/h}$$

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

$$Q_{saturation} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp/h.}$$

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

$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2024}}\right)}{\ln(1+0.04)} \longrightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{5400}{1410}\right)}{\ln(1+0.04)}$$

$$N = 34.2 \text{ ans}$$

D'où notre route sera saturée **34 ans** après la mise en service donc l'année de saturation est :

Année :

Année : 2058

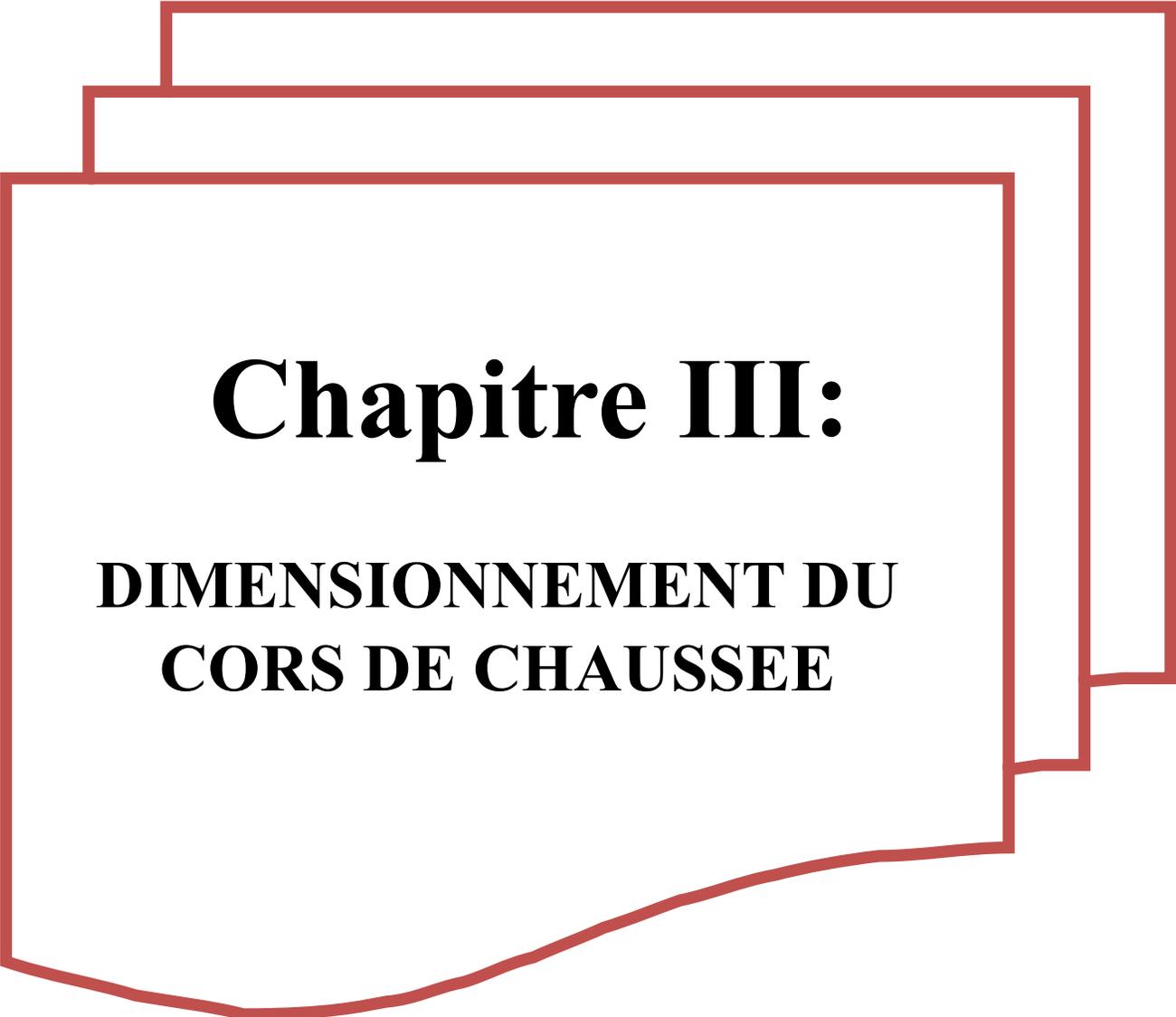
Les résultats sont repris dans le tableau suivant :

Tableau II.5: récapitulatif des résultats de notre projet

$TMJA_{2020}$ (V/J)	$TMJA_{2024}$ (V/J)	$TMJA_{2044}$ (V/J)	$T_{eff(2044)}$ (uvp/J)	Q_{2044} (uvp/h)	N (voies) deux sens
8100	9476	20763	25746	3089	4

II.8. CONCLUSION :

D'après les calculs effectués, **deux doublement CW20 de BOULFRIES vers CHEMORA (Province de Batna) aura sur le tronçon étudié, un profil composé de «2×2» voies. Une saturation est prévisible en 2058.**



Chapitre III:

DIMENSIONNEMENT DU CORS DE CHAUSSEE

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

III.1- INTRODUCTION :

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

Le dimensionnement s'agit en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

Tout cela en fonction des paramètres fondamentaux suivants :

- Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds)
- Les matériaux utilisés.
- La portance du sol support désignée par son indice CBR.
- La durée de vie de la chaussée.

LA CHAUSSEE :

III.2-DEFINITION :

1)AU SENS GEOMETRIQUE :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

2)AU SENS STRUCTUREL :

C'est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mises en œuvre de façon à permettre la reprise des charges extérieures.

III.3- LES DIFFERENTE TYPE DE CHAUSSEE :

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

- Chaussée souple
- Chaussée semi-rigide
- Chaussée rigide

A) CHAUSSEE SOUPLE :

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

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

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini. En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

a. Couche de roulement (surface) :

Cette couche est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

Le rôle de la couche de roulement :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort des usagers (bruit et uni).
- La couche de liaison a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures Plus rigides.
- L'épaisseur de la couche de roulement est en général entre 6 et 8 cm.

b. Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

c. Couche de fondation :

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

d. Couche de forme :

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

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme. L'épaisseur est en général entre 40 et 70.

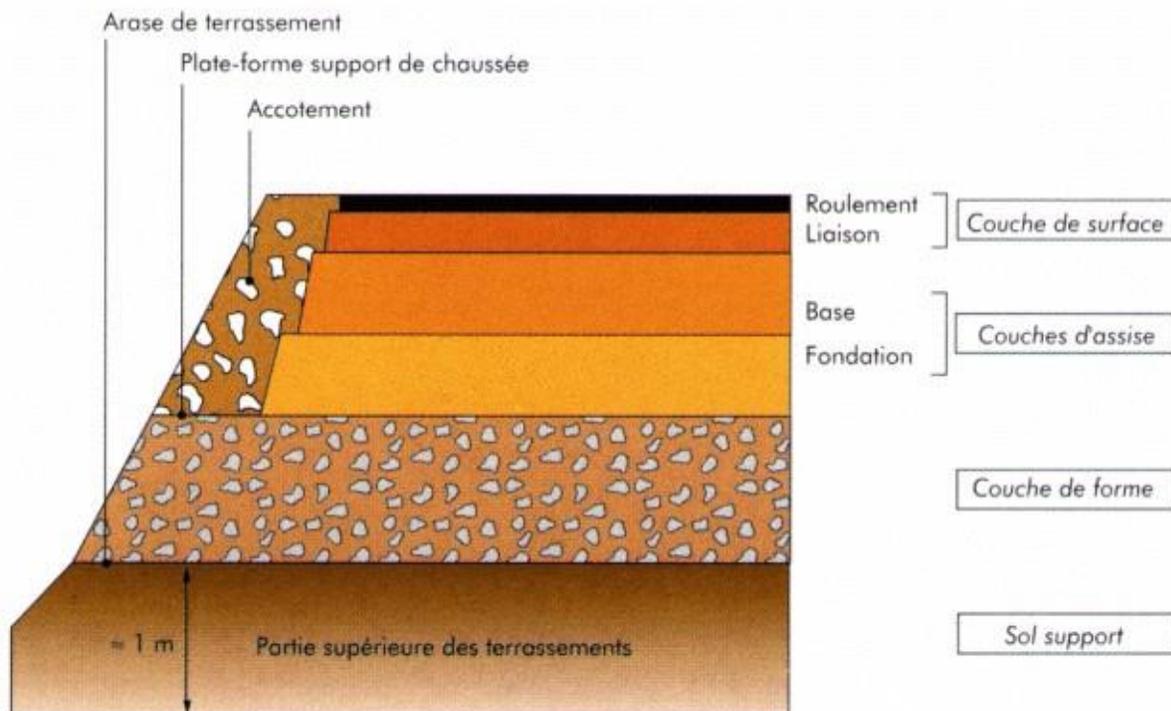
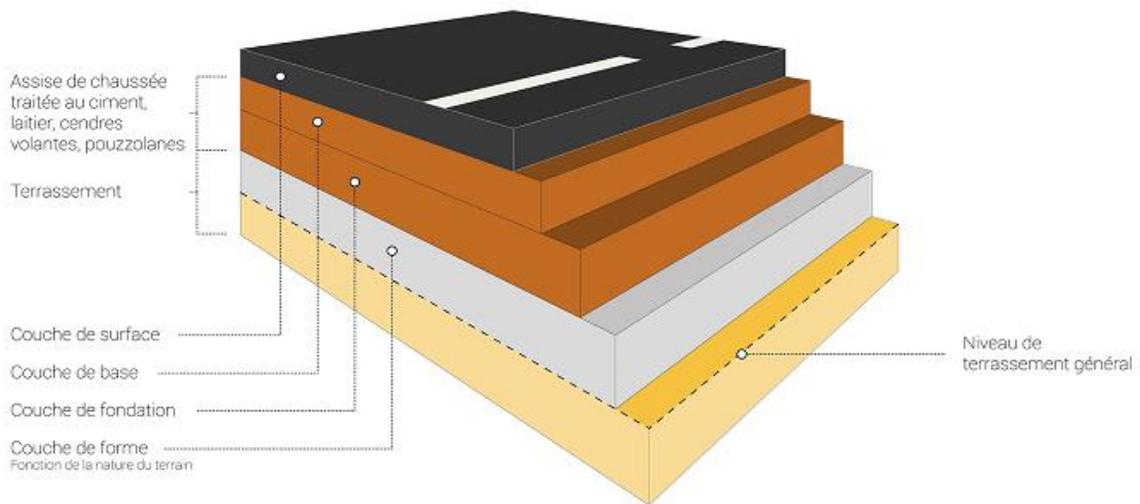


Figure 3.1 : les différentes couches de la chaussée

B) CHAUSSEE SEMI-RIGIDE : On distingue :

Les chaussées comportant une couche de base (quelque 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. La chaussée comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

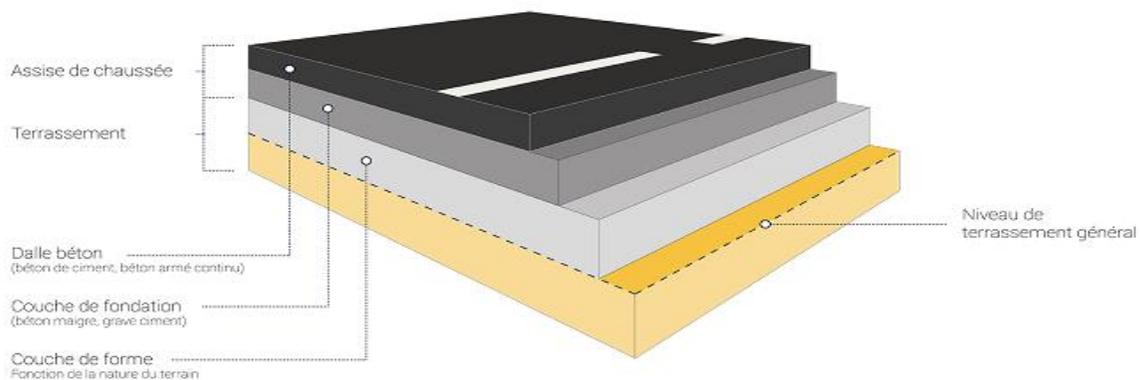


Chaussée semi-rigide

Figure 3.2 : Structure type d'une chaussée semi - rigide

C) CHAUSSEE RIGIDE :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armé (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être, une grave stabilisée Mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



Chaussée en béton

Figure 3.3 : Structure type d'une chaussée rigide

La figure ci-dessous représente les différents corps de chaussée pour chaque classe de chaussée :

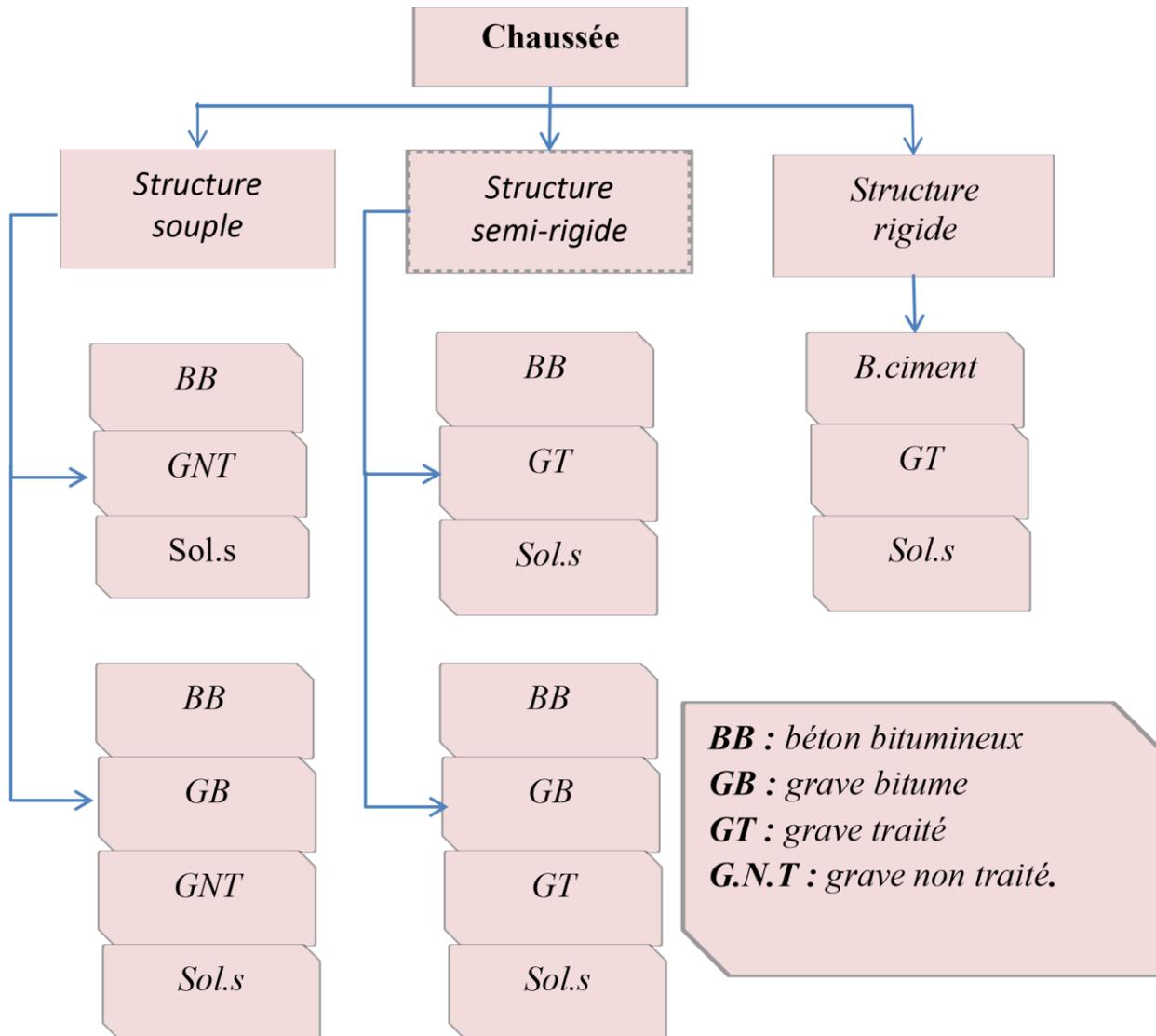


Figure 3.4: types de chaussées

III.4-LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT :

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

A. TRAFIC :

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

B. ENVIRONNEMENT :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

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

C. LE SOL SUPPORT :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

D. MATERIAUX :

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

III.5- LES METHODES DE DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE :

A. Méthode CBR (Californien Bearing Ratio) :

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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

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

- e : épaisseur équivalente
- I : indice CBR (sol support)
- N : désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)
- Log : logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e = c1 \times e1 + c2 \times e2 + c3 \times e3$$

- a1 × e1 : couche de roulement
- a2 × e2 : couche de base
- a3 × e3 : couche de fondation
- c1, c2, c3 : coefficients d'équivalence.
- e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

Tableau III-1 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

Remarque :

Couche de fondation (CF) : ne dépasse pas 60cm : G.C=15-25 cm G.N.T=15 à 30 cm / T.V.O=30 cm plus

Couche de base (GB) varie entre : G.B=10 à 15 cm

Couche de roulement (CR) varie entre : B.B=6 à 8 cm

B. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement des chaussées : trafic, matériaux, sol support, environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est **une méthode rationnelle** qui se base sur deux approches : ***Approche théorique.**

***Approche empirique.**

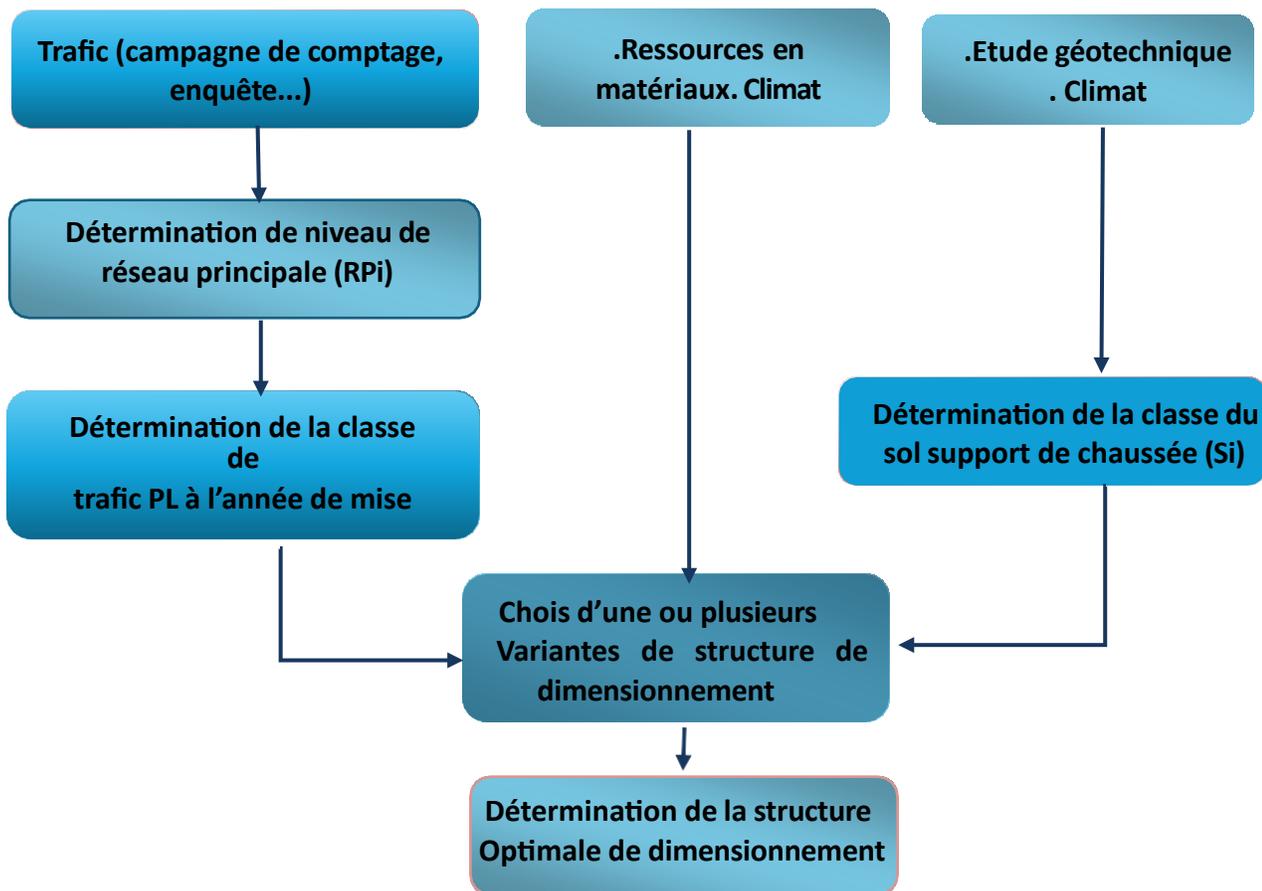


Figure 3.5 : la démarche de catalogue

Il présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds aux 15 ans T_j .
- Les caractéristiques de sol.

Cette méthode se base essentiellement sur quatre paramètres :

- Le trafic.
- La portance du sol support de la chaussée.
- Zone climatique.
- Les matériaux.

Les principes de méthode :

a. Détermination du type de réseau :

Réseau principal noté RP :

Il se compose de route reliant :

- Le chef lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers.
- Les principales importantes zones industrielles agglomérations.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

- **RP1 ($T > 1500$ V/J) : RN, autoroute, CW.**
- RP2 ($T < 1500$ V/J) : RN, CW.

Le linéaire total de réseau principal RP est d'ordre de 18.400 Km.

Le réseau secondaire RS :

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas en RP, son linéaire total de 7.900Km.

b. Détermination de la classe de trafic : on adopte les valeurs suivantes :

- **Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.**
- Chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelle à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelle à 3 voies : 50% du trafic PL.

La classe de trafic (TPL_i) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafic (TPL_i) adoptée dans les fiches structures de dimensionnement sont données,

pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mis en service.

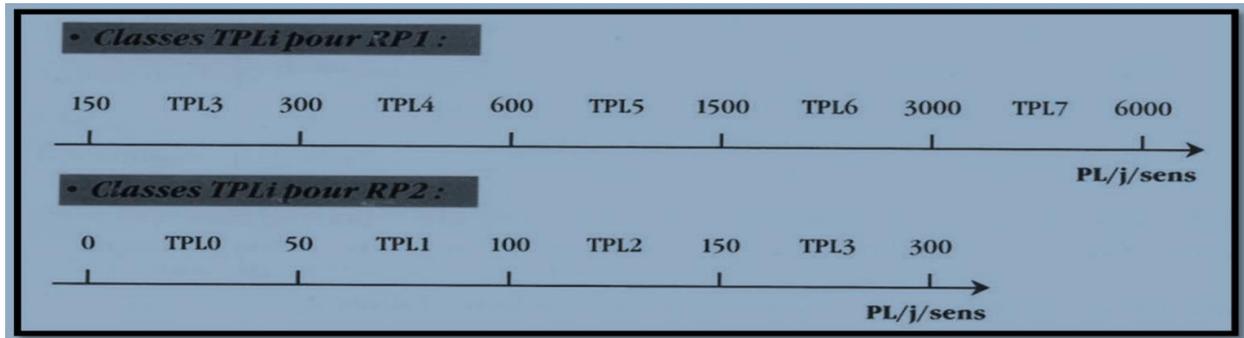


Figure 3.6 : Classes TPLi

c. Détermination de la portance de sol support de chaussée :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice **CBR** mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre jours, le classement se fait en respectant les seuils suivant Classes de portance des sols Si :

Tableau III-2 : classe de portance des sols

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

d. Plages probables de portance des sols :

Argiles, limons : S4, S3, S2. Sable, grave: S3, S2, S1, S0.

e. Portance de sols terrassés :

Importance du rapport géotechnique « l'étude géotechnique est nécessaire, car elle permettra d'identifier et de classer les sols ».

f. Zones climatiques :

Les différentes zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau III.3 : classification climatique.

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

g. Cas des sols sensible à l'eau :

L'essai CBR à prendre en compte sera fonction de la zone climatique considérée :

- CBR imbibé à 4 jour pour les zones climatiques I et II.
- CBR immédiat pour les zones climatiques III et IV.

Pour les sols insensibles à l'eau (sables et graves propres, sils grossiers) la portance est déterminée à partir des essais de chargement à la plaque (module EV2).

- Classe de portance de sol-supports : **$E \text{ (MPa)} = 5 \times \text{CBR}$**

Tableau III.4 : classe de sols support selon le module E

Classes de sols supports	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25 - 50	50 - 125	125 - 200	> 200

h. Sur classement des sols supports de chaussées :

Lorsque des cas de sols de faible portance (inf à S4 en RP2, inf à S4 et S3 en RP1) sont rencontrés, le recours à une couche de forme de forme devient nécessaire.

L'utilisation d'une couche de forme permet un sur classement de portance du sol terrassé.

Classe portance du sol terrassé (Si)	Épaisseur de couche de forme (C.F)	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	50cm (en 2couches)	S3
S4	35cm	S3
S4	60cm (en 3couches)	S2
S3	40cm (en 2couches)	S2
S3	70cm (en 3couches)	S1
S2	40cm (en 2couches)	S1

Tableau III.5- : Amélioration de la portance du sol support.

III.6- APPLICATION PROJET :

III.6.1- Méthode CBR :

Les données :

◆ TJMA2024 = 9476 V/j

◆ TJMA2044 = 20763 V/j

◆ $N_{PL2044} = (TJMA\ 2044) \times 0.5 \times Z \times 0.9 = (20763) \times 0.5 \times 0.24 \times 0.9 = 2242\ PL/j/sens$

◆ $N(PL) = 2242\ PL/j/sens$

◆ $PL = 24\%$

◆ $ICBR = 4$

◆ P : charge par roue ; $P = 6.5\ t$ P : charge par essieu ; $P = 13\ t$

Calcul de l'épaisseur équivalente :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) (75 + 50 \log \frac{2242}{10})}{4 + 5} \rightarrow e = 65.6 \approx 66\ cm$$

Tableau III.6: Résultat de dimensionnement par la Méthode CBR

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
(Couche de roulement) BB	06	2	12
(Couche de base) GB	13	1.5	19.5
(Couche de fondation) GNT	35	1	35
TOTAL	54		66.5

C t-à-dire : Épaisseur réelles 'es est de : 6 (BB) + 13 (GB) + 35 (GNT) = 54 cm

Épaisseur équivalente= 66.5 cm

Notre structure comporte : **6BB+13GB+35GNT**

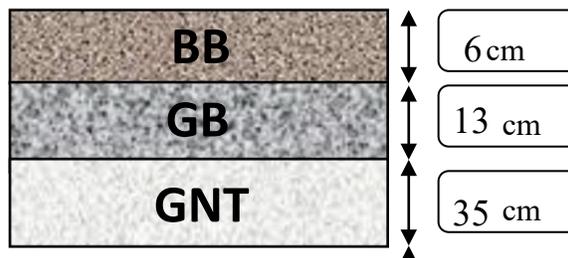


Figure 3.7 : L'épaisseur choisie méthode CBR

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

A. Détermination du type de réseau

$TMJA_{2020} = 8100$ (V/J)

Le trafic de la mise en service $TMJA_{2024} = 9476$ (V/J)

$TMJA_{2024} = 9476v/j > 1500 \Rightarrow$ Donc le réseau principal est **RP1**

La route principale présentant intérêt économique et stratégique. Donc on est dans **le réseau principal de niveau 1 (RP1)**.

B. Détermination de la classe de trafic :

\Rightarrow Route bidirectionnelle a 2x2 voies, répartition du trafic **90%** sur chaque voie.

\Rightarrow Zone climatique : **I(BATNA)**

⇒ Classe de la portance du sol : $E \text{ (MPa)} = 5 \times \text{CBR} = 5 \times 4 = 20 \text{ MPa} \Rightarrow$ **Classe S4**

⇒ Durée de vie : **20ans**, taux de d'accroissement : **4 %**.

⇒ Soit $\text{TMJA}_{2024} = 9476 \text{ v/j}$.

⇒ $\text{TPL} = (9476 \times (24/100) \times 0.9) / 2 = 1023 \text{ PL /j/sens}$.

TPL5 = 1023 PL / j/sens

⇒ DONC la classe de trafic est **TPL5**.

Tableau III.7: La classe de trafic

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

C. Détermination de la portance de sol-support de chaussée (Si):

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

Tableau III.8: La classe portance de sol

Classes de sol-support	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	<u>≤25</u>	25-50	50-125	125-200	>200

On a : **CBR = 04.**

$E(\text{MPa}) = 5 \times \text{CBR} = 4 \times 5 = 20 \text{ MPa}$

Donc l'ordre de portance de sol est de **S4**

Les structures recommandées par le fascicule 3 de catalogue de dimensionnement :

- ✓ Réseau principal niveau RP1
- ✓ Zone climatique I
- ✓ Duré de vie 20 ans et le taux d'accroissement 4%
- ✓ TPL5
- ✓ S4

LES DONNEES CLIMATIQUES :

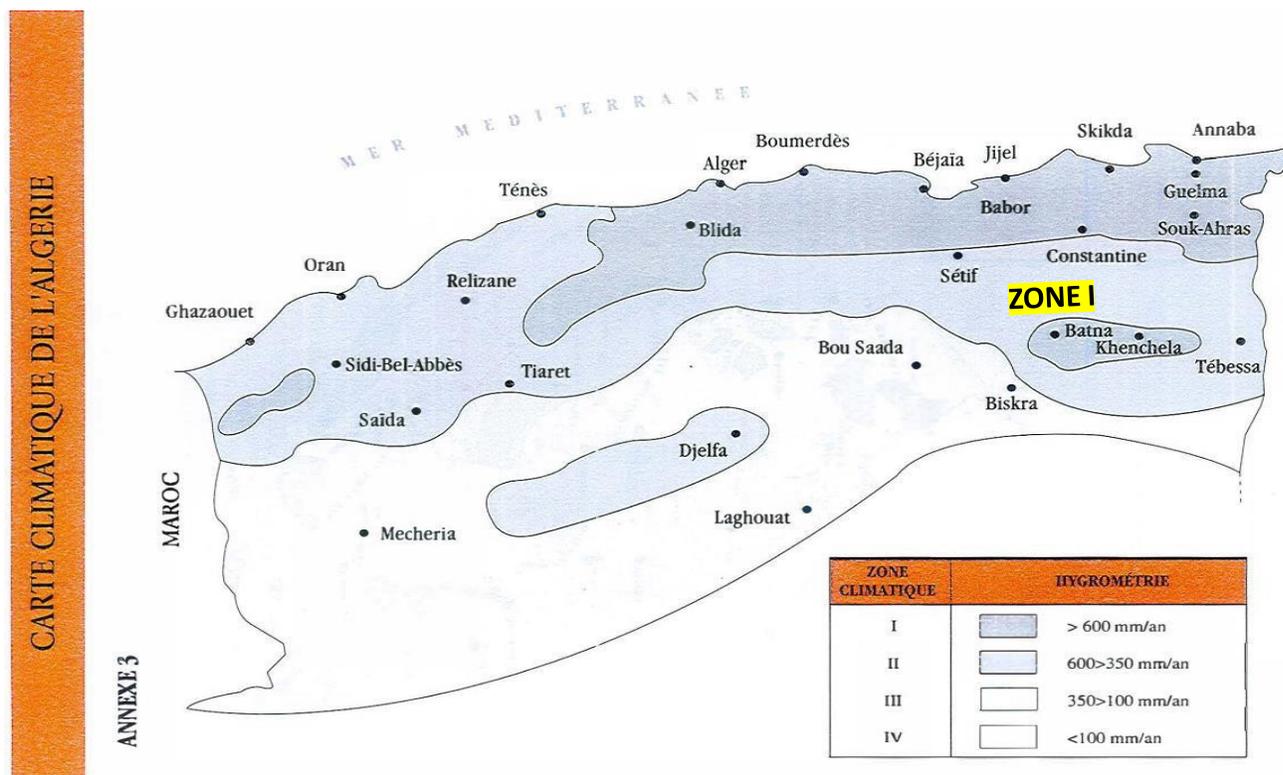


Figure 3.8 : les zones climatiques en Alger

III.7-CHOIX DES DIFFERENTES COUCHES CONSTITUANTES DE LA CHAUSSEE :

Tableau III.9: Amélioration de la portance du sol support est : S4

Classe portance du sol terrassé (Si)	Épaisseur de couche de forme (C.F)	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	50cm (en 2couches)	S3
S4	35cm	S3
S4	60cm (en 3couches)	S2
S3	40cm (en 2couches)	S2
S3	70cm (en 3couches)	S1
S2	40cm (en 2couches)	S1

Pour passer du support S4 au support S2, il faut prévoir **60 cm de TVO** afin d'obtenir les dimensions souhaites couche de forme La structure c'est **(6BB + 20GB + 30GNT)**.

Tableau III.10: Les Choix de dimensionnement par la méthode du catalogue

Fiche de structure de chaussée. Zone climatique I et II. $\tau = 4\%$. RP1

		S2			S1			S0		
TPL7 3000 - 6000	Roul.	8BB			8BB	10BB		8BB	10BB	
	Base	14GB			12GB	21GL	23BCg	11GB	20GL	23BCg
	Fond.	15GB			13GB	21GL	16GC	11GB	19GL	15GC
TPL6 1500 - 3000	Roul.	8BB			8BB	8BB		8BB	8BB	
	Base	12GB		23BCg	11GB	21GL	21BCg	10GB	20GL	20BCg
	Fond.	13GB		18GC	11GB	21GL	16GC	10GB	19GL	15GC
TPL5 600- 1500	Roul.	6BB			6BB					
	Base	11GB			10GB					
	Fond.	12GB			10GB					
TPL5 600- 1500	Roul.	6BB	8BB		6BB	8BB		6BB	8BB	
	Base	20GB	23GL	21BCg	14GB	19GL	20BCg	12GB	18GL	18BCg
	Fond.	30GNT	22GL	18GC	30GNT	19GL	16GC	30GNT	18GL	15GC
TPL4 300- 600	Roul.	6BB								
	Base	10GB								
	Fond.	10GB								
TPL4 300- 600	Roul.	6BB	6BB		6BB	6BB		6BB	6BB	
	Base	15GB	22GL	20BCg	10GB	19GL	17BCg	10GB	17GL	16BCg
	Fond.	35GNT	21GL	18GC	35GNT	18GL	16GC	20GNT	17GL	15GC
TPL3 150- 300	Roul.	6BB	6BB		6BB	6BB		6BB	6BB	
	Base	15GB	20GL		10GB	17GL		10GB	16GL	
	Fond.	30GNT	20GL		25GNT	17GL		15GNT	16GL	

TPLi : classe de trafic PL/jour/sens. Epaisseurs de mise en œuvre GB (min=10, max=15), GNT (min=15, max=25), GL (min=15, max=25), GC(min=15, max=25), BCg (min=15, max=35),
 durée de vie (GB/GNT, GB/GB, GL/GL : 20 ans), durée de vie (BCg/GC : 25 ans)

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, et la zone climatique I, on constate :
 Notre structure est :

S4 → S2 = +60 Cm → **6 (BB) + 20 (GB) + 30 (GNT) + 60 (TVO)**

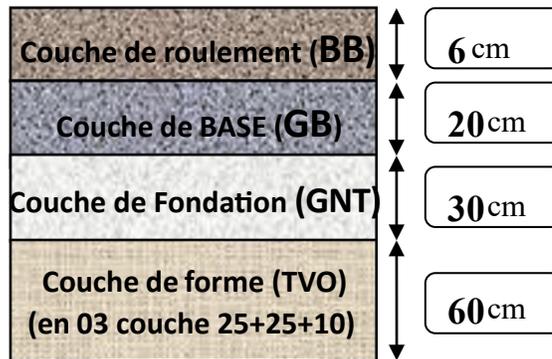


Figure 3.9 : L'épaisseur choisie par catalogue

On remarque bien que l'épaisseur du corps de chaussée donnée par la méthode CBR est nettement inférieure à celle donnée par la méthode du catalogue. Donc, pour des raisons de sécurité, on adopte pour notre projet la structure du corps de chaussée ayant la plus grande épaisseur, à savoir, celle de la méthode du catalogue : **(6 BB + 20 GB + 30 GNT + 60 TVO)**.

III.7.1- Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

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

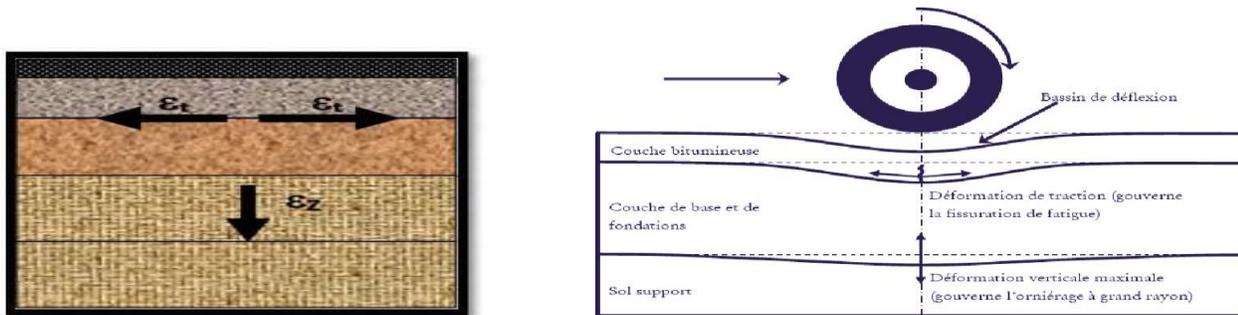


Figure 3.10 : Les charge applique de sol et la déformation de sol support.

Les données :

Tableau III.11 : Températures équivalents Θ_{eq}

Températures Équivalents Θ_{eq}	Zone Climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

Zone climatique I \Rightarrow Températures équivalents $\Theta_{eq} = 20^\circ$

$\Theta_{eq} = 20^\circ\text{c}$ \longrightarrow $E(20^\circ, 10\text{ Hz}) = 7000\text{ Mpa}$

Tableau III.12: Risque adoptés pour réseau RP1

	Classe de trficc TPLi (PL/J/Sens)	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GC GB/GNT	25	25	20	20	15	10	5	2

Classe de trafic TPL5 \Rightarrow Risque R % = 10

Fractile de loi normale, qui est fonction de risque adopté t :

Tableau III.13: valeurs de t

Risque r %	25	20	15	12	10	5	2
fractile t	-0.674	-0.842	-1.036	-1.175	-1.282	-1.645	-2.054

Risque : r% = 10 \longrightarrow t = -1.282

C : coefficient égal à \longrightarrow C = 0,02

Tableau III.14: Valeurs du coefficient d'agressivité A

Niveau de réseaux principale « RPi »	Type des matériaux et structure	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traité au bitume : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.60
	Chaussées à matériaux traité au liant hydraulique : GL/GL, BCg/GC	1

Tableau III.15: Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériaux	E(20°,10HZ) (MPa)	E(10°,10HZ) (MPa)	ε_6 (10°c,25hZ) 10 ⁻⁶	-1/b	SN	SH (cm)	v	Kc calage
BB	4000	--	--	--	--	--	0.35	--
GB	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

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

- Θ_{eq} = température équivalente ($\Theta_{eq} = 20c^\circ$) $\Rightarrow E(20^\circ, 10Hz) = 7000$ MPa
- Classe de trafic (TPL5).
- Risques adoptés pour réseau RP1 (r%=10).
- C : coefficient égal 0.02
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté (t).
- A : coefficient en fonction du Niveau de réseaux principale « RP1 » (A = 0.6)

III.7.2- CALCUL DU TRAFIC CUMULE DE POIDS LOURD (TCI) :

$$TCI = TPLi \times 365 \times \frac{(1+t)^n - 1}{t} = 1023 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} = 11118985.65 \text{ PL/J/Sens}$$

$$TC_i = 11.12 \times 10^6 \text{ PL/J/Sens}$$

III.7.3- CALCUL DU TRAFIC CUMULE EQUIVALENT (TCEI) :

$$TCE_i = TC_i \times A = 11.12 \times 10^6 \times 0.6 = 6.67 \times 10^6 \text{ PL/ J/ Sens}$$

$$TCE_i = 6.67 \times 10^6 \text{ PL/J/Sens Essieux équivalents de 13 tonnes}$$

III.7.4-CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE AU NIVEAU DU SOL SUPPORT :

$$\varepsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (\text{TCE})^{-0.235} = 22 \times 10^{-3} \times (6.67 \times 10^6)^{-0.235} = 0.00047612$$

$$\varepsilon_{z.adm} = 547.96 \times 10^{-6}$$

III.7.5-CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE POUR LES MATERIAUX BITUMINEUX :

$$\varepsilon_{t.adm} = \varepsilon_6 (10^\circ \text{ C}, 25\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$$

➤ $K_{ne} = (\text{TCEi}/10^6)^b$ Avec : $-1/b = 6.84 \Rightarrow b = -1/6.84 \Rightarrow b = -0.146$

$$K_{ne} = \left(\frac{6.67 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} \rightarrow K_{ne} = 0.758$$

➤ $K_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ \text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}}$ $K_\theta = \sqrt{\frac{12500}{7000}} = 1.336 \rightarrow K_\theta = 1.336$

➤ $K_r = 10^{-t \cdot b \cdot \delta}$ Avec $r = 10\%$ (TPL5) $\Rightarrow t = -1.282$

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2} \rightarrow \delta = \sqrt{0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2} \rightarrow \delta = 0.609$$

$$K_r = 10^{-t \cdot b \cdot \delta} \Rightarrow K_r = 10^{-(-1.282) \times (-0.146) \times 0.609} = 0.769 \rightarrow K_r = 0.769$$

➤ K_c calage $\rightarrow K_c = 1.3$

$$\varepsilon_{t.adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0.758 \times 1.336 \times 0.769 \times 1.3 = 92.69 \times 10^{-6} \rightarrow \varepsilon_{t.adm} = 101.23 \times 10^{-6}$$

III.7.6-RESULTATS DE CALCUL PAR ALIZE LCPC :

TABLEAU III.16: Tableau de Modélisation

	Epaisseur (cm)	Module E (MPa)	Valeur de *K*	Coefficient de poisson
Couche de roulement BB	06	4000	/	0.35
Couche de base GB	20	7000	/	0.35
Couche fondation GNT	05	350	/	0.25
Couche fondation GNT	25	350	/	0.25
Couche forme TVO	10	350	2.5	0.25
Couche forme TVO	25	250	2.5	0.25
Couche forme TVO	25	125	2.5	0.25
Sol support (S4)	/	50	/	0.35

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'ALIZE LCPC sont inférieures aux valeurs Admissibles $\epsilon_{t.adm}$ et $\epsilon_{z.adm}$ calculées

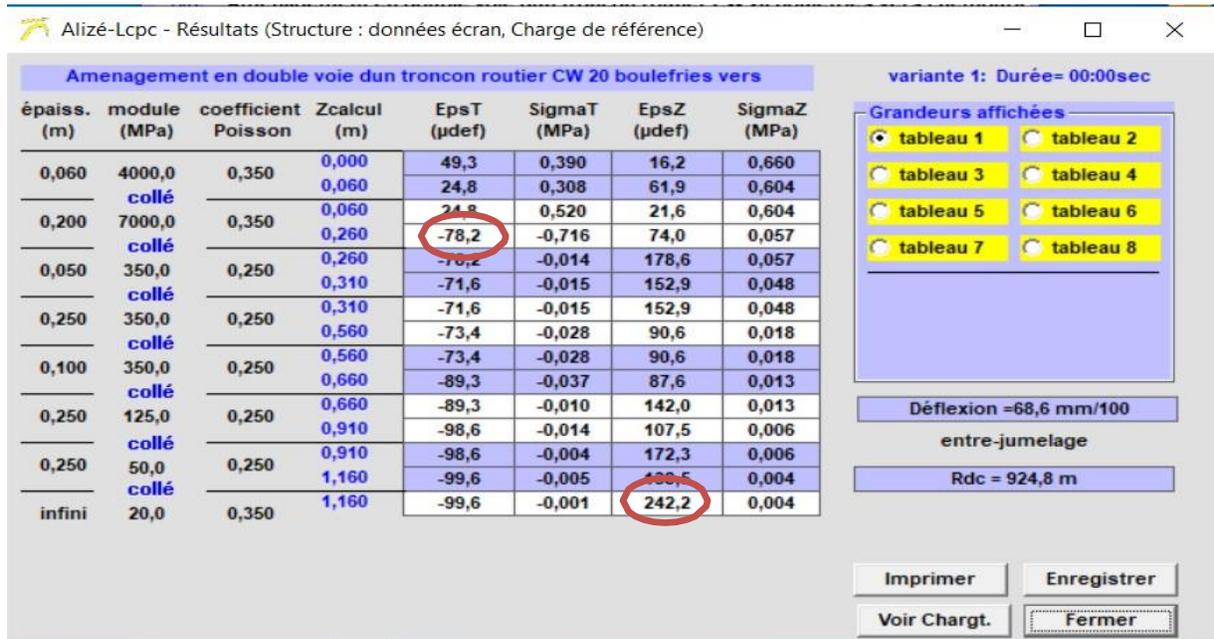
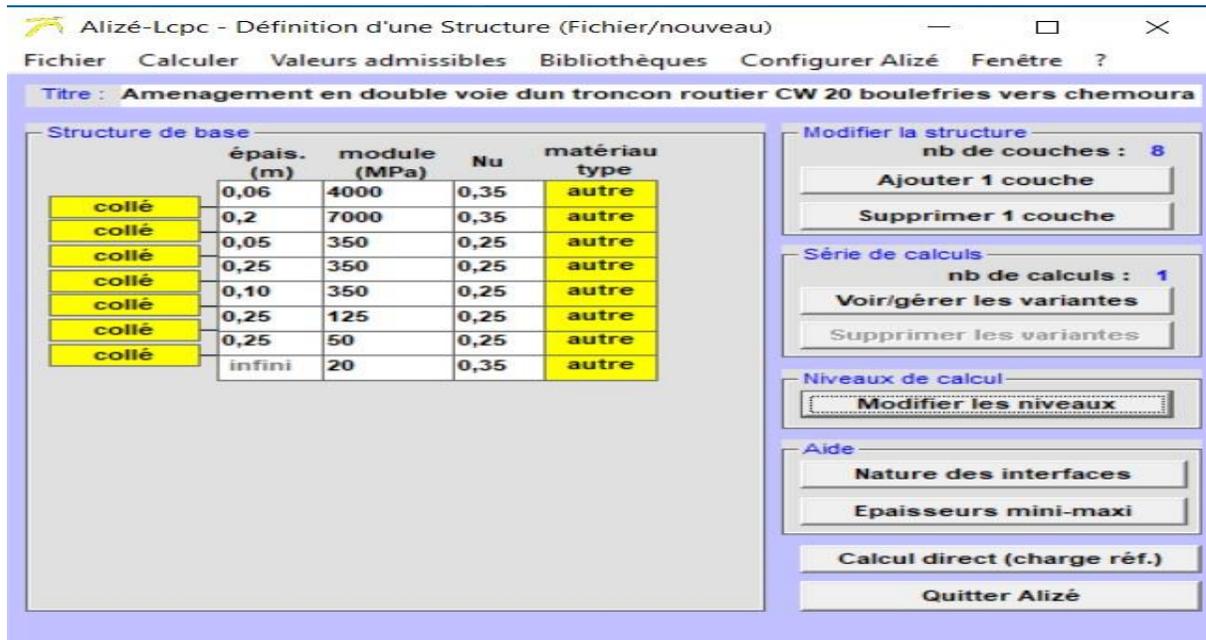


Figure 3.11 : Les résultats calculés avec le logiciel ALIZE LCPC

$\epsilon_z = 242.20 \times 10^{-6} < \epsilon_{z.adm} = 547.96 \times 10^{-6}$ (Condition vérifiée)

$\epsilon_t = 78.2 \times 10^{-6} < \epsilon_{t.adm} = 101.23 \times 10^{-6}$ (Condition vérifiée)

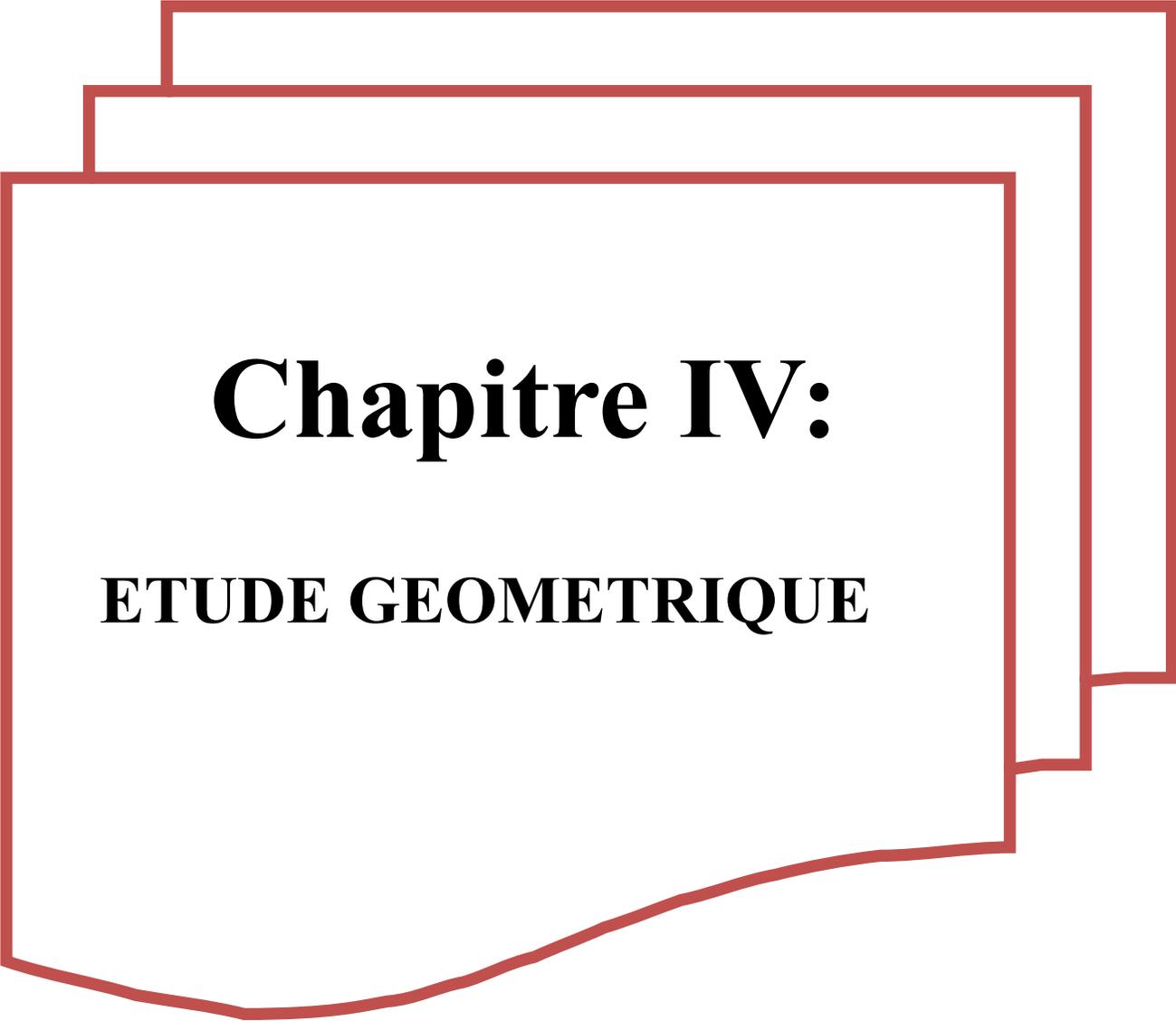
III.8-Conclusion :

Donc après les calculs et la vérification des déformations par **ALIZE LCPC** on prend la structure qui est donnée par la méthode de catalogue algérien.

Structure de la chaussée qu'applique dans le projet

Dimensionnement	Structure de la chausse du projet
CTTP	6 (BB) + 20 (GB) +30 (GNT) +60 TVO

Tableau III.17: Les résultats de la méthode retenue



Chapitre IV:

ETUDE GEOMETRIQUE

IV.1-TRACE EN PLAN :

IV.1.1- DEFINITION :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal, Il est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer une bonne sécurité.

IV.1.2- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

- Appliquer les normes du B40 si possible.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles, si possible.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10 m.

IV.1.3- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

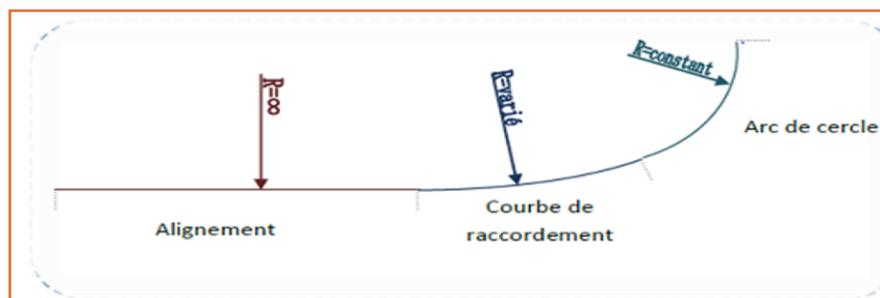


Figure. 4.1 : les éléments de tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide des Clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

1. Les alignements :

La droite soit l'élément géométrique le plus simple, est employée dans le tracé des routes de manière restreinte. La cause en est qu'elle présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peu engendré des accidents (sommolence).
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloigné.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignements est justifié :

- En plaine, où des sinuosités ne sont absolument pas motivées
- Dans les vallées étroites
- Le long de construction existante
- En zone urbaine, où existent des passages imposés des plans d'alignement
- Pour donner la possibilité de dépassement.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédant et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

a. La longueur minimale :

Celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps $t=5\text{sec}$ a la vitesse de référence

$$L_{\min} = 5V_B / 3.6 \quad \longrightarrow \quad L_{\min} = \mathbf{111.1m}$$

Avec : V_B : vitesse de référence en km/h, L_{\min} en m.

b. La longueur maximale :

Celle correspondant a un chemin parcouru durant un temps $t=1\text{min}$ a la vitesse de base

$$L_{\max} = 60 V_B / 3.6 \quad \longrightarrow \quad L_{\max} = \mathbf{1333.3m}$$

Avec : V_B : vitesse de référence en km/h, L_{\max} en m.

2. Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- La stabilité des véhicules en courbe.
- La visibilité dans les tranchées en courbe
- L 'inscription de véhicules long dans les courbes de rayon faible

a. Stabilité En Courbe :

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

$$R \geq \frac{V_R^2}{g(f_t + d)}$$

Nous amène à la conclusion suivante :

Avec :

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

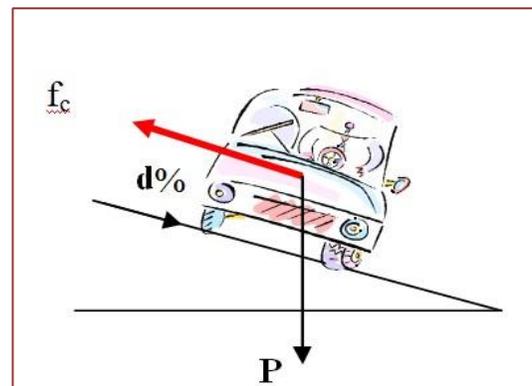


Figure 4.2 : Force centrifuge L'équilibre des forces agissant sur le véhicule

❖ **Rayon minimal absolu (RHm) :**

C'est le rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence lorsqu'il est associé au dévers maximal.

Ce rayon est employé généralement dans les conditions les plus difficiles (régions montagneuses).

$$RHm = \frac{V_R^2}{127(f_t + d_{max})} \Rightarrow RHm = \frac{80^2}{127(0.13 + 0.07)} = 251.96 \text{ m}$$

f_t : coefficient de frottement transversal. = **0.13**

Tableau IV.1. : Coefficient de frottement transversal

V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	

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

Au dévers maximum (d_{max}) correspond le rayon minimum absolu RHm. Avec :

Tableau IV.2. : Divers maximal

V(Km/h)	Dmax (%)
Cat 1-2	7
Cat 3-4	8
Cat 5	9

❖ **Rayon minimal normal (RHn) :**

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

$$RHn = \frac{(V_R + 20)^2}{127(f_t + d_{max})} \Rightarrow RHn = \frac{(80 + 20)^2}{127(0.13 + 0.04)} = 463.17 \text{ m}$$

Dans la réalité pour chaque catégorie, on lui associe un dévers réel :

$d = 5\%$ $\Rightarrow V > 80\text{Km/h}$

$d = 4\%$ $\Rightarrow V \leq 80\text{Km/h}$

❖ Rayon au dévers minimal (RHd) :

La vitesse de projet V_r est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales dans notre cas le V_r est de **80km/h**.

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

Dévers associé :

$d_{min} = 2.5\%$ catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$ → catégorie 3 – 4

$$RHd = \frac{V_R^2}{127(2 \times d_{min})} \Rightarrow RHd = \frac{80^2}{127(2 \times 0.025)} = 1007.87 \text{ m}$$

❖ Rayon minimal non déversé (RHnd):

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

Application :

Pour les catégories 1 et 2

$$RHnd = \frac{V_R^2}{127 \times 0.035} \Rightarrow RHnd = \frac{80^2}{127 \times 0.035} = 1439.82 \text{ m}$$

Notre projet : (Aménagement on double voie d'un tronçon routier de la CW20 BOULEFRIES a CHEMORA (Wilaya de Batna) situé dans un environnement **E1**, et classé en catégorie **C2** avec une vitesse de référence de **$V_r = 80 \text{ Km/h}$** , donc à partir du règlement **B40** on peut avoir le **Tableau**.

Parameters	symbols	Valeurs
Vitesse (km/h)	V_R	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	251.96 m
Rayon horizontal normal (m)	RHn (5%)	463.17 m
Rayon horizontal au dévers minimum (m)	RHd (2.5%)	1007.87 m
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1439.82

Tableau IV.3: les rayons de tracé en plan

b. Visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur du courbe par un talus de déblai, par une Construction ou forêt. Pour assurer une bonne visibilité au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à dé terminé. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu' à ce que la visibilité soit assurée

❖ Sur largeur :

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

Ce problème, dit de « **l'inscription des véhicules** » dans les virages, s'adresse aux sinuosités de faibles rayons, généralement inférieur ou égale à 200 m.

$$s = \frac{L^2}{2R}$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m).

R : rayon de l'axe de la route ($R < 200$ m).

IV.1.4- LES COURBES DE RACCORDEMENT(CR) :

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

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

a. Rôle et nécessité du CR :

L'emploi du CR se justifié par les quatre conditions suivantes :

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

b. Types de courbe de raccordement :

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

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

❖ 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 :

Cette 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 ou centre de symétrie

❖ Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers

✓ Expression mathématique de la Clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L .

$$K = C.L \text{ Avec } K=1/R \Rightarrow L.R=1/C \text{ On pose : } 1/C = A^2$$

L'équation fondamentale $L.R = A^2$

✓ Élément de la Clothoïde :

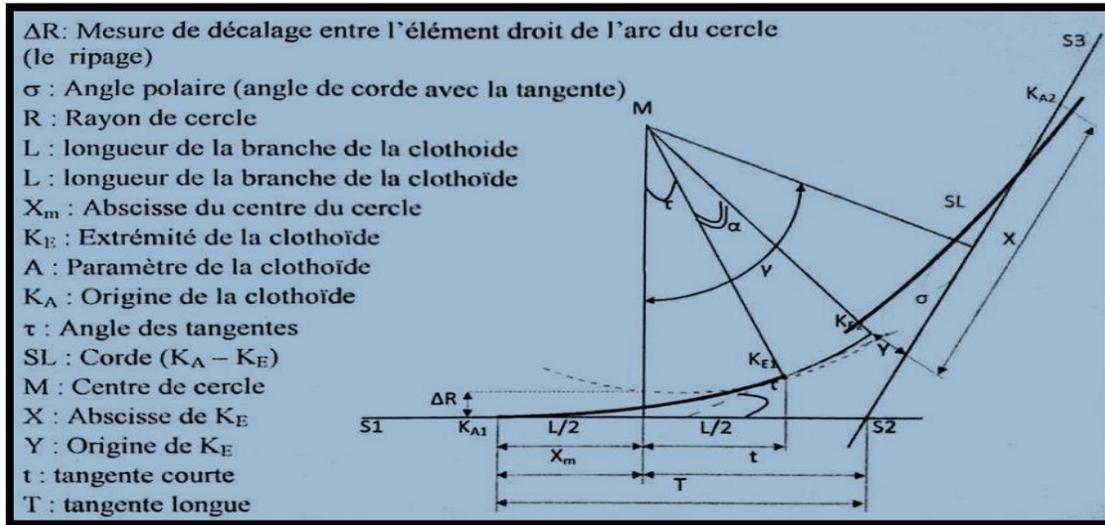


Figure 4.3 : Courbe de raccordement clothoïde

IV.1.5- LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :

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

A- CONDITION DE CONFORT OPTIQUE :

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

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

$\tau = L/2R > 1/18$ rads $\rightarrow L > R/9$ soit $A > R/3$ $R/3 \leq A \leq R$

Règle générale (B40) :

$R \leq 1500m$	$\Delta R = 1m$ (éventuellement 0.5m)	$L_{r1} = \sqrt{24R\Delta R}$
➤ $R > 5000m$	$\Delta R = 2.5m$	$L_{r1} = 7,25\sqrt{R}$
➤ $1500 < R \leq 5000m$		$L_{r1} = R/9$

B- CONDITION DE CONFORT DYNAMIQUE :

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

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left[\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta R \right]$$

- ❖ L : longueur de clothoïde.
- ❖ V_r : vitesse de référence (km/h).
- ❖ R : rayon en (m).
- ❖ Δd : variation de dévers.

C- Condition de gauchissement :

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

$$L_r \geq \frac{(l \times \Delta d \times V_r)}{50}$$

- L_r : longueur de raccordement. - l : distance axe de rotation –bord de chaussée.

- Δd : variation de dévers en %. - V_r : vitesse de référence (km/h).

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

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

IV.1.6- COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

A) COURBE EN S :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.

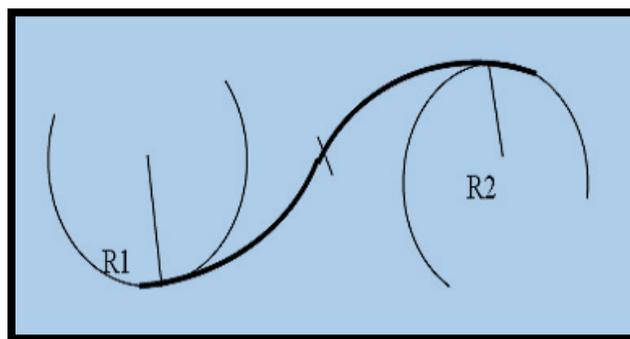


Figure.4.4 : Courbe en S

B) COURBE A SOMMET :

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

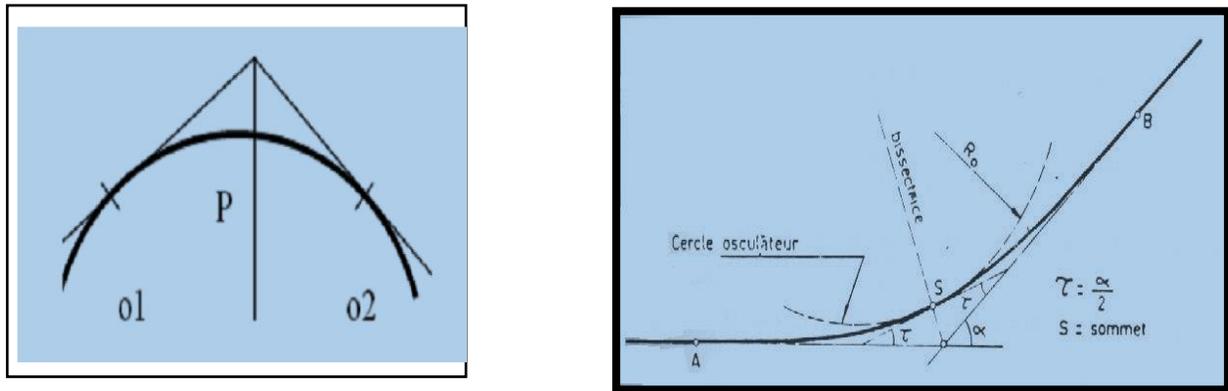


Figure.4.5 : Courbe à sommet

C) COURBE EN C :

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

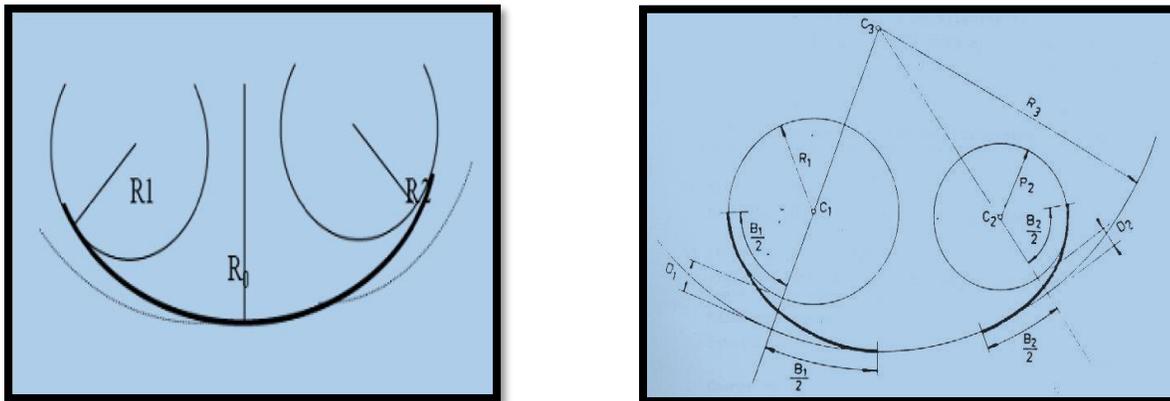


Figure 4.6 : Courbe en C

D) COURBE EN OVALE :

Un arc de **Clothoïde** raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être Concentrique

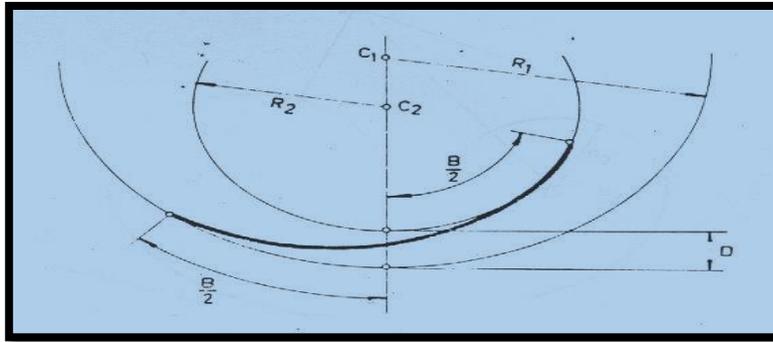


Figure4.7 : Courbe en Ovale

IV.1.7- Notion de devers :

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

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

A. Devers en alignement :

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

$$d_{\min} = 2.5\%$$

B. Devers en courbe :

En courbe permet de :

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

C. Rayon de courbure :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente ; d'où le rayon de courbure.

D. Calcul des devers :

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

$$\text{Si } R_{Hm} < R < R_{Hn} \text{ On a: } d = d_{max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}} \right) \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{Hn}}}$$

$$\text{Si } R_{Hn} < R < R_{Hd} \text{ on a: } d = d_{min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) \frac{d_{min} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hd}} - \frac{1}{R_{Hn}}}$$

Les rayons compris entre R_{Hd} et R_{Hnd} sont au devers minimal mais des rayons supérieurs à R_{Hnd} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

E. Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (**2.5%**), en courbe ils ont des valeurs supérieures (**de 3 à 7%**).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des **Clothoïdes** :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance **Dmin**.

$$D_{min} = \frac{5}{36} \times v_B \Delta d$$

Appelée longueur de gauchissement.

- Pour les courbes en **S**, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

IV.1.8- La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques 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'usager (traversée d'une ville, modification du relief, etc....).

a) - Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

b) -Vitesse de projet :

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

On entend par conditions normales :

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

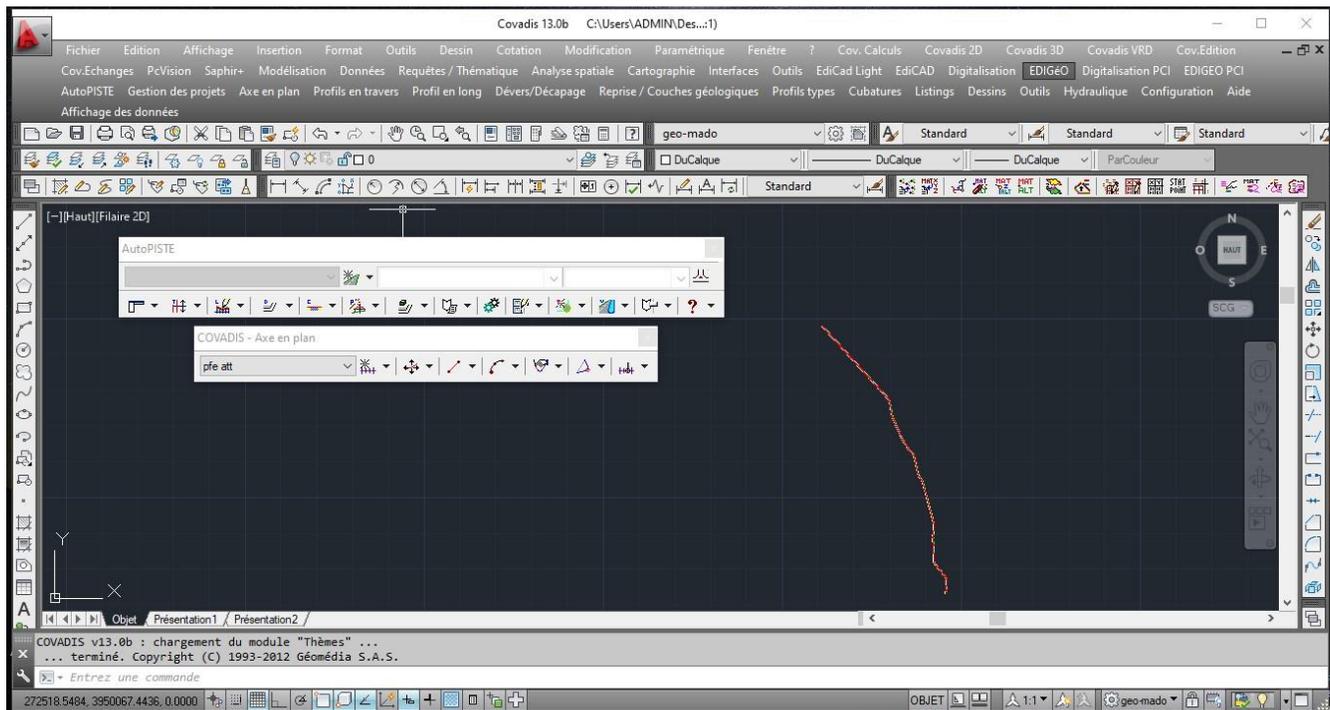
IV.1.9- Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin. On a le tableau des coordonnées (x, y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte topographique.

Le calcul d'axe se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

1. Détermination des coordonnées (x, y) des sommets à partir d'une simple lecture sur lelevé topographique.
2. Fixé le rayon au sommet
3. Choix de la clothoïde. La clothoïde est définie par une seule donnée : Soit sa longueur L Soit son paramètre A.
4. Calcul des gisements :
5. On déduire l'angle des tangentes (α) entre les alignements.
6. Calcul des tangentes
7. Calcul de la corde polaire SL.
8. Vérification de non- chevauchement.
9. Calcul de l'arc en cercle.
10. Calcul des coordonnées des points particuliers.
11. Calcul des kilométrages des points particuliers.

IV.1.10- Application de projet :



Remarque :

Le listing de la trace en plan (Axe) est donné par logiciel Covadis AUTOPISTE (covadis13) (Voir les annexes)

IV.2- Profil en long

IV.2.1- Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

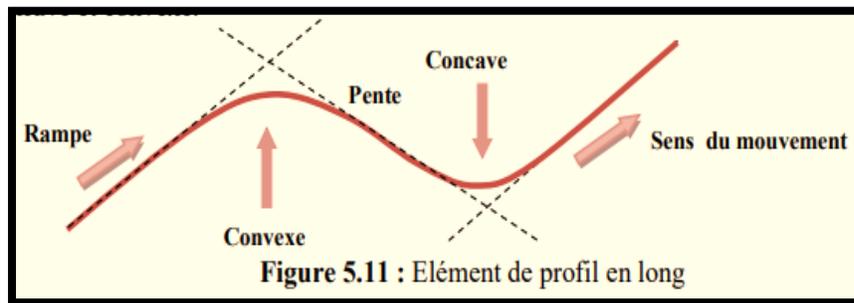


Figure 4.8 : Élément de profil en long

IV.2.2- Règles à respecter dans la trace du profil en long :

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

- ✓ Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, Qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long.
- ✓ Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- ✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- ✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

- ✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- ✓ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

IV.2.3- Les éléments de composition du profil en long :

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

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

IV.2.4- Coordination du tracé en plan et profil en long :

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

- ✓ D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- ✓ D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- ✓ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
- ✓ D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- ✓ D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
- ✓ Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- ✓ De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **6 fois** au moins le rayon en plan).

IV.2.5- Déclivités :

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

A) - Déclivité Minimum :

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

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

B) - Déclivité Maximum :

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

- ✓ La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- ✓ L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc, La déclivité maximale dépend de :

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

Tableau. IV.4 : Déclivité maximale Selon le B40

V_R km/h	40	60	80	100	120	140
I_{\max} %	8	7	6	5	4	4

- Pour notre cas la vitesse $V_r=80$ Km/h donc la pente maximale $I_{\max}=6\%$.

IV.2.6- Raccordements en profil en long :

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

A- Raccordements Convexes (Angle Saillant) :

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

a) - Condition de confort :

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

Limitation de l'accélération verticale :

$g/40$ pour cat.1-2

$g/30$ pour cat.3-4-5

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à:

$V_r^2/R_v < g/40$ Pour $g=10\text{m/s}^2$

$$R_{v \min} = \begin{cases} 0,3.V_r^2 \text{ pour cat (1 - 2)} \\ 0,23.V_r^2 \text{ pour cat (3 - 4 - 5)} \end{cases}$$

Dans notre cas $R_{v \min} = 0.3V_r^2$

$$R_{v \min} = 0.3(80)^2 = 1920 \text{ m}$$

Avec : - R_v : rayon vertical (m)

- V_r : vitesse de référence (Km/h)

b) - Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

- D_1 : distance d'arrêt (m)
- h_0 : hauteur de l'œil (m)
- h_1 : hauteur de l'obstacle (m)

✓ dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » : $h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$ m

On trouve :

$$R_v = 0.24 d_1^2$$

B - Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

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

Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec : - R_v' : rayon minimum du cercle de raccordement. - d_1 : distance d'arrêt.

Condition esthétique :

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

Avec : d : changement des devers.

R_{vmin} : rayon vertical minimal.

$$R_{vmin} = 100 \times \frac{50}{\Delta d (\%)}$$

IV.2.7-Caractéristiques des rayons en long :

Pour le cas de Notre projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le de la ligne rouge.

Sont donnés par le tableau suivants (selon B40)

Tableau IV-5 : les rayons profil en long.

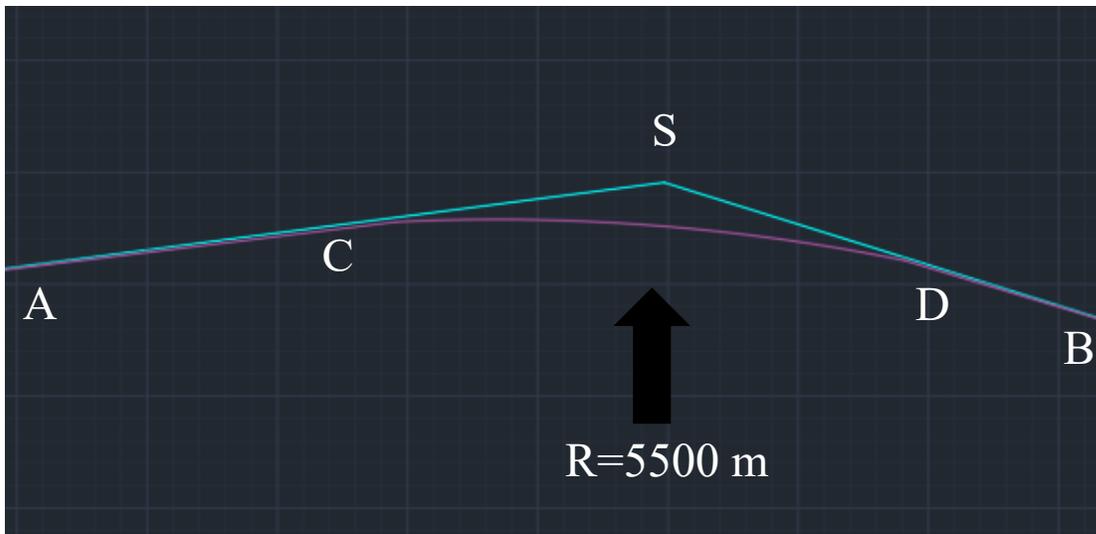
<i>Catégorie</i>		<i>C2</i>
<i>Environnement</i>		<i>E1</i>
<i>Vitesses de base (Km/h)</i>		<i>80</i>
<i>Rayon minimal en angle saillant RV en (m)</i>	<i>Route unidirectionnelle : (2x2 voies)</i> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <i>RVm1 (minimal absolu) en m</i> <i>RVn1 (minimal normal) en m</i> </div>	<i>6000</i> <i>2500</i>
<i>Rayon minimal en angle rentrant RV en (m)</i>	<i>Route unidirectionnelle : (2x2 voies)</i> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <i>R'vm (minimal absolu) en m</i> <i>R'vn (minimal normal) en m</i> </div>	<i>2400</i> <i>3000</i>
<i>Déclivité maximale</i>	<i>Imax (%)</i>	<i>6%</i>

IV.2.8-Application au projet :

Détermination pratiques du profil en long :

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, B, S.
- Donnée le rayon R.



	X(m)	Z(m)
A	4030.9	885,666
S	4397.38	887.211
B	5027.57	878,864

a) - Calcul des pentes :

$$P_1 = \Delta Z_1 / S_1 \quad P_1 = \frac{887.212 - 885.666}{4397.38 - 4030.9} = 0.0042$$

$$P_1 = 0.42\%$$

$$P_2 = \Delta Z_2 / S_1 \quad P_2 = \frac{887.212 - 875.864}{5027.57 - 4397.38} = 0.0132$$

$$P_2 = -1.32\%$$

b)- Calcul de la tangente :

$$\bullet \quad T = (R/2) * (P_1 + P_2) = (5500/2) * (0.0042 + 0.0132) = 47.85 \text{ m}$$

$$T = 47.85 \text{ m}$$

c)- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$C \left\{ \begin{array}{l} XC = XS - T = 4397.38 - 47.85 = 4349.53 \text{ m} \\ ZC = ZS - (T * P_1) = 887.211 - (47.85 * 0.0042) = 887.011 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$D \left\{ \begin{array}{l} XD = XS + T = 4397.38 + 47.85 = \mathbf{4445.23 \text{ m}} \\ ZD = ZS - (T \cdot P_2) = 887.211 - (47.85 \cdot 0.0132) = \mathbf{886.58 \text{ m}} \end{array} \right.$$

d)- Calcul de la longueur de raccordement :

- $L = 2 \times T = 2 \times 47.85 = \mathbf{95.7 \text{ m}}$

$$\mathbf{L = 95.7 \text{ m}}$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = R \cdot P_1 = 5500 \cdot 0.0042 = \mathbf{23.1 \text{ m}} \\ Z = (R/2) \cdot P_1^2 = (5500/2) \cdot 0.0042^2 = \mathbf{0.04851 \text{ m}} \end{array} \right.$$

$$J \left\{ \begin{array}{l} XJ = XC + X_1 = 4349.53 + 23.1 = \mathbf{4372.63 \text{ m}} \\ ZJ = ZC + Z = 887.011 - 0.04851 = \mathbf{4349.578 \text{ m}} \end{array} \right.$$

IV.3- PROFIL EN TRAVERS

IV.3.1- Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

IV.3.2- DIFFERENT TYPE DE PROFILS EN TRAVERS :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

A) Le profil en travers type ne change pas en principe pour un tronçon routier. Le profil en travers type permet de lire les dimensions suivantes : largeur de la chaussée, des accotements, les talus en remblais et en déblais, les fossés, les dévers de la chaussée et des accotements, ainsi que les différentes couches représentant le corps de chaussée (épaisseurs et type de matériau).

B) Le profil en travers courant permet d'appliquer le profil type sur le terrain réel pour déterminer les surfaces de remblai et de déblai.

IV.3.3- LES ELEMENTS DE COMPOSITION DES PROFILS EN TRAVERS :

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

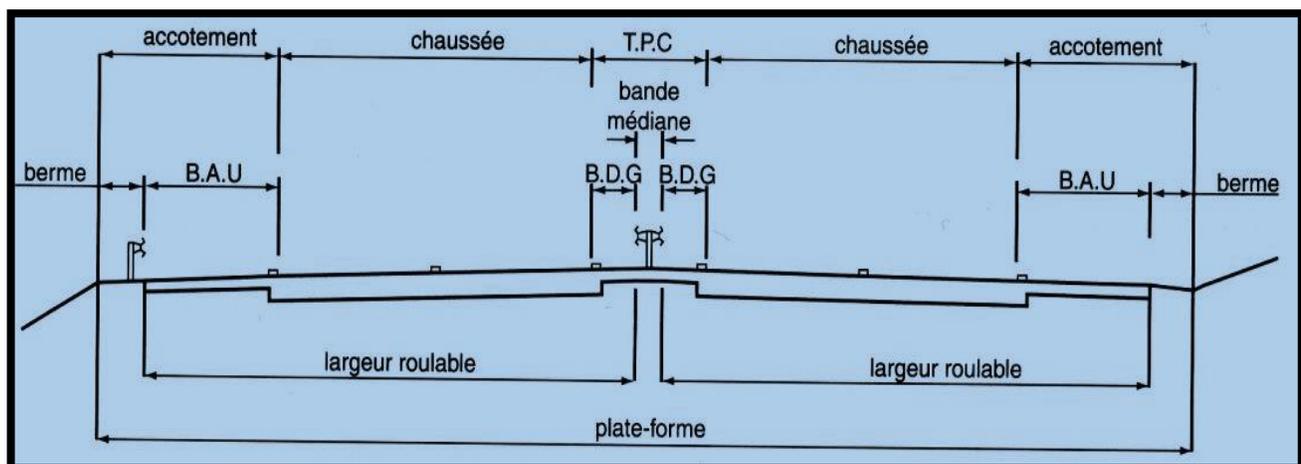


Figure 4.9 : les éléments de profil en travers

A) La chaussée : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

B) La largeur rouable : Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

C) La plate-forme : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

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

E) L'emprise : C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

F) Les accotements : Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

G) Le terre-plein central : Le T.P.C assure la séparation des deux sens de circulation, Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

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

H) Sur largeur S : Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

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

J) La largeur de la chaussée : La largeur de la chaussée dépend surtout de l'importance de la circulation à écouler

Valeur du rayon	Sens du dévers	Valeur du dévers
240m	Vers l'intérieur du virage	7%
Compris entre 240 et 650	Vers l'intérieur du virage	$-0.13 + 1712.2/R$
650m	Vers l'intérieur du virage	2.5%
Compris 650 et 900	Vers l'intérieur du virage	2.5%
900m ou plus	En toit	2.5%

Tableau IV.6: Dévers route R80 ou T80

IV.3.4- PROFIL EN TRAVERS DE NOTRE PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet sera composé d'une chaussée dédoublée. Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- **Deux chaussées de deux voies de 7.5 m chacune : $2 \times (3.75 \times 2) = 15.00$ m Avec surlargeur de 0,50 m côté TPC et de 0,25 m côté accotement**
- **Un terre-plein central de (TPC) = 3.00 m.**
- **Un accotement de 2.0 m à chaque côté droit de la chaussée.**
- **Fossé forme trapézoïdale : 0,50m x 0,50m x 0,50m**
- **Talus remblai : 2/3 Talus déblai : 2/3**

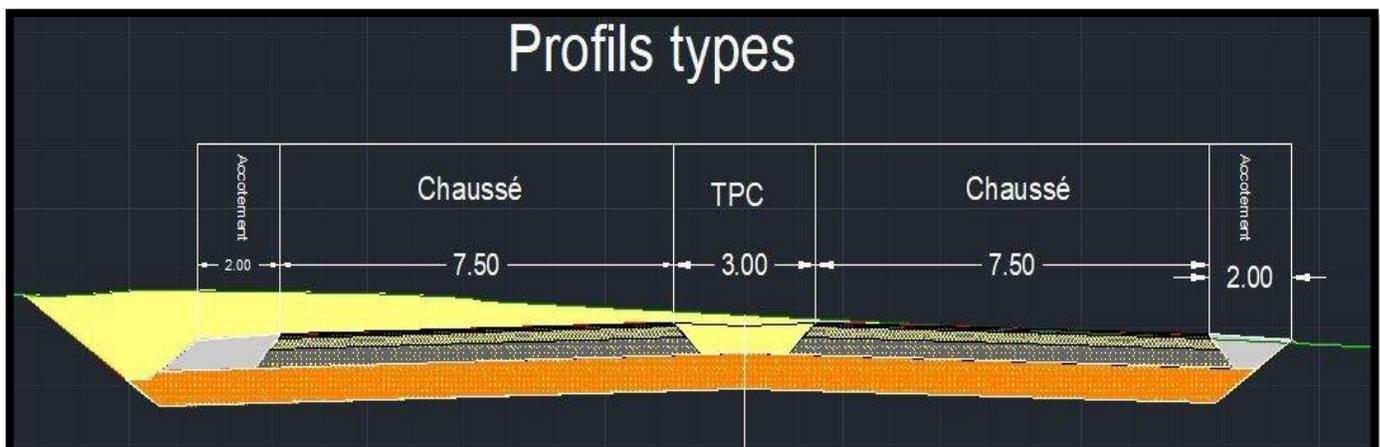


Figure 4. 10 : Profil en travers type mixte.

IV.4- Cubature

IV.4.1- INTRODUCTION :

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les volumes à apporter (Remblai), pour donner à la route une allure uniforme et homogène pour recevoir un ceps de chaussée qui permette aux véhicules de circuler en toutes sécurité et sérénités à partir de

- **Les Surfaces** de remblai ou de déblais obtenus par le profil en travers ;
- **Les Distances** entre profils en travers, indiquées sur le profil en long. On peut évaluer les volumes de terrassement.

IV.4.2- METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec marges d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10% et ceci dans le but d'être en sécurité.

A. DESCRIPTION DE LA METHODE :

Nous calculons les surfaces S_D et S_R de déblai et de remblais pour chaque profil en travers.

En utilisant la formule qui calcule le volume compris entre deux profils successifs :

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

Où : h , S_1 , S_2 et S_{moy} désignant respectivement :

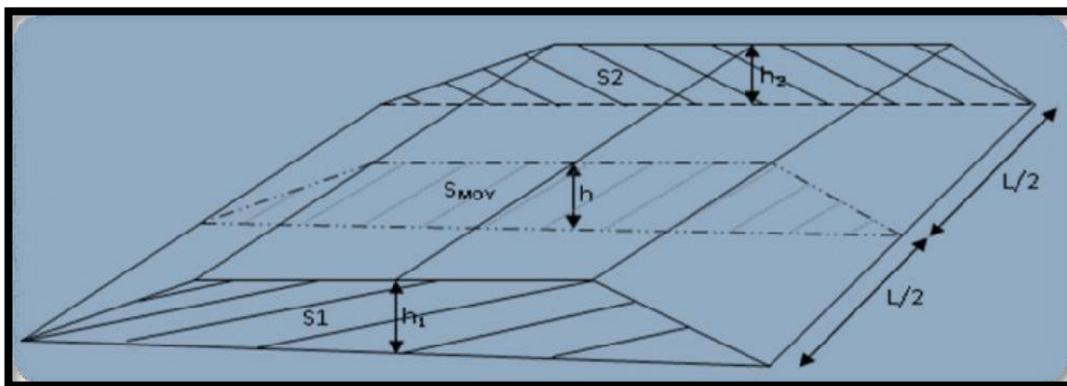


Figure.4.11 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné

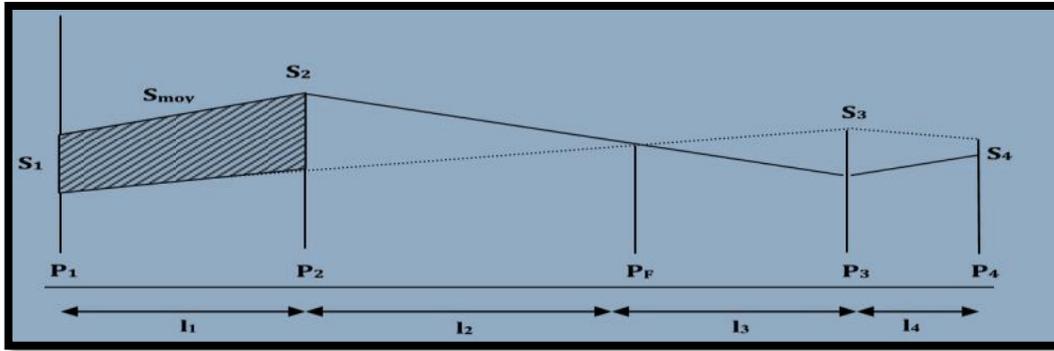


Figure.4.12 : profil en long cas mixte avec profil fictif

h : La hauteur entre deux profils.

S_1 et S_2 : Les surfaces des profils en travers.

S_{moy} : La surface limitée à mi-distance des profils.

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

$$V = \frac{1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant très voisines :

$$S_{moy} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

Ceci donne : Donc les volumes seront :

$$\text{➤ Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre } P_2 \text{ et } P_F : V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{➤ Entre } P_F \text{ et } P_3 : V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$$

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

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

IV.4.3- Calcul des cubatures de projet :

Le calcul automatique des cubatures a donné lieu à un volume de remblai et de déblai comme suit :

-Volume déblai = 301336 m³

-Volume remblai = 59012 m³

NB : Les résultats des Cubatures en détails sont représentés on **les annexes**. (Déblai, Remblai)

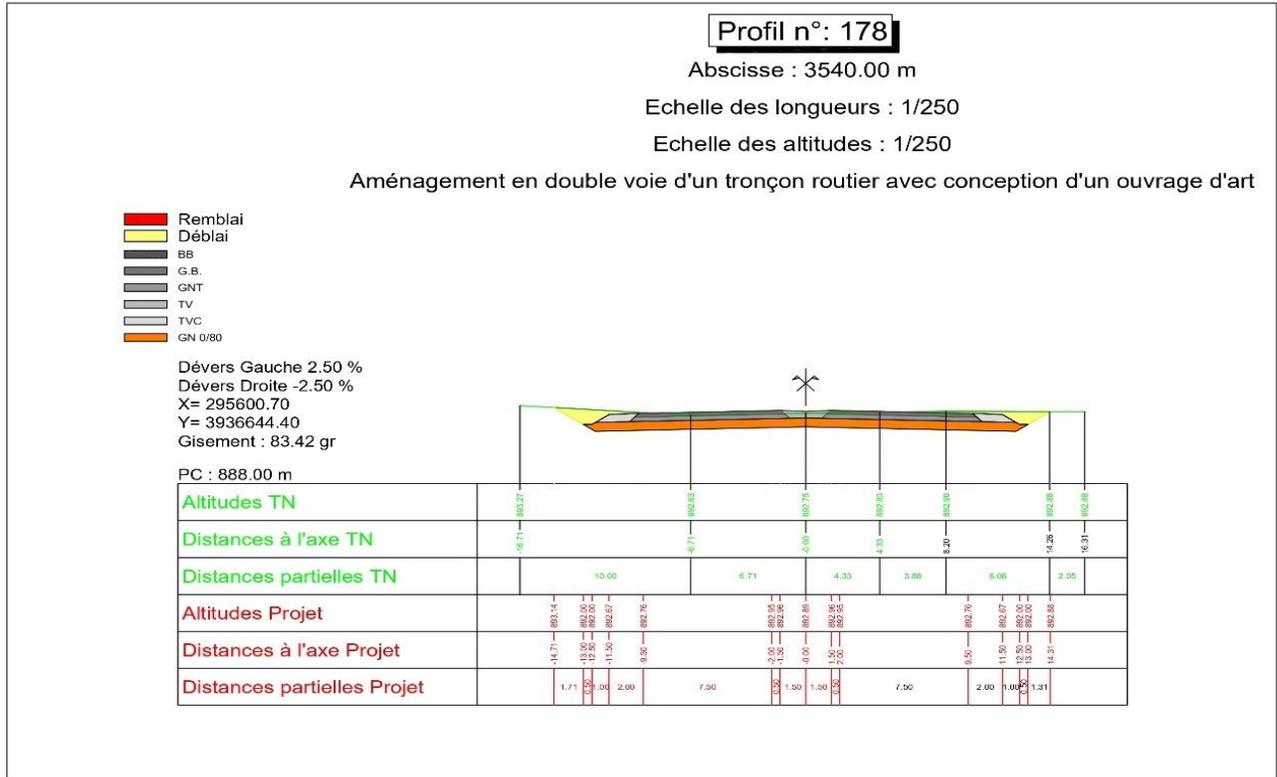


Figure.4.13 : Profil en travers Déblais

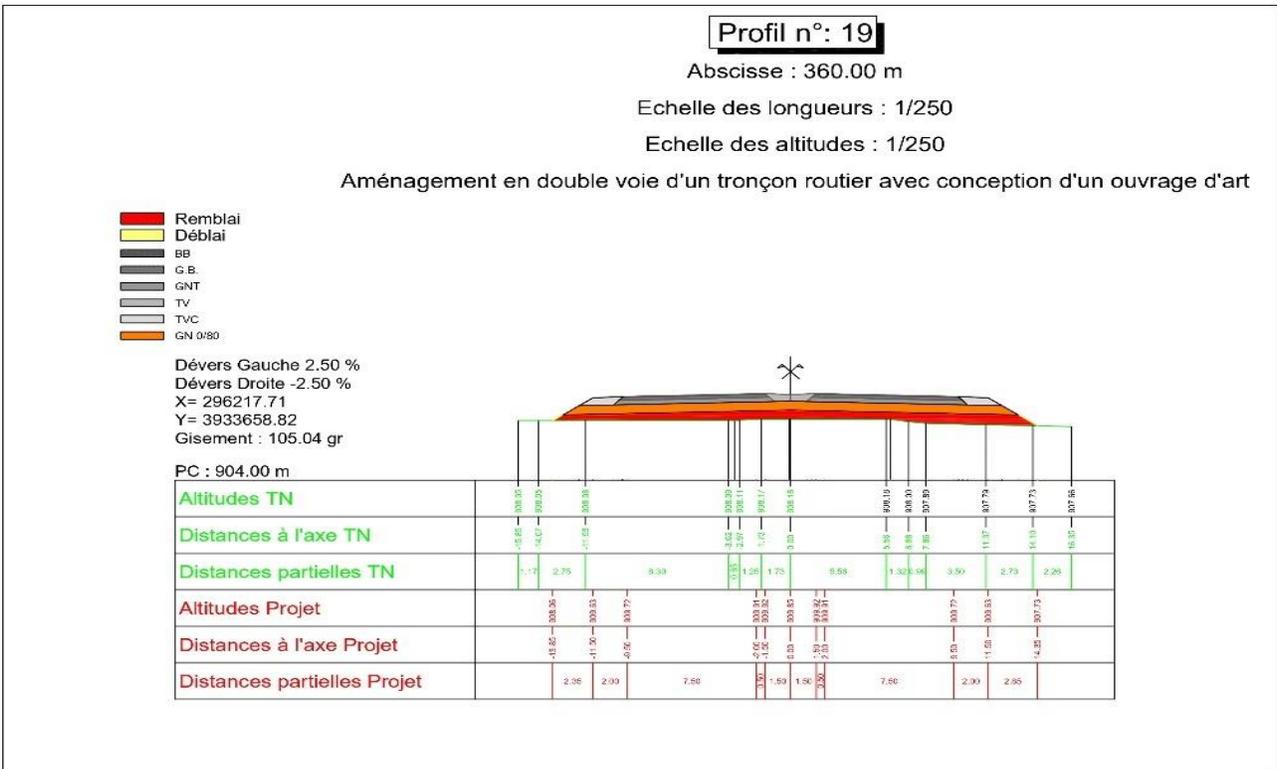
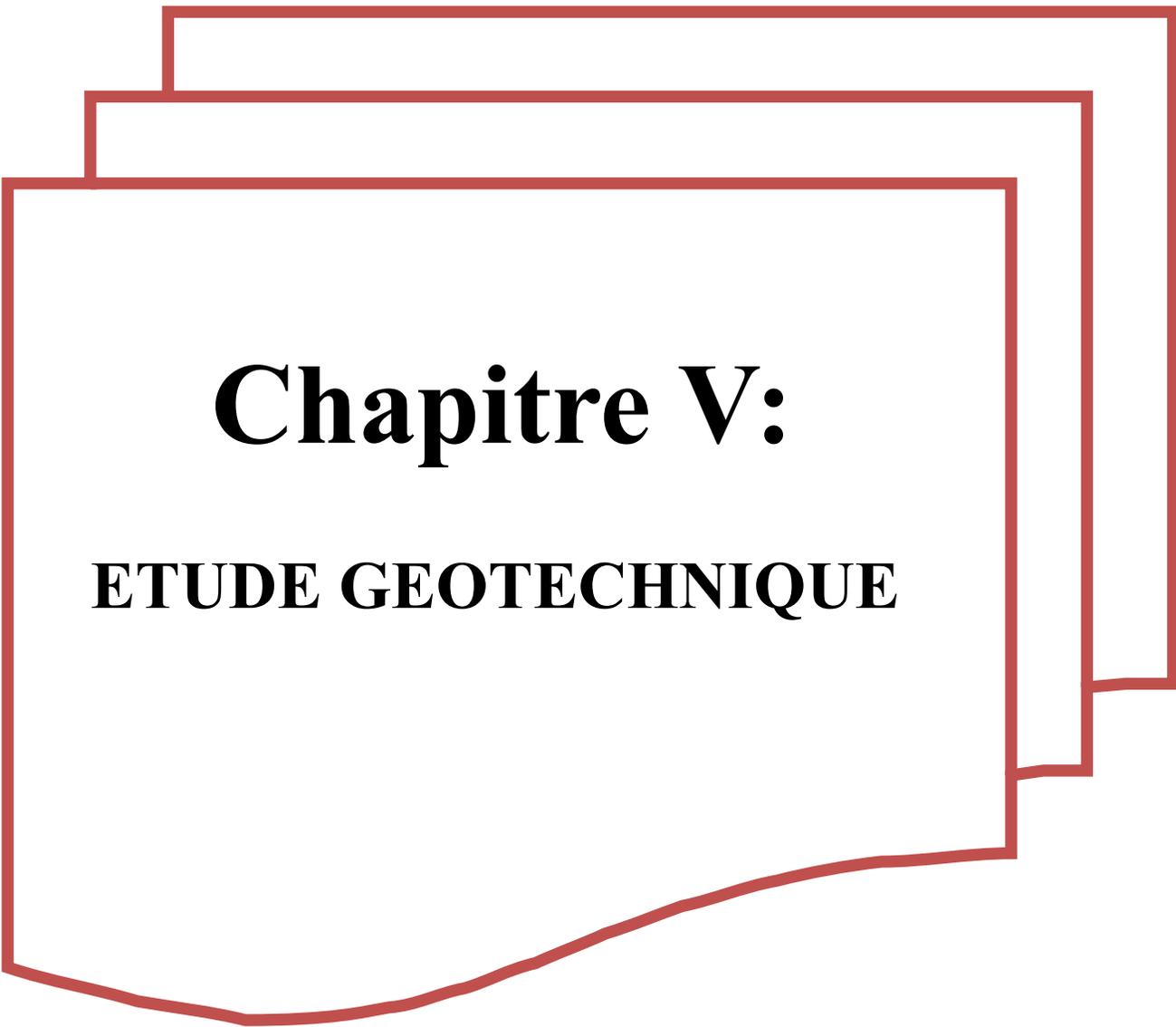


Figure.4.14 : Profil en travers Remblai



Chapitre V:

ETUDE GEOTECHNIQUE

ETUDE GEOTECHNIQUE

V.1- INTRODUCTION :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée

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.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

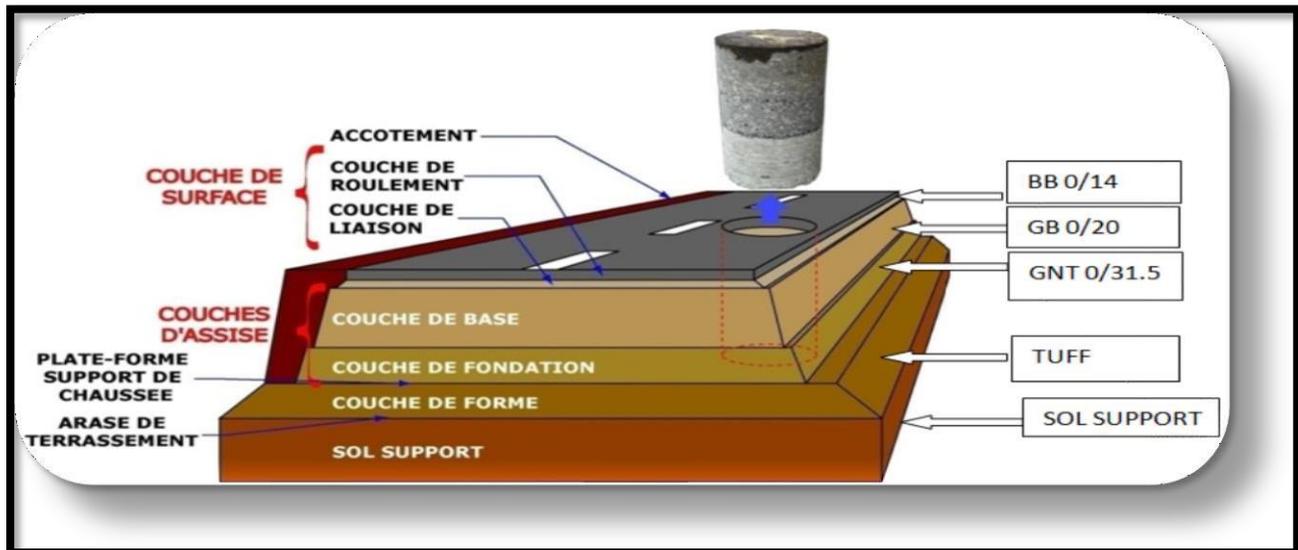


Figure 5.1: différente couche de la corps de chaussée

V.2- BUT DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE :

La géotechnique a pour but d'analyser les caractéristiques mécaniques et physiques du sol support qui sert d'assise pour la structure de la chaussée.

Pour l'élaboration et l'exécution d'un projet, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance des terrains traversés. Pour cela, la reconnaissance géotechnique constitue une source d'informations indispensables, car elle permet :

- **En phase d'étude** : de bien définir le projet (dimensionnement du corps de chaussée et choix des matériaux).

- **En phase d'exécution** : elle permet de réaliser les travaux avec un minimum de risques possibles (choix des moyens et des matériaux adaptés à la nature des sols).
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.
- Cette étude doit aussi permettre de localiser les différentes couches, donner les renseignements de chaque couche, les caractéristiques mécaniques et physiques de sol support.
- La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties. Elle étudie notamment les remblais, les fondations de chaussée, la construction des diverses couches de la chaussée.

V.3- LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :

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

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

V.4- LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

Les essais réalisés en laboratoire pour les échantillons prélevés de notre projet sont :

- **Des essais d'identification**
- **Des essais mécaniques**

A) Les essais d'identification :

- Teneur en eau (NF P 94- 050).
- Masse volumique (NF P 94-053\ NF P 94-054).
- Analyse granulométrique par tamisage (NF P 94-056).
- Analyse granulométrique par sédimentation (NF P 94-057).
- Limites d'Atterberg (NF P 94-051).
- Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068).

B) Les essais MECANIQUES :

- Essai Proctor (NF P 94-093)
- Essai CBR (NF P 94-078)

V.4.1- LES ESSAIS D'IDENTIFICATION :

A) Teneur en eau :

La teneur en eau d'un granulat ou d'un sol est le pourcentage d'eau (en masse) par rapport au matériau sec :

$$\omega \% = \frac{\text{Masse de l'eau contenue}}{\text{Masse de matériau sec}} * 100$$

B) Masse volumique : (γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$.

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

- ❖ **Principe de l'essai** : on utilise le principe de la poussée d'Archimède. En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.
- ❖ **But de l'essai** : le but de cet essai est de déterminer expérimental au laboratoire de certains caractéristique physique des sols.
- ❖ **Domaine d'utilisation** : cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

C) Analyse granulométrique par tamisage :

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

- ❖ **Principe de l'essai** :
L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes.
- ❖ **But de l'essai** :
C'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).
- ❖ **Domaine d'utilisation** : la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

D) Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance (**I_c**). Ces deux limites :

- **Limite de liquidité (**W_L**)** : est une valeur de teneur en eau qui indique le passage du sol à l'état liquide, elle est obtenue théoriquement par une fermeture correspondant à **N=25chocs**.

$$W_L = W_N(N/25)^{0,121}$$

- **Limite de plasticité (**W_P**)** : teneur en eau d'un sol remanié caractérisant la transition entre un état plastique et un état solide - le sol est durcit et se fissure.
- **L'indice de plasticité (**I_p**)** : **I_p = W_L - W_P**

❖ But de l'essai :

Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).

❖ Domaine d'application :

L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

E) Essai au bleu de méthylène :

La détermination de la valeur au bleu de méthylène d'un sol (V.B.S) a pour but de mesurer la quantité et l'activité argileuse d'un sol par dosage de la quantité de bleu de méthylène pouvant s'adsorber sur la prise d'essai. Cette valeur est rapportée par proportionnalité directe à la fraction 0/50 mm du sol.

❖ Objectifs Spécifiques :

Déterminer la quantité de colorant (**bleu de méthylène**) fixée par 30 g de la fraction granulaire analysée et calculer la valeur de bleu D'un sable « **V.B.S** ».

❖ Mode opératoire :

A la prise d'essai agitée dans de l'eau, on injecte successivement des doses de **5 ml** d'une solution de bleu de méthylène. Après chaque injection, une goutte est prélevée et déposée sur un papier filtre. Le test devient positif lorsque l'aurolé, d'abord incolore, demeure bleu clair pendant 5 minutes. La valeur de bleu est la quantité de solution injectée rapportée par proportionnalité directe à la fraction **0/50 mm** du sol.

Valeur de bleu méthylène : $VBS = (\text{masse de bleu} / \text{masse de l'échantillon sec}) * 100$

V.4.2- LES ESSAIS MECANIQUE :

A) Essai Proctor :

❖ **But de l'essai :**

L'essai Proctor a pour but de déterminer, pour un compactage d'intensité donnée, la teneur en eau à laquelle doit être compacté un sol pour obtenir la densité sèche maximum. La teneur en eau ainsi déterminée est appelée « **teneur en eau optimum Proctor** ».

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

B) Essai CBR :

❖ **Principe de l'essai :**

On compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois énergies de compactage. 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre jours. Les passants sur le tamis inférieur à 20 mm dans le moule CBR.

❖ **But de l'essai :**

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

❖ **Domaine d'utilisation :**

Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

V.5- APPLICATION A NOTRE PROJET :

RECONNAISSANCE DU SOL :

Reconnaissance In-Situ :

Puit K4 (295643.56 m E, 3935156.40 m N)

- 0.00– 0.30 m : Terre végétale
- 0.30 –1.60 m : Limon

Puit K5 (295113.15 m E, 3938309.80 m N)

- 0.00– 0.30 m : Terre végétale
- 0.30 –1.40 m : Argile

Puit K6 (293793.02 m E, 3941505.63 m N)

- 0.00– 0.30 m : Terre végétale
- 0.30 –1.30 m : Argile

Puit K7 (291770.51 m E, 3943947.26 m N)

- 0.00– 0.30 m : Terre végétale
- 0.30 –1.50 m : Argile

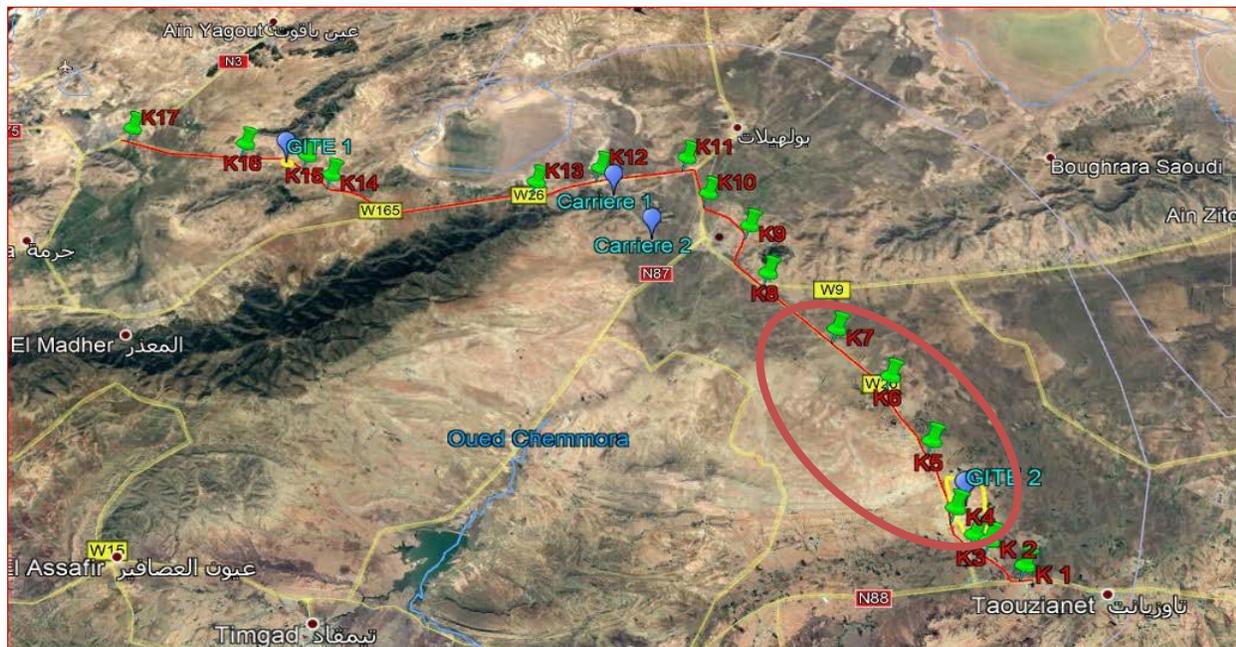


Figure 5.2 : L'implantation des puits de reconnaissance sur image satellitaire

V.6- Condition d'utilisation des sols en remblais :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

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

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

V.7-Résultat des essais au laboratoire :

Les résultats des essais sont donnés dans le tableau suivant :

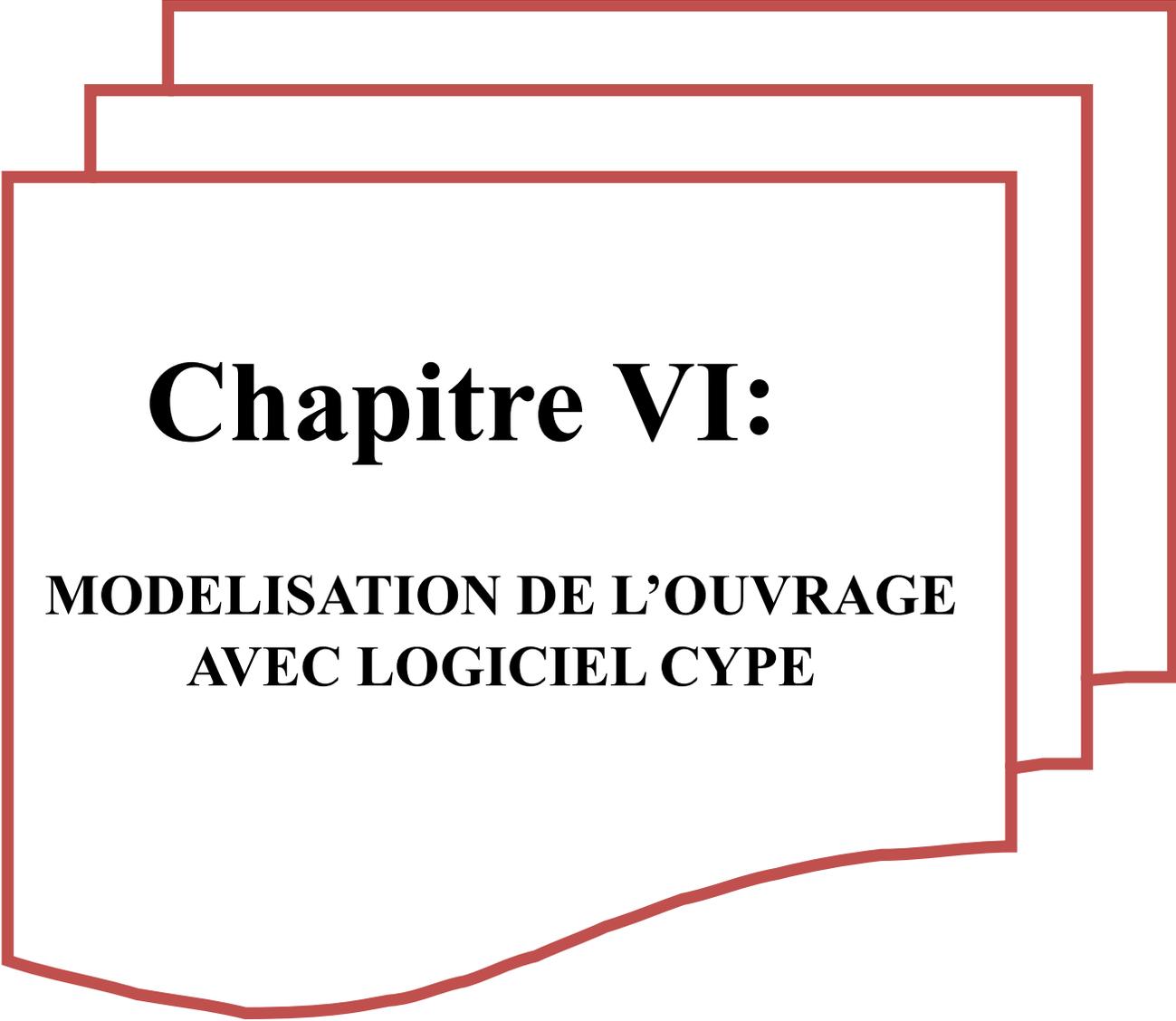
Puits	Wn %	Granularité			Plasticité			Proctor modifié		I _{CBR} %	Classification GTR
		D _{max} %	2mm %	80μ %	WI (%)	IP (%)	VBS (%)	δd _{max} %	W _{opm} %		
K1	13.63	<50 mm	99	76.13	56	31	/	1.77	15.1	< 5	A3
K2	12.82	<50 mm	90	13.69	50	26	/	1.80	15.2	< 5	B6
K3	9.34	>50 mm	31	14.50	/	/	0.39	1.79	14.1	12.58	C1B5
K4	15.18	<50 mm	98	89.29	45	19	/	1.76	17.0	< 5	A2
K5	14.40	<50 mm	98	95.25	38	13	/	/	/	< 5	A2
K6	18.07	<50 mm	100	97.91	66	34	/	1.60	17.12	< 5	A3
K7	6.83	<50 mm	99	76.24	42	22	/	/	/	< 5	A2
K8	16.84	<50 mm	99	96.91	60	30	/	1.74	16.7	< 5	A3
K9	Dalle Calcaire										R2
K10	15.18	<50 mm	100	96.04	60	30	/	1.70	16.1	< 5	A3
K11	16.86	<50 mm	100	99.61	70	37	/	/	/	< 5	A3
K12	16.46	<50 mm	100	91.72	48	23	/	1.80	16.1	< 5	A2
K13	11.83	>50 mm	32	14.33	42	17	/	1.90	12.7	7.87	C1B6
K14	16.09	<50 mm	99	83.81	48	22	/	/	/	< 10	A2
K15	15.18	<50 mm	89	64.29	/	/	1.28	1.61	20.6	14.95	A1
K16	7.57	>50 mm	57	36.18	/	/	0.70	1.99	11.1	8.37	C1A1
K17	17.82	<50 mm	99	94.05	47	17	/	/	/	< 5	A2
Gite 01	5.73	>50 mm	43	16.07	/	/	0.28	2.12	6.7	/	C1B5
Gite 02	2.17	>50 mm	30	15.86	/	/	0.99	1.83	13.9	/	C1B5

Tableau V.1 : Les résultats des essais de laboratoire

V.8-CONCLUSION :

- Du point de vue portance, les valeurs CBR imbibé présentent des valeurs : - Inférieur Du point de vue portance, les valeurs CBR imbibé présentent des valeurs :
- Inférieur (<) à 5, le sol est de la classe S4 dont la portance est très faible.
- D'après les résultats de l'essai CBR<5, nous recommandons un sectionnement de la couche de forme en visons la classe de portance S2 (EV2=20Mpa) comme suit :

Du PK 00+696 vers Chemora PK 14+109 sur (CW 20) une CDF de 60 cm en matériau sélectionné



Chapitre VI:

**MODELISATION DE L'OUVRAGE
AVEC LOGICIEL CYPE**

VI.1-DEFINITION D'UN DALOT :

Les dalots multicellulaires conviennent particulièrement lorsque les portées restent modestes (jusqu'à environ 25 m) et présentent l'avantage de pouvoir être fondés sur tous les sols acceptant une fondation superficielle peu chargée (la traverse inférieure faisant office de radier général, exerce des pressions sur le sol de l'ordre de 0,1MPa, ce qui n'exclut pratiquement que les vases, les tourbes ou certains limons, et autorise même souvent la fondation sur remblai compacté).

Le dalot c'est un ouvrage qui joue deux rôles essentiels d'une part, permet à la route de franchir un obstacle naturel (cours d'eau) ou artificiel (voie de communication) et d'autre part, il est aussi responsable de l'écoulement des eaux sous la chaussée (Fig. 6.1).

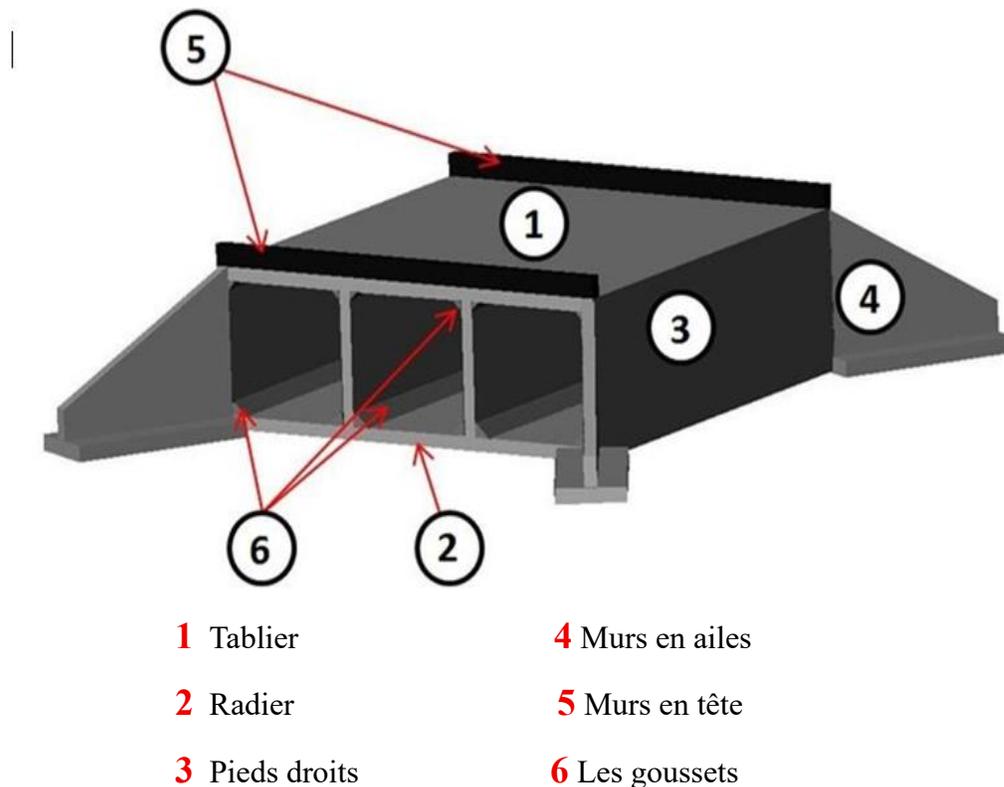


Figure 6.1 : Schéma du dalot

Le dalot est composé de :

- ❖ **Tablier** : est une dalle encastrée sur les pieds droits
- ❖ **Radier** : c'est une fondation superficielle reposant sur béton de propreté
- ❖ **Pieds droits** : Voiles encastrées sur le radier et la dalle.

- ❖ **Murs en ailes** : Il s'agit de murs en T renversé, composés d'un voile vertical de hauteur variable encastré sur une semelle.
- ❖ **Murs en tête** : La fonction des murs en tête et les murs en ailes est d'assurer le soutènement des remblais.
- ❖ **Les goussets** : Les goussets sont des renforcements triangulaires de l'angle de deux pièces perpendiculaires. Ils sont destinés à améliorer l'encastrement des traverses sur les piédroits, à résorber les concentrations de contraintes et à atténuer les effets des pics de moments. Ils améliorent de plus l'esthétique des ouvrages en rendant plus perceptible leur fonctionnement, sur tout pour les portées importantes.

Le choix des goussets : le choix du gousset dépend du porté de dalot

- **Angle supérieur (coupe droite) :**

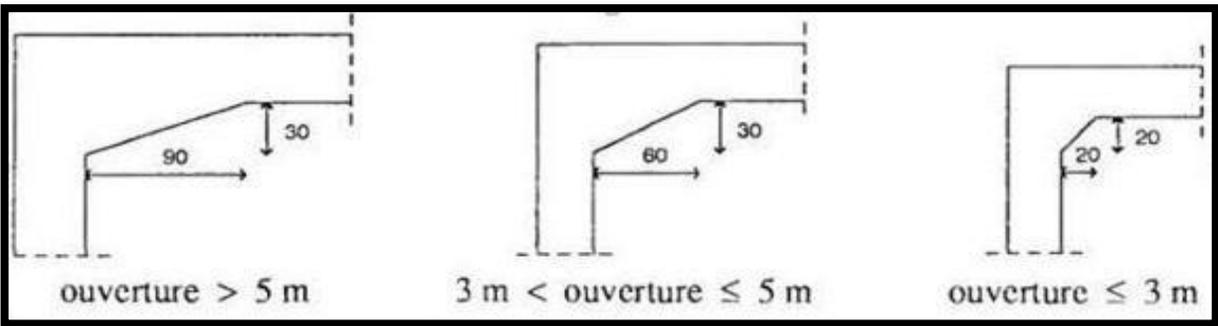


Figure 6.2: Le choix des goussets angle supérieur

- **Angle supérieur (coupe droite) :**

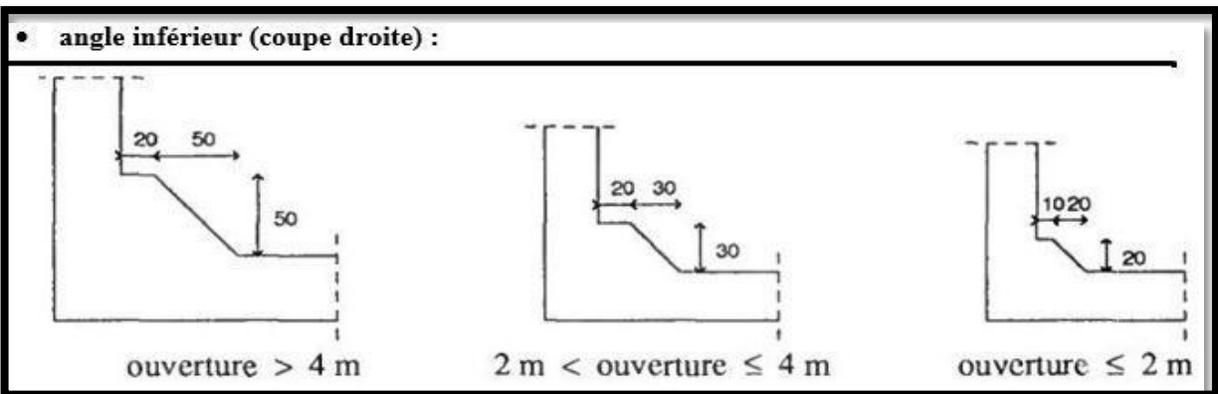


Figure 6.3: Le choix des goussets angle inferieur.

VI.2- Programmes des charges statique et dynamique :

VI.2.1-Introduction :

Dans cette partie on va calculer les charges et les surcharges que l'ouvrage doit supporter car il a une fonction porteuse, les actions appliquées à un ouvrage peuvent être permanentes ou variables.

VI.2.2-Les charges permanentes :

Les charges permanentes sont constituées du poids propre du tablier, des équipements de pont (garde-corps) et Le poids et la poussée des terres et de la surcharge uniforme sur la dalle due à la couche de remblai.

La hauteur de remblai sur l'ouvrage est : **0,35 m.**

N.B : Ces charges permanentes sont prises en compte dans les calculs par le logiciel.

En vue de la justification des éléments susceptibles d'être soumis à des efforts de la part des remblais d'accès au pont, on considère que ces remblais sont susceptibles de recevoir une charge d'une tonne par mètre carré ($1,00 \text{ t/m}^2$), répartie sur toute la largeur de la plate-forme.

VI.2.3-Les charges d'exploitation :

Les règlements des charges sur les ponts font partie de l'ancienne génération. Elles sont regroupées dans le Fascicule 61 titre I, II, III .

- Le titre I : relatif aux ponts ferroviaires.
- **Le titre II : relatif aux ponts routes.**
- Le titre III : relatif aux ponts canaux.

Elles doivent alors comporter une marge, afin de permettre ultérieurement des modifications éventuelles des conditions d'exploitation ; l'expérience montre en effet que, lorsqu'un ouvrage a été conçu de façon à satisfaire trop strictement aux conditions prévues, tout changement de celles-ci impose des renforcements très onéreux des structures porteuses.

VI.2.4-Calcul des surcharges routières :

On distingue :

- ❖ La surcharge de type A (L).
- ❖ Système B. (B_r , B_c , B_t).
- ❖ MC120.

1. La largeur roulable (L_r)

Elle se définit comme la largeur comprise entre dispositifs de retenue ou bordures.

La largeur roulable $L_r = 7,50$ m

2. La largeur chargeable (L_c)

Se déduit de la largeur roulable, en enlevant une bande de 0,50m le long de chaque dispositif de retenue (glissière ou barrière) lorsqu'il en existe. Dans notre projet on a : $L_c = L_r - n \times 0,5$

3. Le nombre de voie

Les chaussées comportent un nombre de voie de circulation égal à la partie entière du quotient par 3 de leur largeur chargeable.

$$N = \frac{LC}{3}$$

4. Classe de ponts routes

On distingue trois classes de ponts, on fonction de leurs largeurs roulables suivantes

Tableau VI.1 : Tableau de Classe de pont.

La classe	La largeur roulable
1	$L_r \geq 7$ m
2	$5,50 \text{ m} < L_r < 7$ m
3	$L_r < 5,50$ m

Le pont cadre est de **Première** classe car il supporte une chaussée dont la largeur roulable est égale à **7,50 m**.

A) Système de charges type A (L) :

Le système A se compose d'une charge uniformément répartie dont la l'intensité dépend de la longueur L chargée est donne par la formule suivante : $A_2(L) = a_1 \times a_2 \times A(L)$

Avec : $A(L) = 2.3 + \frac{360}{L+12}$

$$A(L) = 2.3 + \frac{360}{13,5+12}$$

$$A(L) = 16,41 \text{ kN/m}^2$$

Les coefficients a_1 et a_2 dépendent de la classe du pont et de voie.

a_1 : coefficient de dégressivité transversale de la charge, est donné par le tableau suivant.

Tableau VI.2 : Coefficient de dégressivité transversale de la charge.

Classe du pont	Nombre des voies chargées				
	1	2	3	4	5
1 ^{ère}	1	1	0.9	0.75	0.75
2 ^{ème}	1	0.9	-	-	-
3 ^{ème}	0.9	0.8	-	-	-

Selon le tableau $a_1=1$

Les valeurs de a_2 sont définies par la formule suivante :

$$a_2 = V_0/V$$

avec : V : largeur d'une voie

V_0 : sont données dans le tableau ci-dessous :

Tel que : V_0 : la largeur réelle d'une voie :

$$V_0 = \begin{cases} 3,5\text{m} \longrightarrow & \text{pont du I classe.} \\ 3\text{m} \longrightarrow & \text{pont du II classe.} \\ 2,75\text{m} \longrightarrow & \text{pont du III classe.} \end{cases}$$

Nous déduisons que $a_2 = 0,93$.

En définitive, La charge $A(L)$ à considérer vaut 15.26 KN/m^2

B) Les Charge de système B :

Le système de charge B comprend trois sous-systèmes les suivantes :

- ❖ **Sous système B_c** : ce compose de camions types (30T).
- ❖ **Sous système B_r** : ce compose d'une roue isolée.
- ❖ **Sous système B_t** : ce compose de groupes de deux essieux dénommés essieux tandems (8T).

a) Charge routière Bc :

On dispose sur la chaussée autant de files ou convois de camions que la chaussée comporte de voies de circulation et l'on place toujours ces files dans la situation la plus défavorable pour l'élément considéré.

Disposition dans le sens transversal : le nombre maximal de files que l'on peut disposer doit être égale au nombre de voies de circulation, il ne faut pas en mettre plus, même si cela est géométriquement possible, les files peuvent être accolées ou non.

Disposition dans le sens longitudinal : nombre de camions est limité à deux, la distance des deux camions d'une même file est déterminée pour produire l'effet le plus défavorable.

Le sens de circulation peut-être dans un sens ou dans l'autre à condition que les deux camions circulent dans le même sens.

En fonction de la classe du pont et du nombre de files considérées, la valeur des charges du système Bc prise en compte est multipliée par le coefficient Bc, donné dans le tableau suivant.

Tableau VI.3 : Tableau de Coefficient bc.

Classe du pont	Nombre de fils considéré				
	1	2	3	4	>5
1	1,20	1,10	0,95	0,80	0,70
2	1,00	1,00	-	-	-
3	1,00	0,80	-	-	-

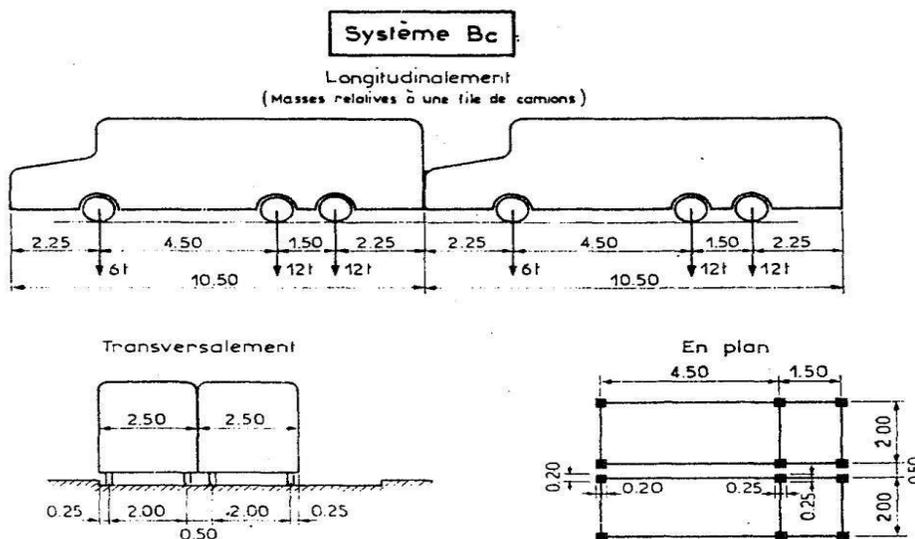


Figure 6.4 : Système de charge Bc

Calcul du coefficient de majoration dynamique :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,20L} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{G}{S}}$$

Avec : L la longueur de la dalle entre axe des piédroits exprimée en mètres ; $L = 13,50 \text{ m}$;

G_1 la charge permanente de la dalle = $13,5 \times 10 \times 0,45 \times 25 = 1518,75 \text{ kN}$

G_2 la charge permanente de remblai sur l'ouvrage = $13,5 \times 10 \times 0,35 \times 21 = 992,25 \text{ kN}$

$G_{\text{Total}} = G_1 + G_2 = 2511 \text{ kN}$

S la surcharge « B » maximale multipliée par le coefficient « $b_c = 1,1$ »

$S : (300 + 300 + 120 + 120) \times 1,1 = 924 \text{ kN}$

La valeur du coefficient de majoration dynamique du à B_c est : $\delta_{bc} = 1,16$.

b) Charge routière B_t :

Un tandem du système B_t est applicable seulement sur la 1^{ère} et 2^{ème} classe, il comporte deux essieux ($2 \times 16t$), chaque un à deux roues simples qui répond aux caractéristiques suivantes :

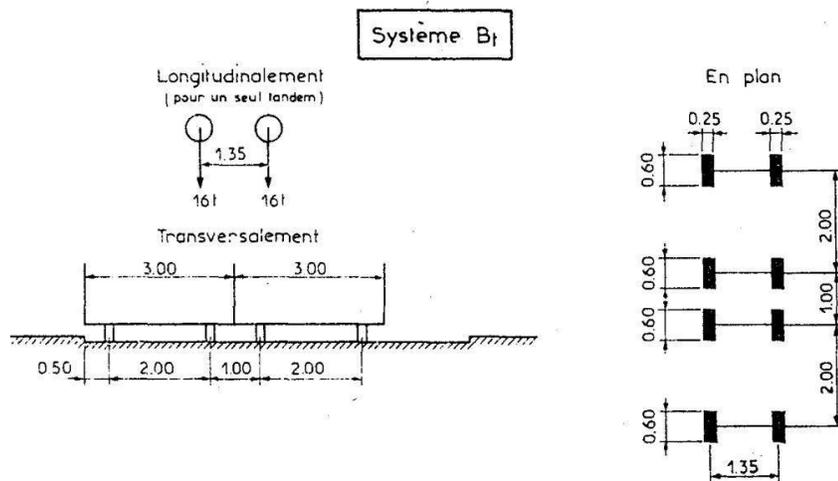


Figure 6.5 : Système de charge B_t

Il convient de respecter les dispositions suivantes :

- Dans le sens longitudinal, un seul tandem est disposé par fil ;
- Dans le sens transversal, deux tandems au plus sont disposés côte à côte de sorte à avoir l'effet le plus défavorable.

Les coefficients b_t dépendent de la classe du pont.

$$\left\{ \begin{array}{l} b_t = 1,20 \text{ pour les ponts de première classe ;} \\ b_t = 1,00 \text{ pour les ponts de deuxième classe.} \end{array} \right.$$

Dans notre cas l'ouvrage est de **Première** classe, par conséquent $b_t = 1,2$.

Calcul du coefficient de majoration dynamique :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,20L} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{G}{S}}$$

Avec : L la longueur de la dalle entre axe des pénétrations exprimée en mètres : $L = 13,50 \text{ m}$;

G_{Total} la charge permanente (dalle + remblai sur l'ouvrage) = **2511 kN**

S la surcharge « B » maximale multipliée par le coefficient « $b_t = 1.2$ »

$S : 640 \times 1.2 = 768 \text{ kN}$

La valeur du coefficient de majoration dynamique du à B_t est : $\delta_{B_t} = 1,15$.

C) Charge routière Br

Le système Br se compose d'une roue isolée transmettant un effort de 10 t à travers une surface d'impact rectangulaire de 0,6x0,3m, qui peut être placée à n'importe quelle position de la largeur roulable pour avoir le cas le plus défavorable.

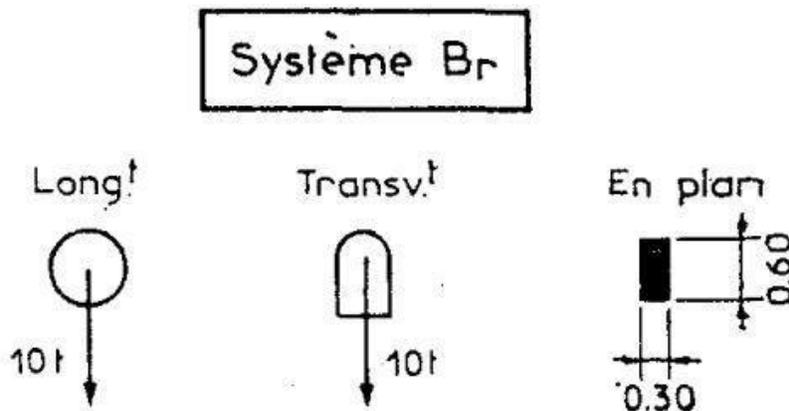


Figure 6.6 : Système de charge Br

Calcul du coefficient de majoration dynamique :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,20L} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{G}{S}}$$

Avec : L la longueur de la dalle entre axe des piédroits exprimée en mètres ; L = 13,50 m ;

G_{Total} la charge permanente (dalle + remblai sur l'ouvrage) = 2511 kN

S la surcharge « B » maximale S=100 kN

La valeur du coefficient de majoration dynamique du à Br est : $\delta_{br} = 1,11$.

D) Système de charges militaires (Mc 120) :

Un véhicule type du système Mc 120 comporte deux chenilles et répond aux caractéristiques suivantes :

- Masse totale : 110 tonnes
- Longueur d'une chenille : 6,10 m
- Largeur d'une chenille : 1,00 m
- Distance d'axe en axe des deux chenilles : 3,30 m

Le rectangle d'impact de chaque chenille est supposé uniformément chargé.

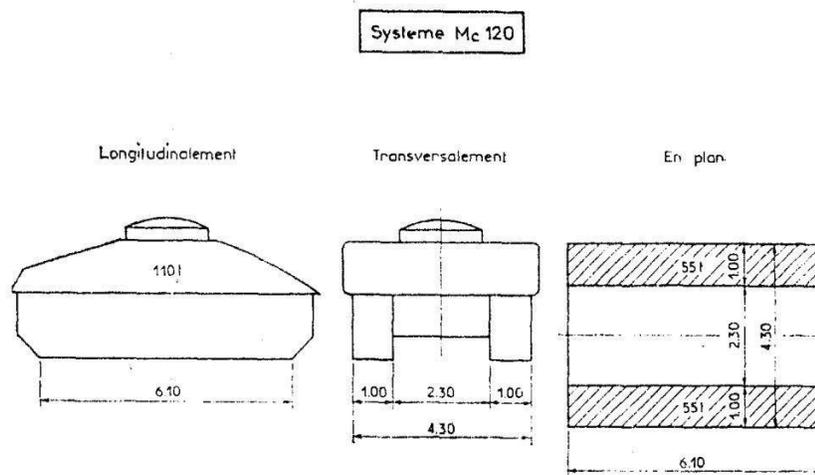


Figure 6.7 : Système de charge Mc 120

Coefficient de majoration dynamique :

La formule du coefficient reste la même que celle des charges « B » sauf que S représente la charge militaire.

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,20L} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{G}{S}}$$

Avec : **L** la longueur de l'élément exprimée en mètres ; **L = 13,50 m** ;

G_{Total} la charge permanente (dalle + remblai sur l'ouvrage) = **2511 kN**

S la surcharge « B » maximale **S = 1100 kN**.

La valeur du coefficient de majoration dynamique dû à Mc120 est de **$\delta_{Mc120} = 1,17$** .

VI.2.5-Les combinaisons d'actions :

Conformément au BAEL91, les sections sont justifiées dans le cadre de l'état-limite ultime (E.L.U.) et de l'état-limite de service (E.L.S.).

- Combinaisons à l'ELU :

$$ELU : 1,35G + \max \left(1,60 * \max \begin{pmatrix} A(l) \\ Bc \\ Bt \\ Br \end{pmatrix} ; 1,35 * \max \begin{pmatrix} Mc120 \\ Me120 \end{pmatrix} \right) + 1,60 * trottoir$$

- Combinaisons à l'ELS

$$ELS : G + \max \left(1,20 * \max \begin{pmatrix} A(l) \\ Bc \\ Bt \\ Br \end{pmatrix} ; \max \begin{pmatrix} Mc120 \\ Me120 \end{pmatrix} \right) + trottoir$$

VI.3-PRESENTATION DE L'OUVRAGE :

L'ouvrage étudié est un **Dalot** (PICF) en béton armé, situé au point kilométrique **PK 0.840**, d'une **longueur totale de 14 m** et de **03 ouvertures consécutives de dimensions (4×4)**. Il s'agit d'une extension de l'ancien ouvrage, et ce dans le but d'assurer l'écoulement de l'Oued Boulfries, qui traverse la route faisant l'objet de l'étude.

VI.4-PHOTO VISITE DE L'OUVRAGE (DALOT) EXISTANT :



VI.5-Modélisation du dalot avec le logiciel CYPE :

- Les calculs numériques des sollicitations seront effectués par logiciel **CYPE 2024**

VI.5.1-DEFINITION de la société CYPE :

Est un logiciel espagnol spécialisé dans la conception et l'analyse de structures de génie civil, notamment les bâtiments, les ponts et les infrastructures urbaines.

CYPE crée des logiciels qui allient puissance de calcul, fiabilité et rapidité, afin de coller au mieux aux besoins des professionnels du BTP ayant à réaliser des études techniques

VI.5.2-Présentation du logiciel PICF-CYPE 2024 :

PICF-CYPE est un logiciel de calcul ou du moins de dimensionnement des ouvrages type dalots. Ce dernier fera l'objet de notre étude. Le logiciel utilise la méthode de calcul par éléments finis triangulaires de type lamelle épaisse tridimensionnel qui prend en compte la résistance à l'effort tranchant. Les normes pouvant être prises en compte pour la justification et le dimensionnement des armatures des sections par le logiciel CYPE 2024 sont les suivantes :

- **BAEL 91 modifié 99(France).**
- **EHE(Espagne).**
- **REBAP(Portugal).**
- **ACI 318M-11 (USA International).**
- **ACI 318-11(USA).**
- **Euro code2.**
- **IS 456 : 2000(Inde).**
- **NTC : 14-01-2008(Italie).**

VI.5.3-Les actions :

Les actions prises en compte par le logiciel sont entre autres le poids propre, la poussée du terrain, les charges appliquées sur le tablier (convois civils, remblai).

VI.5.4-Résultats :

La note de calcul présentée comprend :

- **Les normes et les matériaux utilisés par le logiciel.**
- **La géométrie**

- **Le terrain** : c'est la valeur du module de réaction, la contrainte admissible, le poids volumique.
 - **L'angle de frottement interne et celui de transmission des charges.**
 - **Les actions générées** : les actions générées sont les surcharges, le poids propre et les charges en bande.
 - **La combinaison** : ce sont les résultats des différentes sollicitations à l'ELU et à l'ELS entre les actions c'est-à-dire les sollicitations.
 - **Le ferrailage** : c'est le plan de ferrailage et les diamètres des différents fers.
 - **Le quantitatif** : c'est la quantité de fer pour chaque élément du dalot à part cela, nous avons le plan de coffrage qui nous est offert ainsi que le plan de ferrailage de tous les éléments constitutifs.
- Nous pouvons donc l'exporter sous plus d'un format comme AutoCAD, PDF, DOCX.

VI.5.5-Présentation en 3D :

Cette présentation permet de voir et d'apprécier la structure en 3D dans toutes ses formes et tous ses côtés et pour vérifier les épaisseurs les données géométriques remplissent.

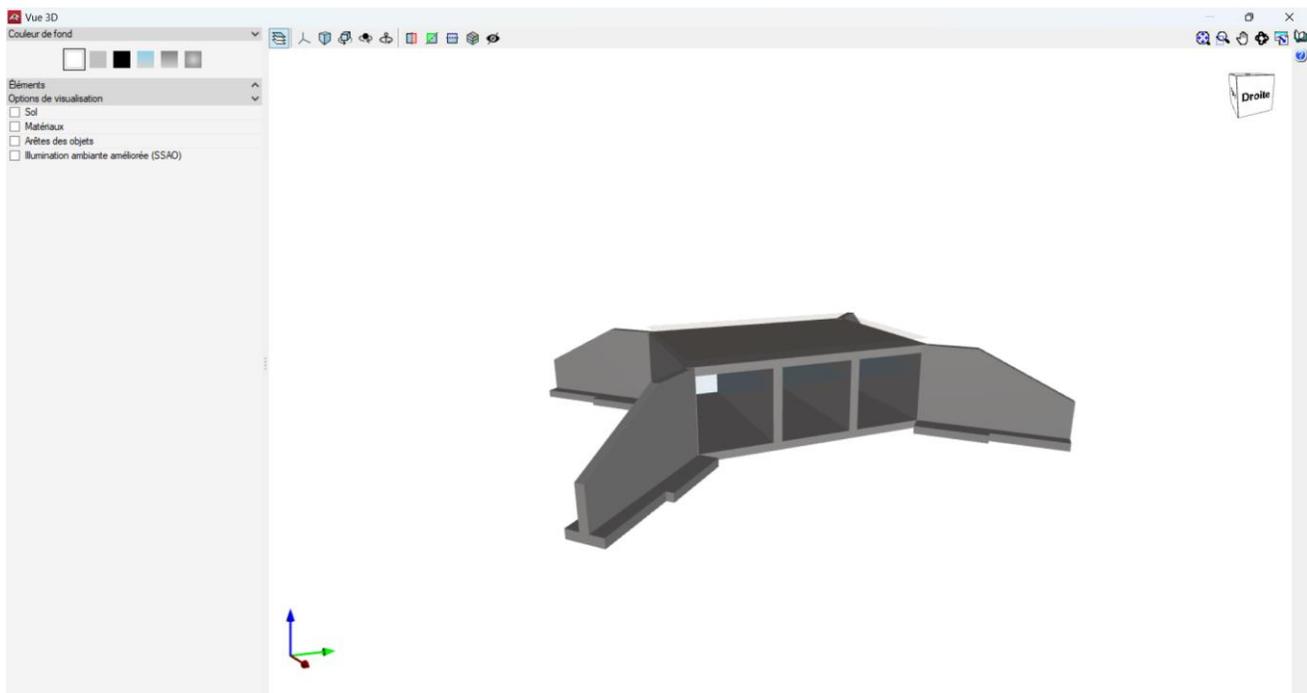


Figure 6.8- Présentation en 3D du dalot

Après l'ouverture le logiciel Cype comme il est dans la figure 6.9. En va choisies l'application de ponts-cadre PICF pour accéder a le dimensionnement et la justification de ponts-cadre en béton armé de section rectangulaire ou trapézoïdale.

VI.5.6-Introduction des donnés :

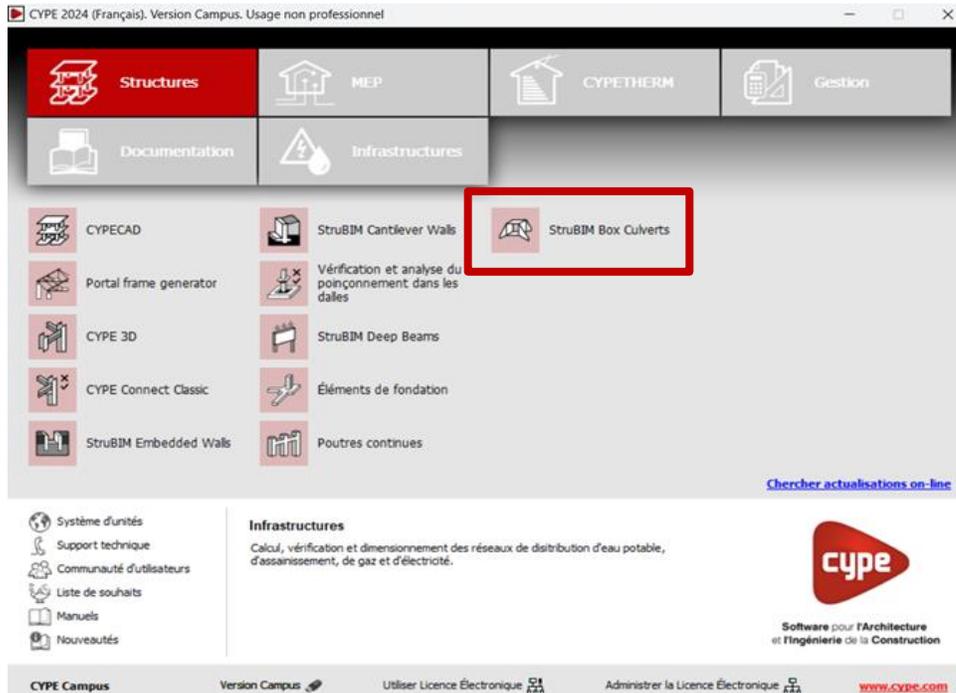


Figure 6.9- Fenêtre de démarrage des applications Cype 2024

VI.5.6.1-Etapes suivre dans PICF-CYPE 2024 :

➤ **Nom de fichier :**

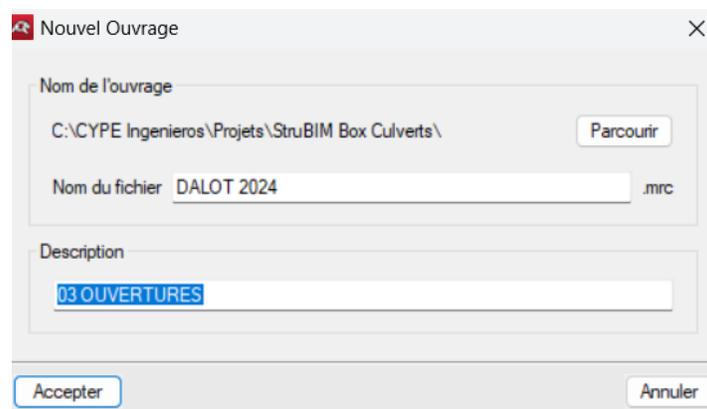


Figure 6.10- Nom d'un fichier.

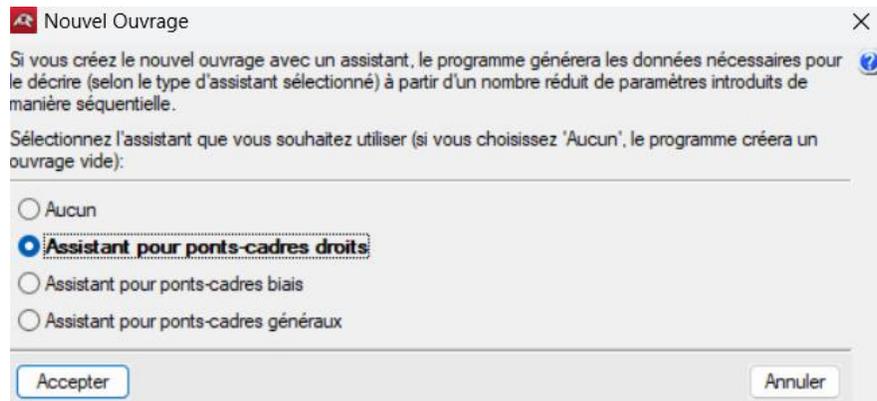
➤ **Choix de l'assistant :**

Figure 6.11-Choix de type de la géométrie de l'ouvrage.

Sélectionnez l'assistant que vous souhaitez utiliser :

- **Aucun. Le programme ouvrira un document vide.**
- **Assistant pour les ponts-cadre droits.**

Il permet de définir un pont -cadre avec bords libres et piédroits parallèles, c'est-à-dire avec dalle rectangulaire. A titre d'exemple, les données à introduire sont décrites ci-dessous. Pour les autres types de ponts-cadre, les données varient légèrement.

Cet assistant vous demande le gabarit ou la hauteur intérieure libre des modules, la portée et la longueur totale des modules. La cote du plan supérieur de roulement n'est pas à introduire. Ce plan sera donné par l'épaisseur de la dalle supérieure qui est fonction de la portée libre (voir la table présentée précédemment).

- **Assistant pour les ponts-cadre biais :**

Il permet de définir un pont -cadre avec des bords libres d'angle variable et des piédroits parallèles.

- **Assistant pour les ponts-cadre généraux :**

Il permet de définir un pont -cadre avec des bords libres et des piédroits d'angle variable. Quel que soit l'assistant utilisé.

Remarque :

Dans notre cas en a choisi le 2^{eme} choix « **Assistant pour les ponts-cadre droits** ».

➤ **Définition de géométrie :**

Le programme utilise le critère suivant de dimensionnement des épaisseurs :

Tableau VI. 4 : les épaisseurs de tablier et de radier.

Portée	Epaisseur de tablier	Epaisseur de Radier
$L \leq 5$	$0.02 \times L^2 + 0.10$	$0.02 \times L^2 + 0.10$
$5 < L < 7$	0.5	0.4
$L \geq 7$	$0.0835 \times L^2 + 0.10$	$0.0816 \times L^2 + 0.10$

Pour tous les assistants, les plans de roulement générés sont horizontaux.

Tableau VI. 5 : Choix de gabarit et épaisseur piédroit.

Gabarit	Epaisseur de piédroit
$G \leq 4.5$	$0.02 \times G^2 + 0.10$
$4.5 < G < 7$	0.5
$G \geq 7$	$0.07126 \times G$

Le remplissage des données géométriques pour notre ouvrage :

$G = 4 \text{ m}$

$L_i = 13 \text{ m}$

$L_e = 10 \text{ m}$

- **Epaisseur de tablier et radier** : $0.02 \times 4^2 + 0.10 = 0.42 \approx \mathbf{0.45m}$
- **Epaisseur de piédroit** : $0.02 \times 4^2 + 0.10 = 0.42 \approx \mathbf{0.50m}$

L'ouverture dans un cas d'un dalot en prend l'ouverture général et après en va diviser avec une autre fonction. Il faut noter que lorsqu'on a un dalot multicellulaire, il va falloir générer ces ouvertures car à l'introduction des données on introduit la longueur et la largeur totale en considérant le dalot comme étant à une seule ouverture. C'est après avoir généré le modèle qu'on passe à la subdivision des cellules.

La Première démarche c'est de choisir la géométrie, tout ce qui est **gabarit, portée et longueur d'axe** :

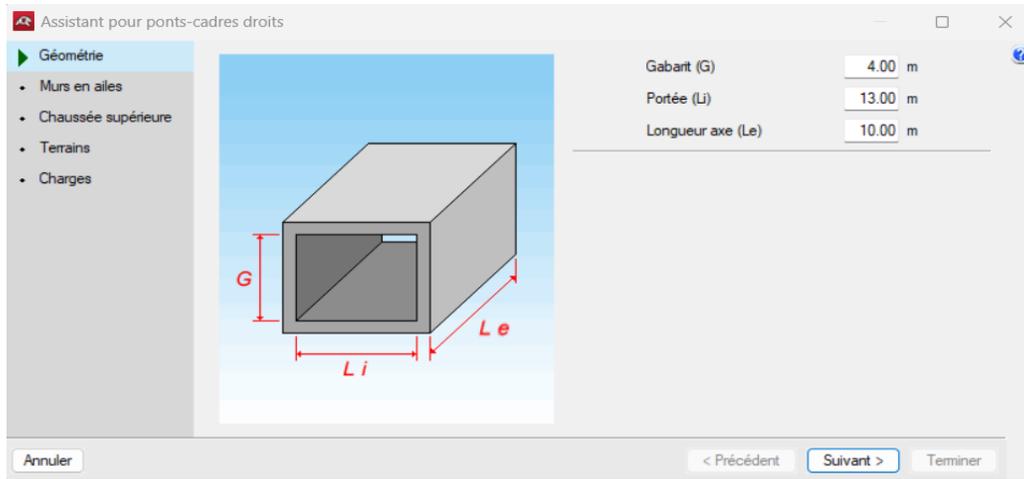


Figure 6.12-Définition de géométrie de notre ouvrage d'art

➤ **Murs en ailes :**

Ensuite on va choisir le type du mur en ailes (on prolongation ou perpendiculaire) et l'ongle des ailes
 Pour notre projet en a choisie $\Phi = 45^\circ$

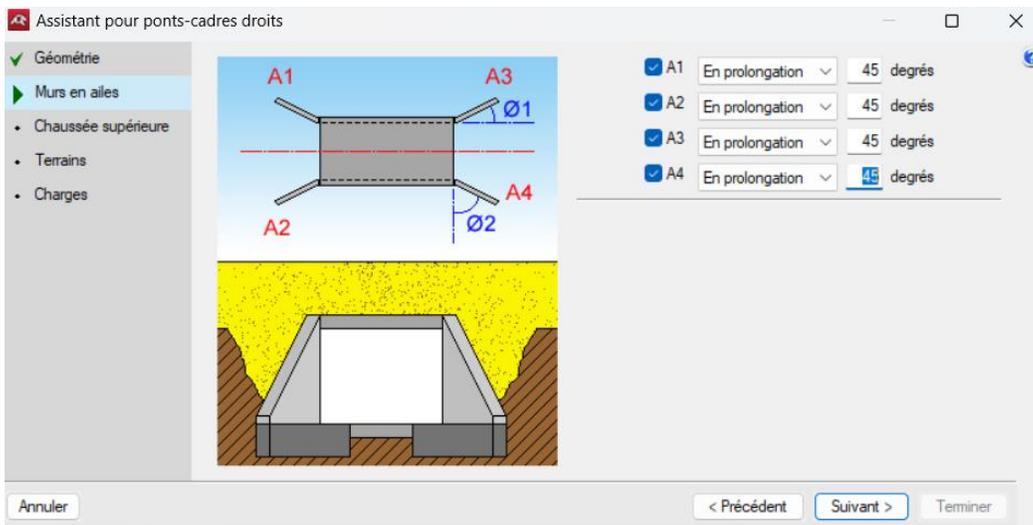


Figure 6.13-Définition des murs en ails et leur orientation

➤ **La chaussée supérieure :**

La définition de la position de la chaussée et sens coordonnée axe et largeur A et l'angle Φ et sa avec hauteur par rapport radier(h).

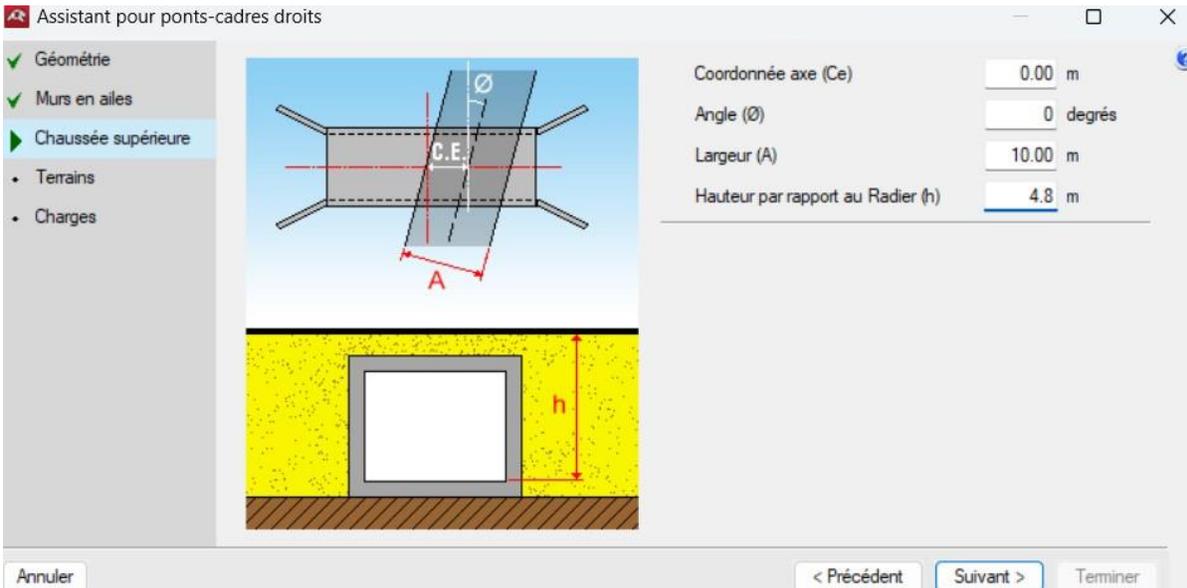


Figure 6.14- Définition de la position de la chaussée par rapport l'ouvrage

➤ **Le type de terrains :**

Le choix de base (B) remblais (R) sur des types proposer par logiciel CYPE-PICF et angle du talus.

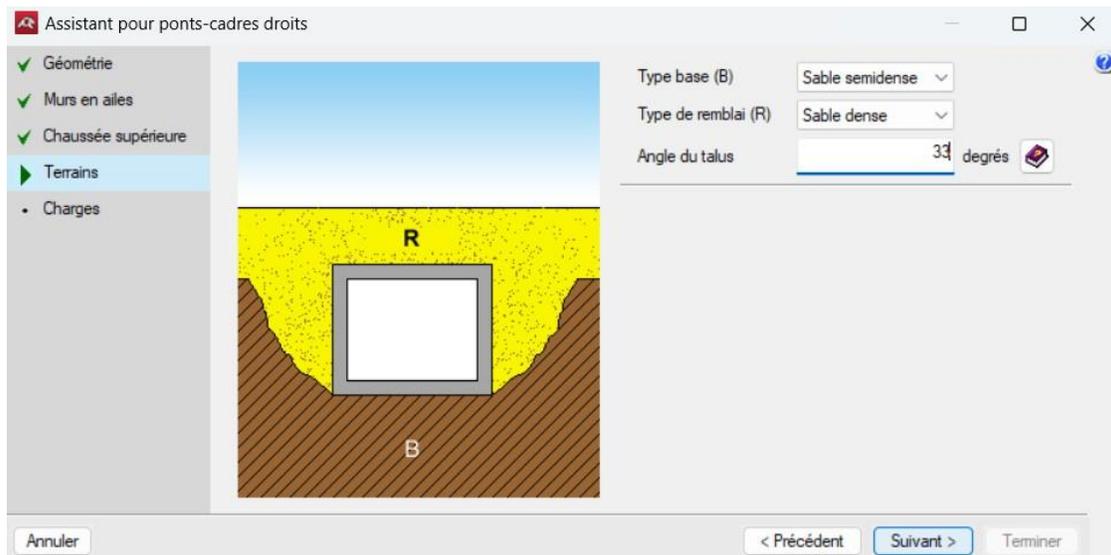


Figure 6.15- Type des terrains

Angle du talus (A) : C'est l'angle des terres qui forment le terre-plein avec l'horizontale, en degrés
 $A = 33^\circ$



Figure 6.16- Angle de talus

➤ Le chargement :

Le choix de chargement sur le radier si la charger hydraulique et la charge sur la chaussée seulement en va choisies règlement et pour notre projet le règlement française CPC **fascicule 61 titre II classe 1**.

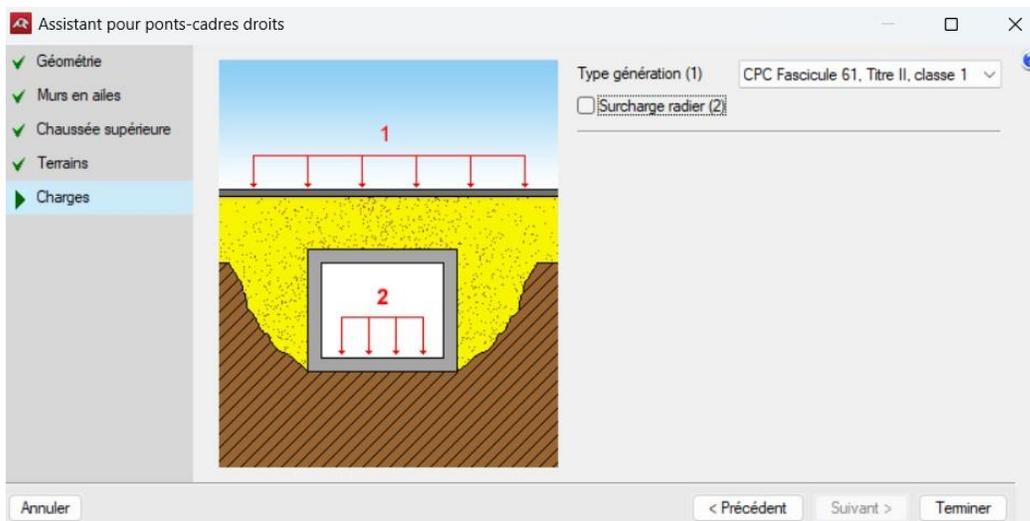


Figure 6.17- Les charges sur le radier et la chaussée

➤ La fiche des données :

Un résumé des paramètres de génération du pont-cadre s'affiche sur la figure suivante pour la vérification.

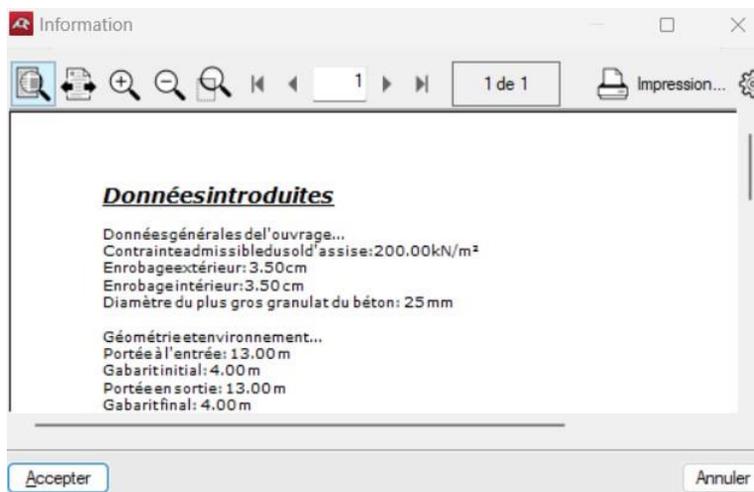


Figure 6.18- Fiche des données

➤ **L'affichage de projet :**

Une fois la génération terminée, l'utilisateur peut modifier toutes les données qu'il désire.

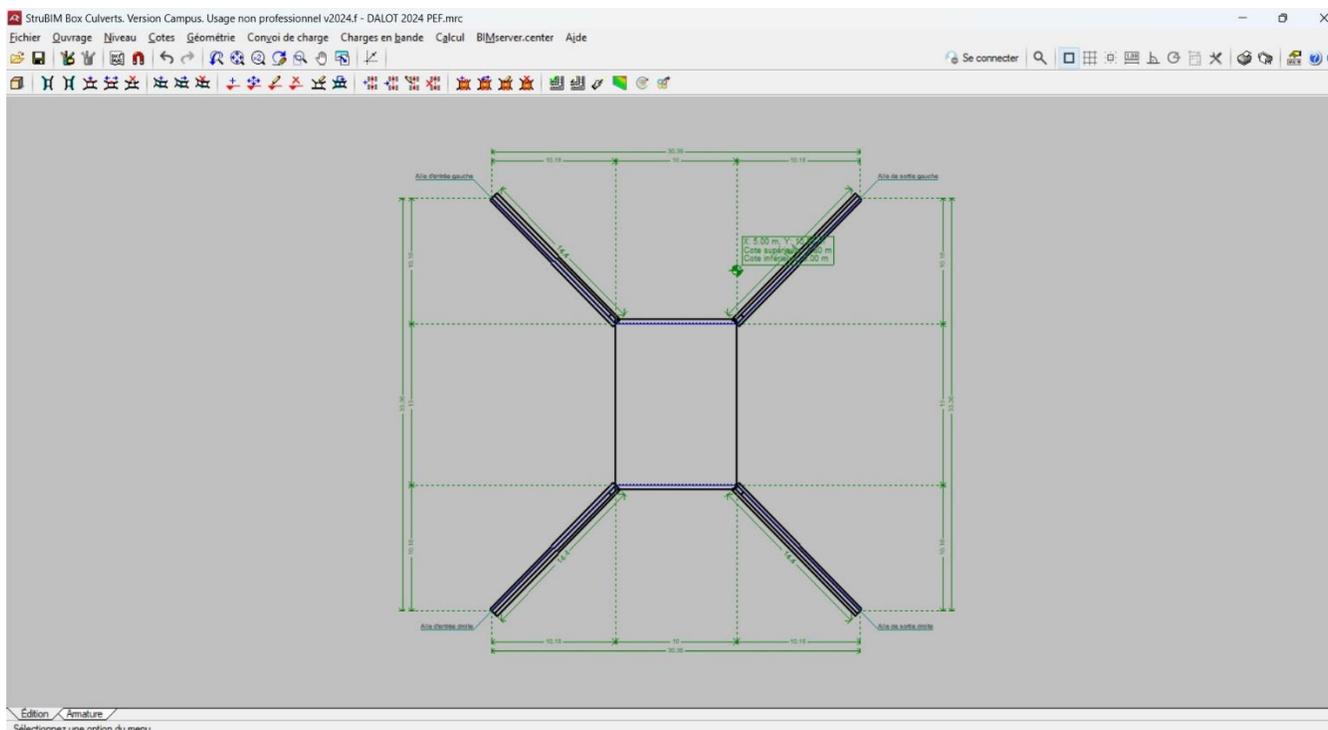


Figure 6.19- L'affichage de projet

➤ **La modification de l'ouvrage :**

Logiciel donne la main dans ce pas pour crier les ouvertures pour notre projet et aussi les épaisseurs des éléments (radier, tablier, les piédroits).

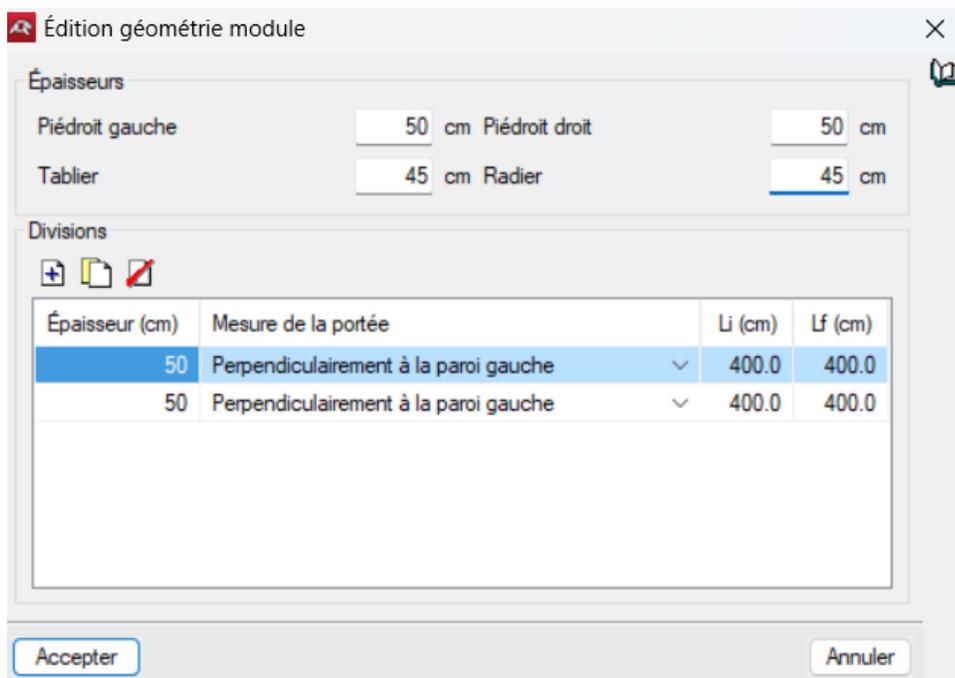


Figure 6.20- Crier les ouvertures et les épaisseurs

- Doter cotée la modification des murs en ailes pour l'arriver à la géométrie complète de notre ouvrage.

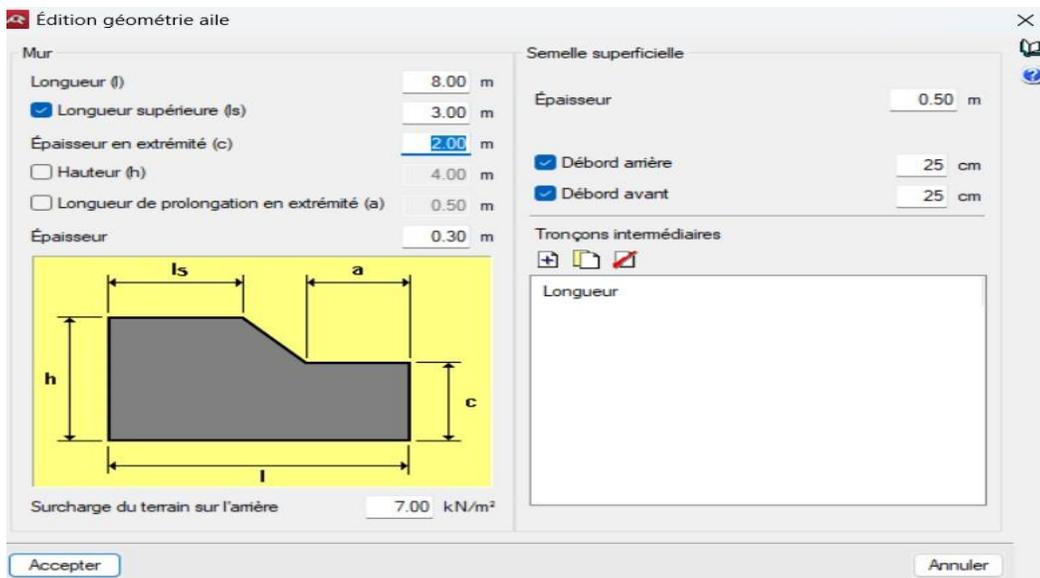


Figure 6. 21 - Modification de la longueur des murs en ailes

➤ Résultat final :

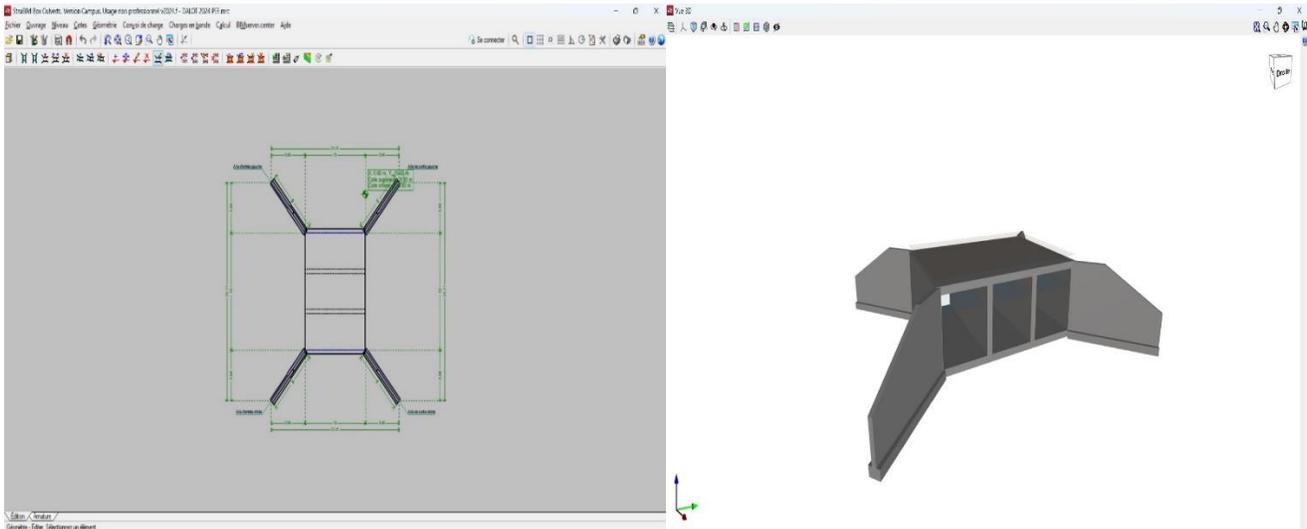


Figure 6.22 - Géométrie final dalot a 03 ouvertures

➤ L'analyse de l'ouvrage :

➤ La définition des matériaux :

Logiciel propose les caractéristiques des matériaux, béton et aciers, selon les normes françaises BAEL 91 R 99.

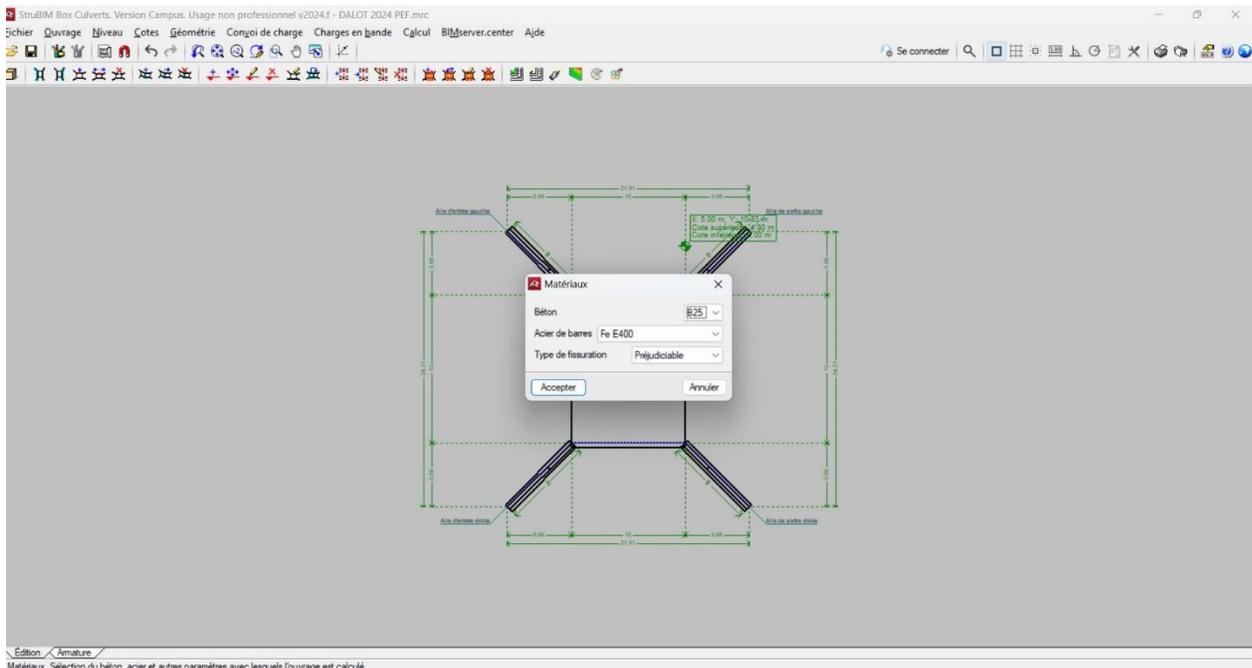


Figure 6.23- Définition du matériau

➤ Les données générales sur l'ouvrage

La fenêtre représente le remplissage des données générales suivantes :

Sur les terrains, le remblai, la géométrie, les charges, les paramètres de béton armé (enrobage diamètre du plus gros granulat).

Figure 6.24- Données Generals

➤ Introduction des charges et des surcharges :

Les convois de charge (**Bc, Bt, Br**) : L'introduction des charges B selon la norme française fascicule 61 proposée par la bibliothèque de logiciel, ce dernier facilite la modification de la direction, la position des charges et la création de nouvelles surcharges.

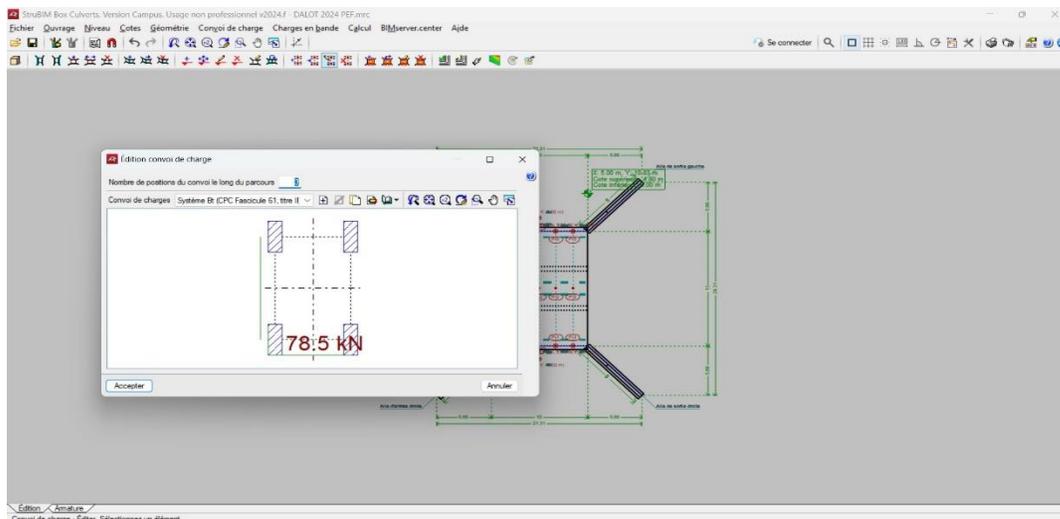


Figure 6.25- Convois de charge (Bc, Bt, Br).

➤ Charges en bande :

Dans le cas des charges en bande, il tient compte de tous les surcharges qui sont sur le tablier comme le remblai et les murs en têtes...etc.

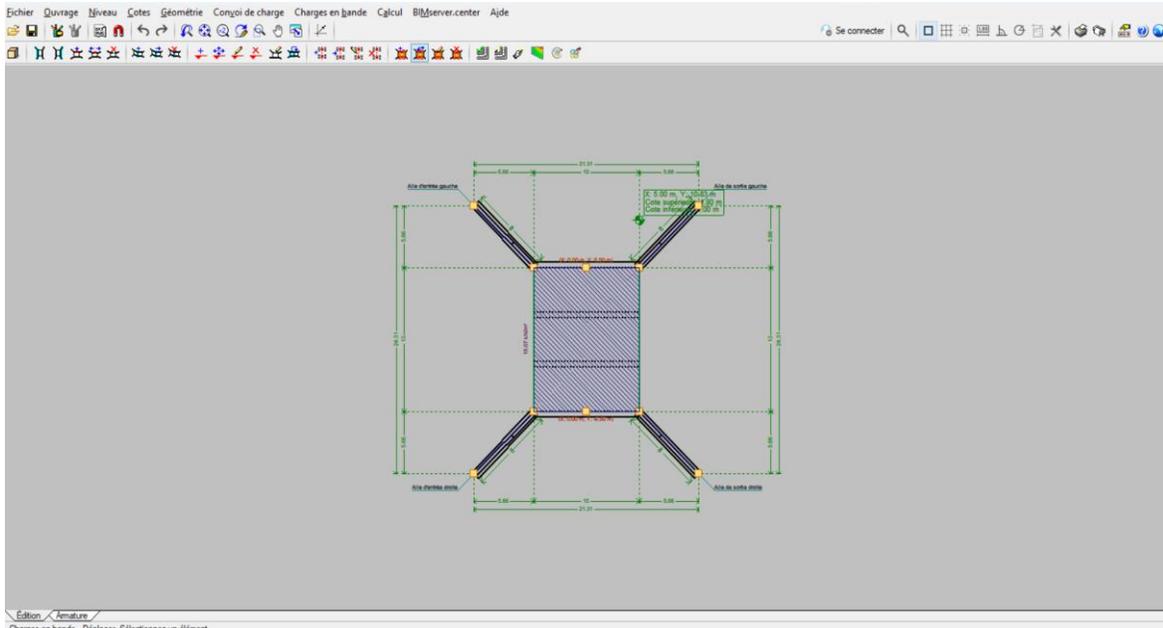


Figure 6.26- Charges en bande

➤ La vérification :

Le logiciel permet la vérification du pont-cadre. Cette vérification consiste en :

1. **Calcul au préalable, s'il n'a pas été fait, des déplacements et efforts de l'ensemble du pont-cadre.**
2. **Mise en place de l'armature minimale, si elle n'a pas été encore définie. Dans le cas contraire, celle-ci est respectée.**
3. **Vérification du pont-cadre, avec la possibilité de consulter un récapitulatif des vérifications effectuées. Dans cas où le pont-cadre présente des éléments non vérifiés, ils seront signalés en rouge.**

Que l'élément en question vérifie ou non les conditions, on peut le sélectionner pour obtenir un récapitulatif des vérifications effectuées.

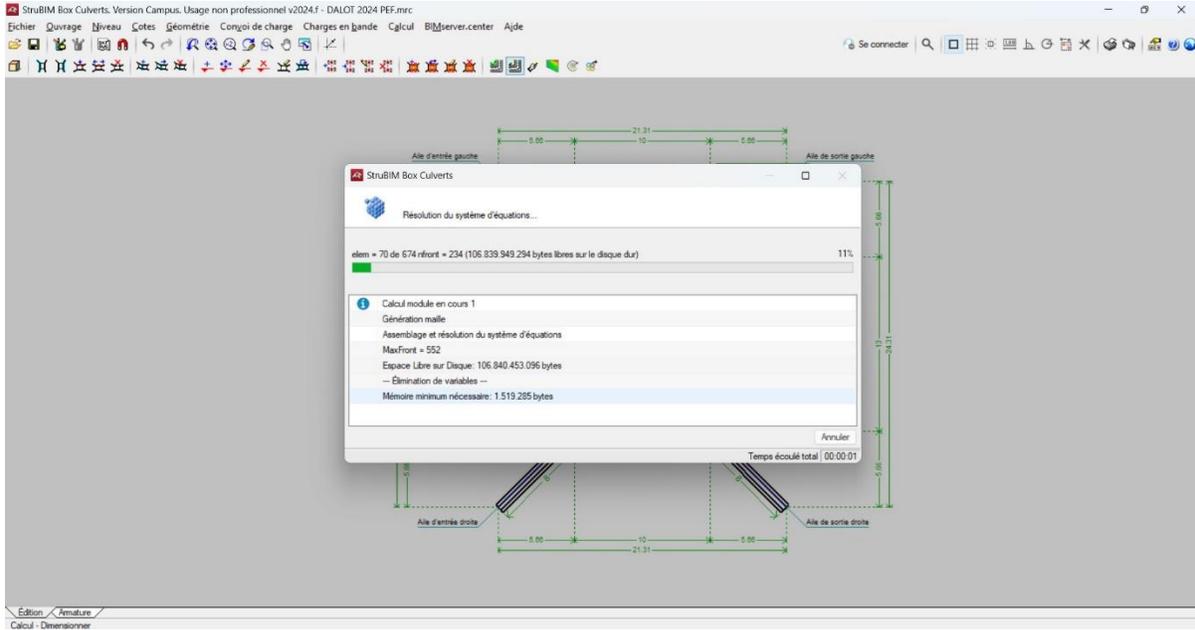


Figure 6.27- La vérification.

➤ Toutes les conditions sont vérifiées :

Les conditions non vérifiées sont marquées en rouge. En ce qui concerne notre ouvrage toutes les conditions sont vérifiées.

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: <i>Critère de CYPE</i>		
Semelle superficielle:		
- Coefficient de sécurité au renversement:	Minimum: 1.8 Calculé: 2.37	Conforme
- Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.5 Calculé: 1.52	Conforme
Épaisseur minimale:		
- Semelle superficielle: <i>Critère de CYPE</i>	Minimum: 15 cm Calculé: 45 cm	Conforme
- Mur: <i>Critère du SETRA "Les ouvrages de soutènement: Guide de conception générale"</i>	Calculé: 45 cm	Conforme
Espacement libre minimal des armatures horizontales: <i>BAEL-91, Article A.7.2,5</i>		
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 13.8 cm	Conforme
- Avant:	Calculé: 13.8 cm	Conforme
Espacement maximal des armatures horizontales: <i>BAEL-91, Article A.4.5,33</i>		
Mur:	Maximum: 25 cm	

Figure 6.28-Récapitulatif des conditions.

NB : Les résultats obtenus de vérification par logiciel (Cype) pour notre étude sont récapitulés dans l'annexe joint

➤ Dimensionnement de l'ouvrage :

Dimensionner l'élément sélectionné, que ce soit le module ou l'aile. Ce dimensionnement consiste en :

1. Calcul préalable, s'il n'a pas été fait, des déplacements et efforts de l'ensemble de l'ouvrage.
2. Dimensionnement de l'armature de l'élément sélectionné.
3. Vérification de l'élément sélectionné, avec la possibilité de consulter un récapitulatif des vérifications effectuées. De plus, dans le cas où l'élément en question ne vérifie aucune des conditions, celui-ci sera signalé d'une couleur rouge.

Dans le cas du module, seule l'armature est dimensionnée, les épaisseurs sont conservées.

Aucune modification de la géométrie n'est réalisée, ce qui implique, par exemple, que les épaisseurs du module sont conservées.

Dans le cas des ailes, l'épaisseur des murs et les dimensions des semelles.

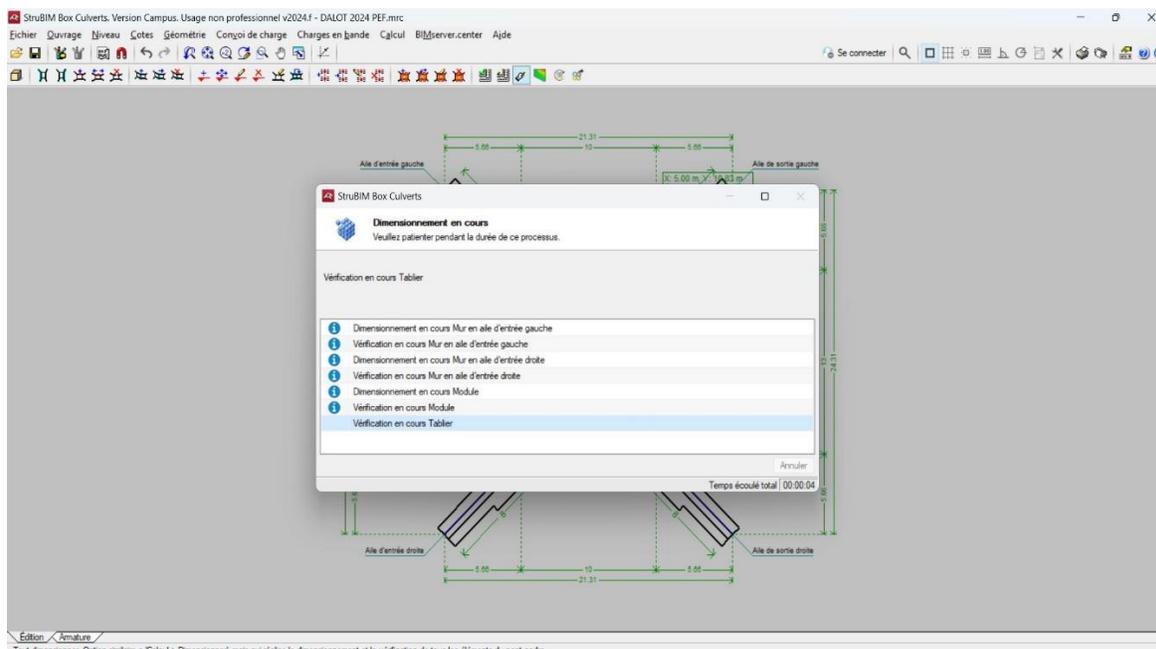


Figure 6. 29 - Dimensionnement de l'ouvrage.

VI.5.7.5-Vérification et dimensionnement final :

Option similaire à 'Calcul > Dimensionner', mais qui réalise le dimensionnement et la vérification de tous les éléments de l'ouvrage.

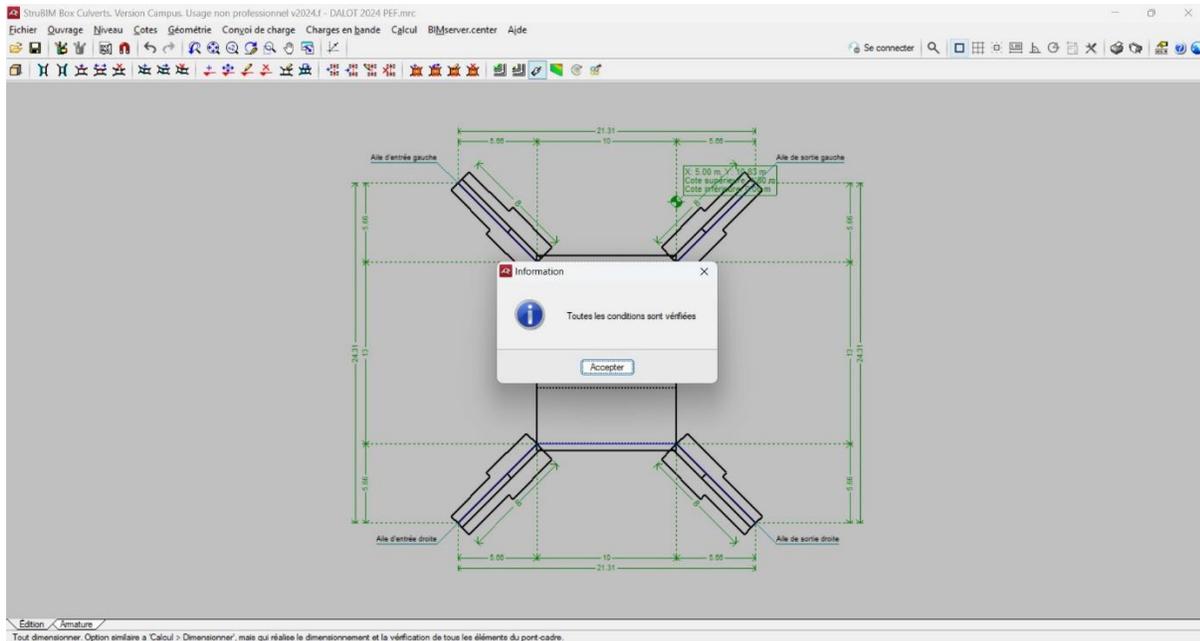


Figure 6. 30- Dimensionnement final.

➤ La présentation de déformation :

Le logiciel donne l’affichage de déformation comme un changement de couleur par rapport de chargement sollicitée et la comparaison avec une bonde aux dessous de la fenêtre.

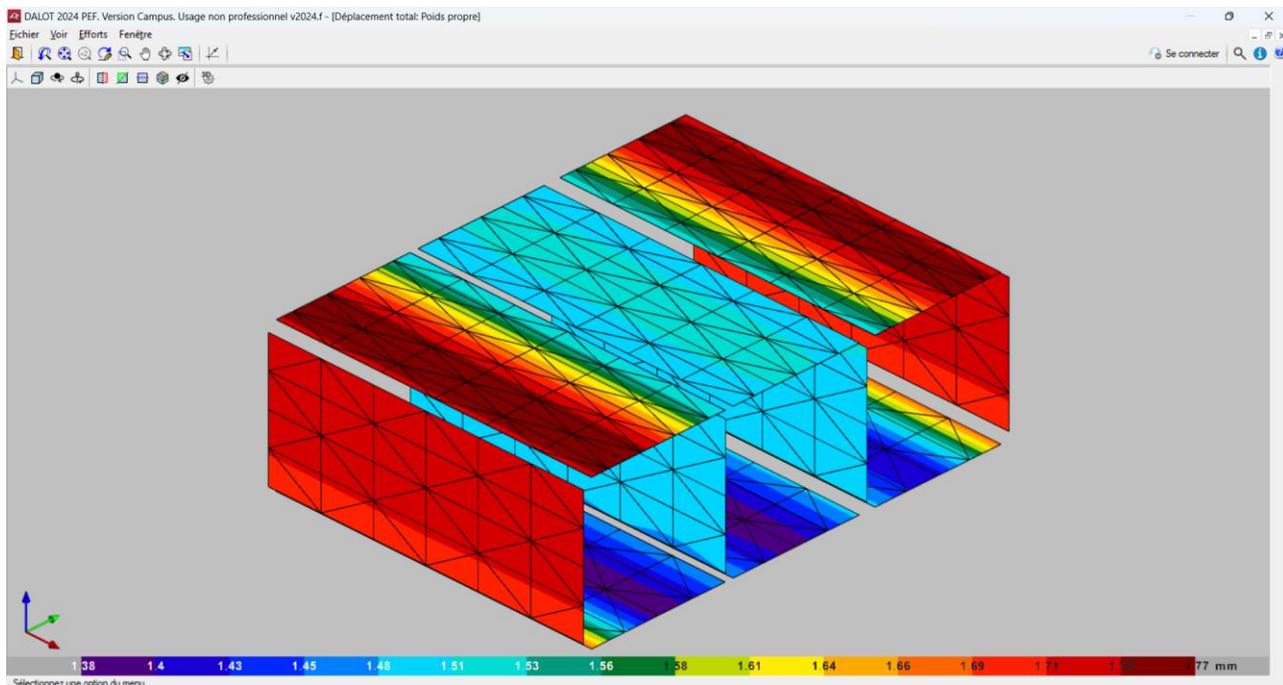


Figure 6.31- Présentation de déformation.

➤ **Le ferrailage proposé par le logiciel :**

Le logiciel propose un plan de ferrailage en fonction des résultats du dimensionnement. Mais il est possible de modifier ce ferrailage, c'est-à-dire modifier les diamètres proposés en baisse ou en hausse. Il faut savoir qu'il est impossible de modifier la disposition des aciers. Pour pouvoir le faire, la seule alternative est celle de la version exportée.

Il faut noter que PICF-CYPE propose un ferrailage optimal après le calcul des différentes sollicitations auxquelles le dalot est soumis.

En ce sens que le prix de l'acier varie en fonction du diamètre, donc plus on a un nombre important de gros diamètres, plus on dépensera plus pour les aciers.

➤ **Plan de ferrailage des éléments de l'ouvrage :**

Les résultats de ferrillages fournis par le logiciel PICF-CYPE sous forme des tableaux détaillés sont dans l'annexe.

➤ **Résumé de ferrillage des modules :**

Les résultats de ferrillage des différents modules sont représentés sur Tableau V.21ci dessous.

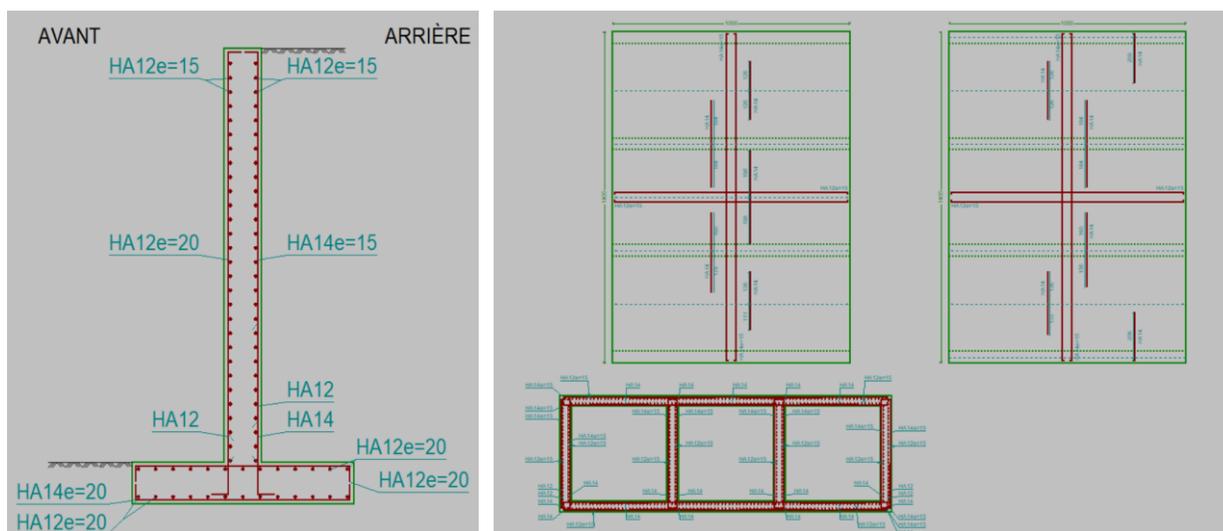


Figure 6.32 - Plans de ferrailage.

Les résultats de ferrailage des différents modules sont représentés sur Tableau ci-dessous.

Tableau VI.6: Résultats des ferrillages pour le module.

	Position	Direction	Choix	Espacement
Radier	Supérieur	Longitudinal	HA14	15
		Transversal	HA12	15
	Inferieur	Longitudinal	HA14	15
		Transversal	HA12	15
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA14	15
		Transversal	HA12	15
	Inferieur	Longitudinal	HA14	15
		Transversal	HA12	15
Piédroits extrêmes	Arrière	Vertical	HA14	15
		Horizontal	HA12	15
	Avant	Vertical	HA14	15
		Horizontal	HA 12	15
Piédroits intermédiaires	Gauche	Vertical	HA14	15
		Horizontal	HA 12	15
	Droite	Vertical	HA14	15
		Horizontal	HA 12	15

➤ **Résumée de ferrailage de murs en ailes :**

TableauVI.7 : Résumé de ferrailage de murs en ailes.

	Position	Direction	Choix	Espacement
Mur en ail	Avant	Vertical	HA12	20
		Horizontal	HA12	15
	Arrière	Vertical	HA14	15
		Horizontal	HA12	15
Semelle	Transversal	Inf.	HA12	20
		Sup	HA 12	20
	Longitudinal	Inf.	HA 14	20
		Sup	HA12	20

- **NB :** Les plans de ferrailage des différents constituants de l'ouvrage à savoir : Tablier, Radier, Piédroits, Murs en ailes, sont représenté sur l'**annexe**.

➤ **Coffrage et ferrailage de Guide Roue :**

Le guide roue c'est élément terminal qui figure aux bords de l'ensemble des voies routières et pour le ferrailage de cet élément on adopte les valeurs courantes.

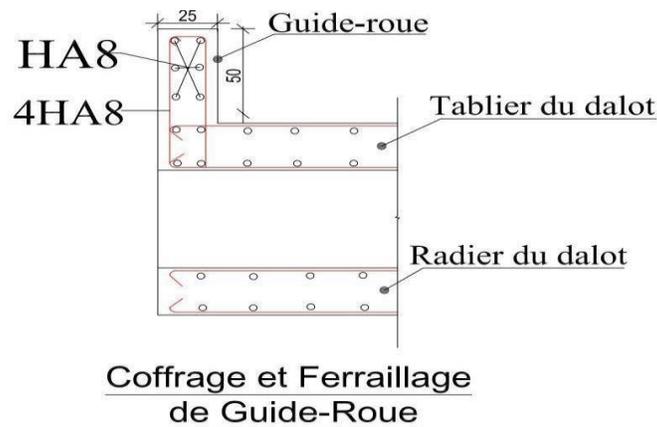


Figure 6.33-Coffrage et ferrailage de Guide Roue

VI.6-Les avantages du logiciel PICF-CYPE :

Vue les résultats obtenus par le dimensionnement avec le logiciel, nous pouvons déduire comme avantages les éléments suivants :

- ❖ Point de vue économie : en ce qui concerne ce point, nous avons constaté qu'avec le logiciel on économise en temps et en coût. En ce sens que nous avons besoin de moins d'une dizaine de minute pour établir une note de calcul d'un dalot.
- ❖ Point de vue fiabilité : les résultats obtenus par le dimensionnement avec le calcul manuel sont à quelques valeurs près, similaires. Cette similarité nous laisse dire que le logiciel donne des résultats fiables. Car avec le calcul manuel nous avons tendance à sur dimensionner pour se mettre à l'abri ou du moins pour aller dans le sens de la sécurité. De plus avec la méthode de calcul utilisé, le logiciel donne des résultats à partir des calculs minutieux donc fiables.

VI.7-Les inconvénients du logiciel :

- ❖ Il a été constaté que logiciel ne permet pas de prendre en compte certains paramètres comme les rotules sur les piédroits (cas fréquent des dalots préfabriqués).

- ❖ Certes, les principes de calcul et de fonctionnement du logiciel ont été donnés mais cela ne suffit pas à l'utiliser. C'est dans le but de connaître d'avantage le logiciel et dans le souci de mieux l'utiliser afin de donner des résultats fiables, un cheminement pour dimensionner un ouvrage quelconque avec PICF-CYPE a été proposé.

VI.8-Conclusion :

D'après le travail qui est fait sur le logiciel on peut conclure que logiciel est facile à utiliser et dispose de plusieurs avantages pour le calcul des dalots et les ponts cadre d'une manière rapide et fournit tous les éléments nécessaires à l'exécution (ferraillage, etc.).



Chapitre VII:

SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS

VII.1-SIGNALISATION :

VII.1.1-INTRODUCTION :

La signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans une très bonne condition (vitesse, sécurité), il est néanmoins rappelé que :

- Les supports des panneaux de signalisation ne doivent pas empiéter sur les bandes dérasées de droites et de gauche, ils sont placés le plus loin possible des surfaces accessibles aux véhicules.
- Les supports de portiques, potence etc., doivent être généralement isolés par des glissières de sécurité.

VII.1.2-OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour rôle :

- De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De donner des informations relatives à l'usager de la route.

VII.1.3-CATEGORIES DE SIGNALISATION :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage

VII.1.4-Les critères de conception de la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

VII.1.5-Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

A. SIGNALISATION VERTICALE :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- **Signalisation avancée** : Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection. Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.
- ✓ **Signalisation de position** : Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.
- ✓ **Signalisation de direction** : L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

➤ **Signaux de danger** :

L'objet de la signalisation routière de danger est d'attirer de façon toute spéciale l'attention des usagers de la route aux endroits où leur vigilance doit redoubler en raison de la présence d'obstacles ou de points dangereux.

✓ **Signaux comportant une prescription absolue** :

- Signaux d'interdiction.
- Signaux d'obligation.
- Signaux de fin d'interdiction.
- Signaux de fin d'obligation.

➤ **Signaux à simple indication** :

L'objet de la signalisation d'indication est de porter à la connaissance des usagers de la route des informations utiles à la conduite des véhicules. Les signaux sont des panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche.

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.



Figure 7.1 : Signalisation Verticale

B. SIGNALISATION HORIZONTALE :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

- ✓ **Lignes continue** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- ✓ **Lignes discontinue** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.
 - **Les lignes axiales** : ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
 - **Les lignes de rive** : les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
 - **Les lignes d'avertissement** : de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

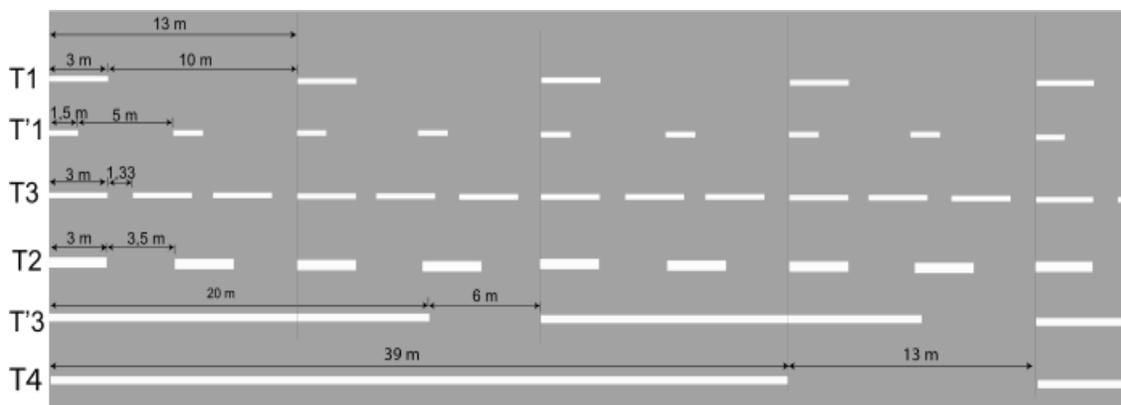


Figure 7.2 : les lignes « continue et discontinue »

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

Tableau. VII.1 : modulations des lignes discontinues

C. MARQUAGE TRANSVERSAL :

- ✓ **Lignes transversales continues** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient marquer un temps d'arrêt. STOP
- ✓ **Lignes transversales discontinues** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

- ✓ **La largeur des lignes** : est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :
 - U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
 - U = 6 cm sur les routes et voies urbaines.
 - U = 5 cm sur les autres routes.
- ✓ **Flèche de rabattement** : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- ✓ **Flèches de sélection** : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

VII.1.6-APPLICATION AU PROJET :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

❖ **Signalisation verticale :**

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A1a-A14a).



Signaux de danger - Type A



- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B1 et B2).



- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C1, C11a).



- Panneaux de signalisation d'obligation (type D2).

❖ **Signalisation horizontale :**

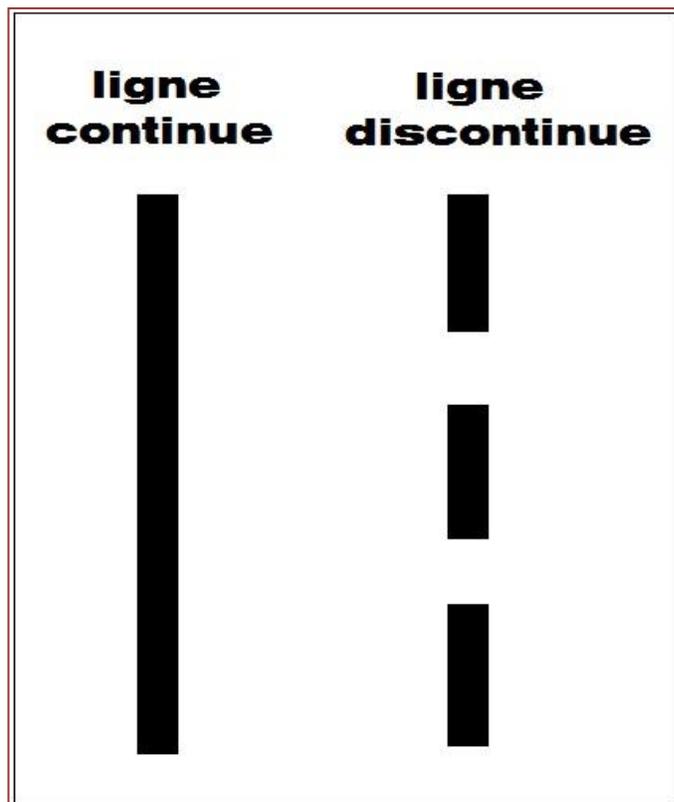


Figure 7.3 : Les signalisations horizontales

VII.2-EQUIPEMENTS

VII.2.1-ECLAIRAGE :

A. INTRODUCTION :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

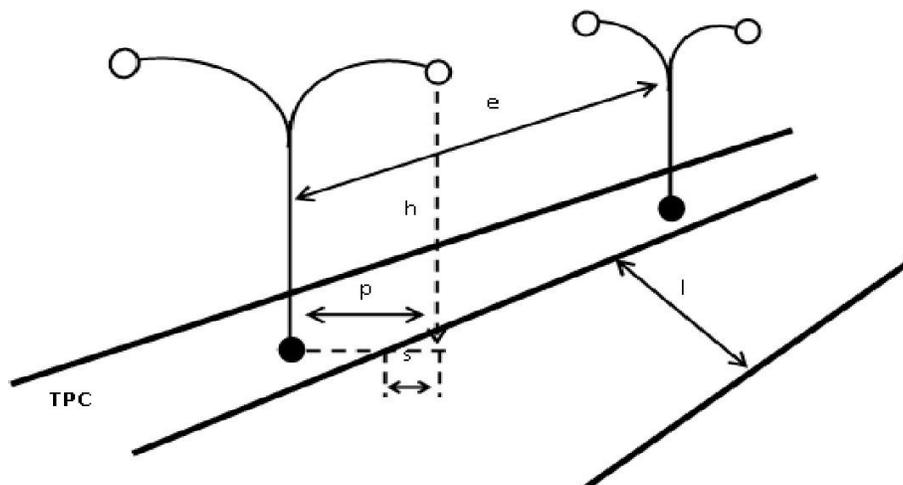
B. CATEGORIES :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- ✓ Eclairage général d'une route ou une autoroute
- ✓ Eclairage urbain
- ✓ Eclairage des voies de cercle
- ✓ Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

C.PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :

- ✓ L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- ✓ La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m .
- ✓ La largeur (l) de la chaussée.
- ✓ Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- ✓ L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.



représente Paramètres de l'implantation des luminaires.

Figure 7.4 : éclairage composé et simple

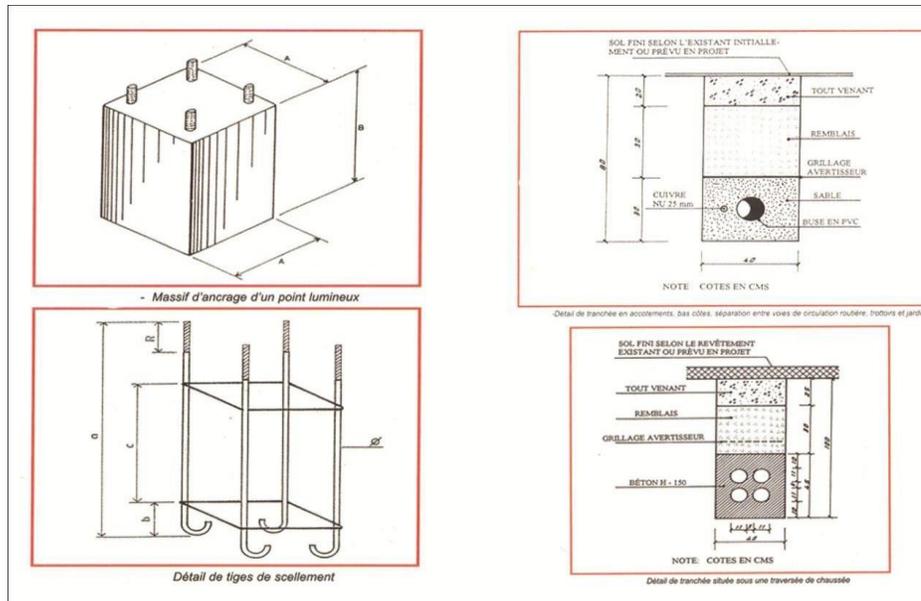


Figure 7.5 : Paramètres d'encrage d'un point lumineux

APPLICATION AU PROJET :

Eclairage de la voie :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. La hauteur des foyers est en général de 8 à 10 m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre pénétrante.

VII.2.2-GLISSIERES DE SECURITE :

A. DEFINITION :

Les dispositifs de retenues sont nécessaires pour assurer les bonnes conditions de sécurité aux usagers de la route, ils constituent :

- **Glissières de niveau 1** : adoptées pour les routes principales.
- **Glissières de niveau 2 et 3** : adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement des glissières sur le T.P.C pour les routes à deux chaussées, et sur accotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais.

B. LA MURETTE DE PROTECTION EN BETON ARME :

Envisagée lorsque le danger représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m.

APPLICATION AU PROJET :

Parmi ces dispositifs, on a opté à utiliser des glissières de sécurité de niveau 1 voir l'importance de la RN, et des glissières sur le T.P.C pour la retenue et la séparation.

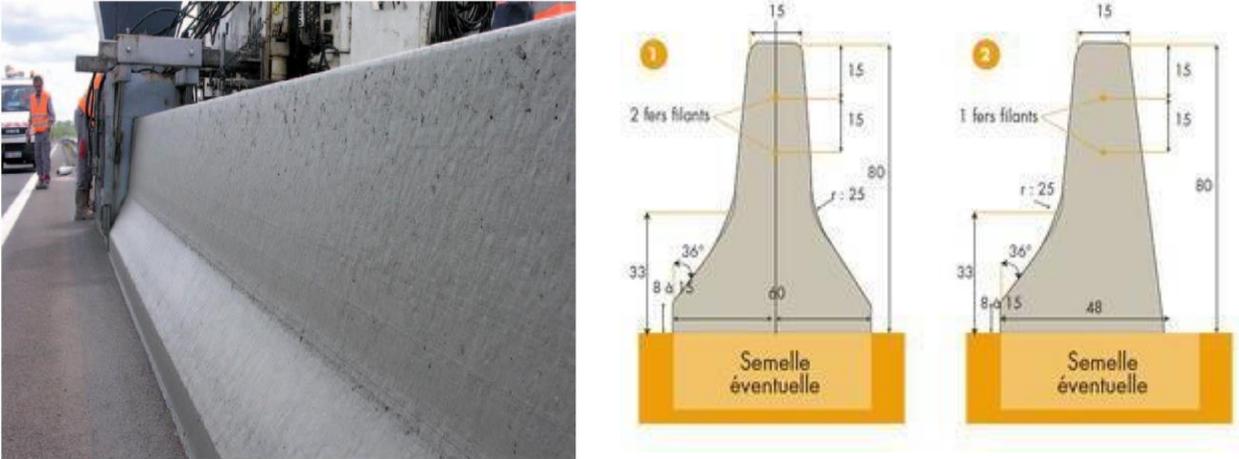


Figure 7.6 : Séparateurs (Glissière simple en Béton) ou (glissière Double en Béton)

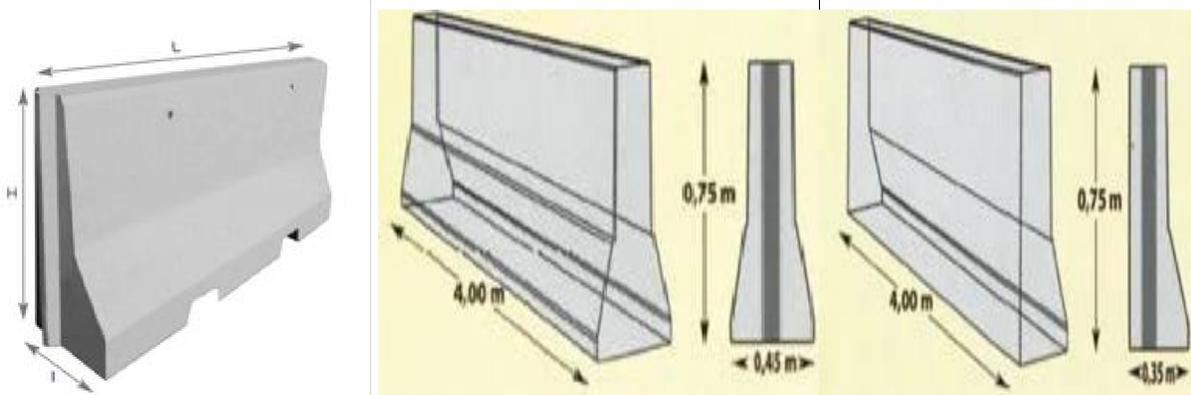


Figure 7.7 : Type séparateur en béton

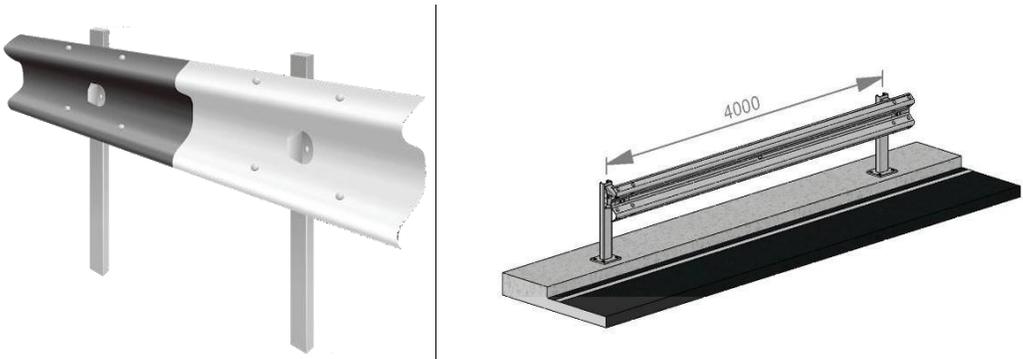


Figure 7.8 : Glissière de sécurité



Chapitre VIII:

**DEVIS QUANTITATIF ET
ESTIMATIF**

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

**Projet : Aménagement en double voie d'un tronçon routier la CW20 BOULEFRIES
VERS CHEMOURA avec modélisation dun ouvrage d'Art (dalot)**

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	P Unitaire	Montant
Terrassements					
1	Travaux de décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 20 cm y/c préparation du fond de forme	M2	174 366,023	100,00	17 436 602,30
2	Scarification de la chaussée existante y/c transport à la décharge publique	M2	100 595,7825	200,00	20 119 156,5
3	Déblais en sol meuble y/c évacuation à la décharge publics des terres	M3	301 336,000	350,00	105 467 600,00
4	Remblai en matériaux d'emprunts en matériaux choisis	M3	59 012,000	450,00	26 555 400,00
			SOUS TOTAL 01		169 578 758,80
Corps de chaussée					
5	F/P d'une couche de forme en GN 0-80. Ep = 60 cm	M3	194 048,840	600,00	116 429 304,00
6	F/P d'une couche de fondation en GNT. Ep = 30 cm	M3	72 898,200	1 100,00	80 188 020,00
7	F/P Couche d'imprégnation au cut back 0/1(1Kg/m2)	M2	201 191,565	140,00	28 166 819,10
8	F/P d'une couche GB sur une épaisseur de 20 cm y compris couches d'accrochage entre couche	T	101 027,34	6 500,00	656 677 736,00
9	F/P d'une couche de roulement en BB Ep = 6 cm y compris couche d'accrochage	T	32 061,12	7 000,00	224 427 840,00
10	Rechargement d'accotement en TVC. Ep = 56 cm	M3	22 178,65	1 000,00	22 178 650,00
11	Revêtement en monocouche (gravier 15/25) de l'accotement y compris y compris couche d'imprégnation au cut-back 0/1	M2	53651,084	500,00	26 825 542,00
			SOUS TOTAL 02		1 154 893 911,10
D'assainissement et ouvrages d'art					
12	Fossé bétonnés dimensions 0,5 x 1,5 x 0,5	ML	26 822,55	4 000,00	107 290 200,00
13	Lot ouvrages d'art	U	1	100 000 000,00	100 000 000,00
14	Lot ouvrages d'art : réalisation d'un DALOT en Béton Armé suivant les plans d'exécution (forfaitaire)	U	1	20 000 000,00	20 000 000,00
			SOUS TOTAL 03		227 290 200,00
Signalisation verticale et horizontale					
15	F/P des signalisations verticale et horizontale selon plans d'exécution	F	1	30 000 000,00	30 000 000,00
			SOUS TOTAL 04		30 000 000,00

Eclairage public et Equipement					
16	Réalisation d'un mur séparateur par coffrage glissant en béton dosé à 350 Kg/m3 /CPA et toutes sujestions de bonne exécution	ML	26 822,55	4 000,00	107 290 200,00
17	Remplissage en terre végétale pour TPC avec toute soujestion de bonne exécution	M3	16 097,980	400,00	6 439 192,00
18	F/P d'un canal PEHD diamètre de 60 mm d'arrosage le long de la route	ML	13 441,28	600,00	8 064 766,20
19	Construction d'un socle en béton (0,60*0,60*0,90) ciment HTS dosé à 350kg/m3 et toute sujétion de la bonne exécution. Tous les 30 m	U	50	4 000,00	200 000,00
20	Fourniture et pose d'un candélabre (acier galvanise thermolaqué traite contre la corrosion, hauteur de 7m) avec crosse double et toute sujétion de la bonne exécution.	U	50	36 000,00	1 800 000,00
21	Fourniture et pose d'un lampadaire LED LUMEN 7000lm (puissance supérieure au égale 60W) à énergie solaire avec panneau solaire (puissance 18V80 silicium monocristallin a haute efficacité) et capteur crépusculaire et de mouvement, batterie interne en lithium (12.8V 64AH batterie liFePO4 durée de vie 5ans)et toute sujétion de la bonne exécution.	U	50	150 000,00	7 500 000,00
			SOUS TOTAL 05		131 294 158,20
			Total en HT		1 713 057 028,10
			TVA 19 %		325 480 835,34
			Total en TTC		2 038 537 863,44

Arrêté le présent devis à la somme arrondie en TTC de :

Deux milliards Trente-huit millions cinq cent trente-sept mille huit cent soixante-trois Dinars Algérien DA et Quarante-quatre Centimes DA

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à Université Mohamed Khider Biskra.

Ce projet nous a permis aussi de connaître des problèmes techniques et administratifs rencontrés dans de tels projets.

C'est une grande occasion pour faire connaissance du déroulement d'un projet particulier des travaux publics (construction d'un dédoublement d'une route existante) et par conséquent la maîtrise des nouvelles technologies ainsi que l'utilisation des logiciels de calcul et de Dessin notamment, **COVADIS**, **AUTOPISTE**, **AUTOCAD** et **CYPE**.

Dans notre approche d'étude, nous nous sommes efforcés de respecter toutes les contraintes et normes existantes, lesquelles ne peuvent être négligées. Nous avons également pris en compte le confort et la sécurité des usagers, ainsi que les aspects économiques et environnementaux.

De toute manière, cela nous a plongés dans le monde professionnel dans lequel nous serons appelés à participer à la construction de notre pays et à contribuer à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

Règlement :

Route :

- ❖ **B40** : Normes techniques d'aménagement des routes.
- ❖ **ARP** : Aménagement de routes principales.

Ouvrage :

- ❖ Fascicule N° 61 Titre II.
- ❖ Règles B.A.E.L 91 règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en bétons armés, suivant la méthode des états limites.
- ❖ Règles définissant les charges à appliquer pour le calcul et les épreuves des ponts routes. DTR ALGERIEN (2009)

Documents de la DTP W. BATNA

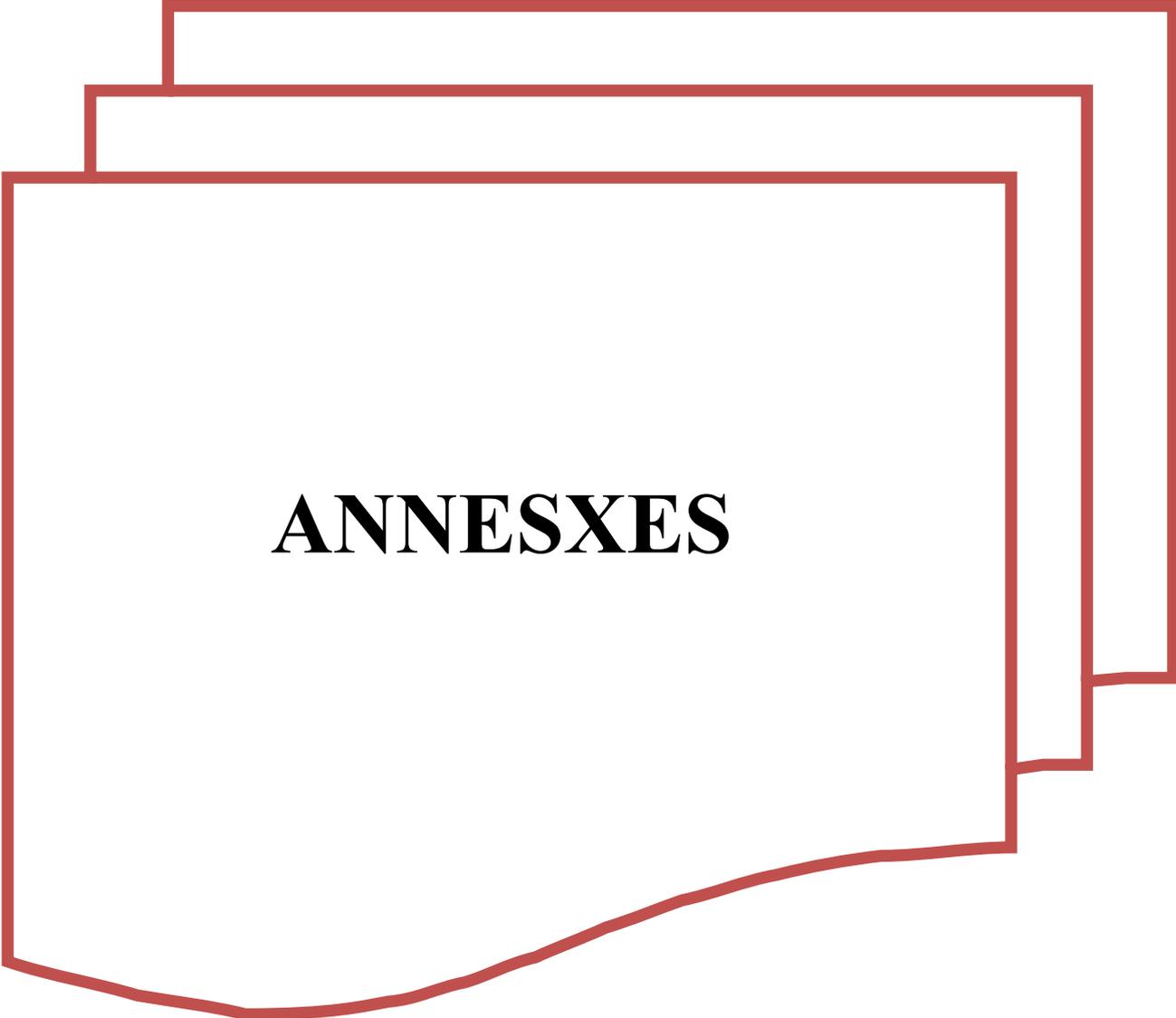
- ❖ Rapport géotechnique étude du dédoublement de l'axe routier reliant la rn88 (limite wilaya de Khenchela)
- ❖ Etude de trafic étude de dédoublement de l'axe reliant la rn88 a la rn03 sur 56km
- ❖ Levé topographique de dédoublement de l'axe reliant la rn88 a la rn03 sur 56km.

Utilisation les Documents suivante :

- ❖ Les cours des routes ; Dr. **Remadna Mohamed Saddek**).
- ❖ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) : fascicule1 et 2 et3.
- ❖ Livre Cours de routes : conception des tracé routier – avant métré (KALLI Fatima Zohra- RAHAL).
- ❖ Catalogue manuel de l'utilisateur (CYPE-PICF)
- ❖ Aides mémoire Routes.

Les Logiciel Et Outils Informatique

- ❖ Logiciel Covadis 13d.
- ❖ Logiciel ALIZE.
- ❖ Auto CAD 2013
- ❖ Logiciel Cype 2024
- ❖ Microsoft Excel 2021. Et Microsoft Word 2021. Microsoft PowerPoint 2021
- ❖ Google Earth Pro



ANNEXES

Axe En Plan

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 5.0353 g	545.514	0.000	296189.268	3933299.947	
Arc 1	Rayon 300.000 m Centre X 295933.308 m Centre Y 3933867.459 m	169.754	545.514	296232.370	3933843.755	
Clothoïde 1	Paramètre -187.748	117.498	715.267	296198.465	3934007.786	
Droite 2	Gisement 356.5455 g	612.027	832.765	296130.567	3934103.434	
Arc 2	Rayon -300.000 m Centre X 295977.285 m Centre Y 3934767.574 m	134.329	1444.793	295744.501	3934578.335	
Clothoïde 2	Paramètre 187.748	117.498	1579.121	295685.518	3934697.774	
Droite 3	Gisement 397.5179 g	941.544	1696.619	295673.313	3934814.435	
Arc 3	Rayon -450.000 m Centre X 296086.270 m Centre Y 3935772.804 m	1.652	2638.163	295636.612	3935755.263	
Clothoïde 3	Paramètre 244.643	133.000	2639.815	295636.551	3935756.915	
Droite 4	Gisement 7.1595 g	326.796	2772.815	295644.944	3935889.520	
Arc 4	Rayon 450.000 m Centre X 295234.461 m Centre Y 3936264.752 m	101.292	3099.611	295681.618	3936214.251	
Clothoïde 4	Paramètre -244.643	133.000	3200.903	295681.610	3936315.330	
Droite 5	Gisement 383.4217 g	1765.723	3333.903	295653.761	3936445.250	
Arc 5	Rayon 450.000 m Centre X 294764.299 m Centre Y 3938035.575 m	107.029	5099.626	295199.127	3938151.440	
Clothoïde 5	Paramètre -244.643	133.000	5206.655	295159.587	3938250.626	
Droite 6	Gisement 358.8724 g	28.587	5339.655	295084.916	3938360.530	
Arc 6	Rayon -450.000 m Centre X 295427.022 m Centre Y 3938654.266 m	125.625	5368.242	295067.706	3938383.356	
Clothoïde 6	Paramètre 244.643	133.000	5493.867	295006.967	3938492.855	
Droite 7	Gisement 386.0525 g	678.237	5626.867	294971.739	3938620.971	
Arc 7	Rayon 250.000 m Centre X 294580.307 m Centre Y 3939228.661 m	99.504	6305.104	294824.331	3939282.996	
Clothoïde 7	Paramètre -165.253	109.234	6404.607	294784.197	3939373.330	
Droite 8	Gisement 346.8060 g	101.100	6513.841	294708.884	3939452.130	
Arc 8	Rayon -250.000 m Centre X 294801.589 m Centre Y 3939705.363 m	52.219	6614.941	294633.900	3939519.943	
Clothoïde 8	Paramètre 165.253	109.234	6667.160	294599.096	3939558.745	
Droite 9	Gisement 374.0115 g	134.633	6776.394	294548.663	3939655.379	
Arc 9	Rayon 250.000 m Centre X 294265.759 m Centre Y 3939679.703 m	22.095	6911.027	294495.216	3939778.948	
Clothoïde 9	Paramètre -165.253	109.234	6933.123	294485.560	3939798.814	
Droite 10	Gisement 354.4769 g	46.409	7042.356	294420.265	3939886.096	
Arc 10	Rayon -500.000 m Centre X 294767.358 m Centre Y 3940248.974 m	75.040	7088.765	294389.836	3939921.137	
Clothoïde 10	Paramètre 257.876	133.000	7163.806	294345.062	3939981.268	
Droite 11	Gisement 372.4984 g	869.781	7296.806	294284.128	3940099.371	
Arc 11	Rayon -1000.000 m Centre X 294828.099 m Centre Y 3941307.930 m	191.811	8166.586	293919.966	3940889.247	
Clothoïde 11	Paramètre 364.692	133.000	8358.397	293856.805	3941070.049	
Droite 12	Gisement 388.9430 g	505.305	8491.397	293830.928	3941200.480	

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Arc 12	Rayon	250.000 m	86.366	8996.702	293743.605	3941698.183
	Centre X	293497.366 m				
	Centre Y	3941654.980 m				
Clothoïde 12	Paramètre	-165.253	109.234	9083.068	293714.427	3941779.016
Droite 13	Gisement	353.0419 g	4220.469	9192.302	293647.181	3941864.803
				13412.771	290808.807	3944988.261
Longueur totale de l'axe 13412.771 mètre(s)						

Profil En Long Projet

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 0.69 %	509.290	0.000	907.441
Parabole 1	Rayon 2500.000 m	7.312	509.290	910.932
	Sommet Absc. 492.151 m			
	Sommet Alt. 910.873 m			
Pente 2	Pente 0.98 %	425.888	516.602	910.993
Parabole 2	Rayon -5500.000 m	138.137	942.490	915.158
	Sommet Absc. 996.283 m			
	Sommet Alt. 915.421 m			
Pente 3	Pente -1.53 %	1.417	1080.627	914.775
Parabole 3	Rayon 2500.000 m	115.911	1082.044	914.753
	Sommet Absc. 1120.383 m			
	Sommet Alt. 914.459 m			
Pente 4	Pente 3.10 %	68.787	1197.956	915.663
Parabole 4	Rayon -5500.000 m	186.515	1266.742	917.797
	Sommet Absc. 1437.403 m			
	Sommet Alt. 920.445 m			
Pente 5	Pente -0.29 %	396.060	1453.258	920.422
Parabole 5	Rayon 2500.000 m	101.364	1849.318	919.280
	Sommet Absc. 1856.525 m			
	Sommet Alt. 919.270 m			
Pente 6	Pente 3.77 %	39.890	1950.682	921.043
Parabole 6	Rayon -2500.000 m	138.856	1990.572	922.545
	Sommet Absc. 2084.729 m			
	Sommet Alt. 924.318 m			
Pente 7	Pente -1.79 %	694.768	2129.428	923.919
Parabole 7	Rayon -20000.000 m	190.437	2824.196	911.497
	Sommet Absc. 2466.606 m			
	Sommet Alt. 914.693 m			
Pente 8	Pente -2.74 %	435.730	3014.632	907.185
Parabole 8	Rayon 25000.000 m	273.194	3450.362	895.245
	Sommet Absc. 4135.395 m			
	Sommet Alt. 885.860 m			
Pente 9	Pente -1.65 %	110.079	3723.556	889.252
Parabole 9	Rayon 2500.000 m	15.790	3833.636	887.439
	Sommet Absc. 3874.819 m			
	Sommet Alt. 887.100 m			
Pente 10	Pente -1.02 %	143.732	3849.426	887.229
Parabole 10	Rayon 2500.000 m	35.942	3993.157	885.769
	Sommet Absc. 4018.551 m			
	Sommet Alt. 885.640 m			
Pente 11	Pente 0.42 %	320.229	4029.099	885.662
Parabole 11	Rayon -5500.000 m	96.097	4349.328	887.013
	Sommet Absc. 4372.534 m			
	Sommet Alt. 887.062 m			
Pente 12	Pente -1.33 %	582.143	4445.425	886.579
Parabole 12	Rayon 10000.000 m	24.580	5027.568	878.864
	Sommet Absc. 5160.096 m			
	Sommet Alt. 877.986 m			
Pente 13	Pente -1.08 %	619.727	5052.148	878.568
Parabole 13	Rayon 2500.000 m	15.988	5671.874	871.879
	Sommet Absc. 5698.862 m			
	Sommet Alt. 871.733 m			
Pente 14	Pente -0.44 %	208.587	5687.862	871.757
Parabole 14	Rayon -5500.000 m	24.780	5896.450	870.839
	Sommet Absc. 5872.251 m			
	Sommet Alt. 870.893 m			
Pente 15	Pente -0.89 %	162.465	5921.230	870.675

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 15	Rayon	2500.000 m	9.678	6083.694	869.228
	Sommet Absc.	6105.957 m			
	Sommet Alt.	869.129 m			
Pente 16	Pente	-0.50 %	998.086	6093.372	869.160
Parabole 16	Rayon	2500.000 m	20.181	7091.458	864.136
	Sommet Absc.	7104.043 m			
	Sommet Alt.	864.104 m			
Pente 17	Pente	0.30 %	755.653	7111.639	864.116
Parabole 17	Rayon	-6000.000 m	87.430	7867.292	866.412
	Sommet Absc.	7885.523 m			
	Sommet Alt.	866.440 m			
Pente 18	Pente	-1.15 %	286.136	7954.721	866.041
Parabole 18	Rayon	2500.000 m	38.285	8240.857	862.741
	Sommet Absc.	8269.690 m			
	Sommet Alt.	862.574 m			
Pente 19	Pente	0.38 %	204.042	8279.143	862.592
Parabole 19	Rayon	-5500.000 m	50.543	8483.184	863.364
	Sommet Absc.	8503.980 m			
	Sommet Alt.	863.403 m			
Pente 20	Pente	-0.54 %	200.757	8533.728	863.323
Parabole 20	Rayon	2500.000 m	25.107	8734.484	862.237
	Sommet Absc.	8748.006 m			
	Sommet Alt.	862.200 m			
Pente 21	Pente	0.46 %	379.303	8759.591	862.227
Parabole 21	Rayon	-5500.000 m	71.684	9138.894	863.985
	Sommet Absc.	9164.381 m			
	Sommet Alt.	864.044 m			
Pente 22	Pente	-0.84 %	259.619	9210.578	863.850
Parabole 22	Rayon	2500.000 m	29.129	9470.197	861.669
	Sommet Absc.	9491.196 m			
	Sommet Alt.	861.581 m			
Pente 23	Pente	0.33 %	413.794	9499.326	861.594
Parabole 23	Rayon	-6000.000 m	37.517	9913.120	862.940
	Sommet Absc.	9932.632 m			
	Sommet Alt.	862.972 m			
Pente 24	Pente	-0.30 %	468.978	9950.637	862.945
Parabole 24	Rayon	-10000.000 m	0.769	10419.615	861.537
	Sommet Absc.	10389.607 m			
	Sommet Alt.	861.582 m			
Pente 25	Pente	-0.31 %	371.969	10420.385	861.535
Parabole 25	Rayon	2500.000 m	15.293	10792.354	860.390
	Sommet Absc.	10800.048 m			
	Sommet Alt.	860.378 m			
Pente 26	Pente	0.30 %	772.208	10807.646	860.390
Parabole 26	Rayon	-6000.000 m	0.292	11579.854	862.737
	Sommet Absc.	11598.089 m			
	Sommet Alt.	862.764 m			
Pente 27	Pente	0.30 %	553.661	11580.146	862.738
Parabole 27	Rayon	-5500.000 m	33.060	12133.807	864.393
	Sommet Absc.	12150.255 m			
	Sommet Alt.	864.418 m			
Pente 28	Pente	-0.30 %	445.298	12166.867	864.393
Parabole 28	Rayon	2500.000 m	15.671	12612.165	863.048
	Sommet Absc.	12619.716 m			
	Sommet Alt.	863.036 m			
Pente 29	Pente	0.32 %	767.822	12627.835	863.050
Pente 30	Pente	-99999900.00 %	0.000	13395.657	865.543
Pente 31	Pente	0.00 %	17.114	13395.657	865.543
				13412.771	865.543
Longueur totale de l'axe 13412.771 mètre(s)					

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (Gulden)

Matériau	Volume cumulé
BB / C R	13358.80
G.B /C BASE	45921.52
TVC / Accotement	22178.65
GN 0-80 / CDF	194048.84
GNT /Fondation	72898.20
TV / TPC	16097.89

Volumes Cumulés	
Déblai	Remblai
301336	59012

Décapage $E_p=20$ cm : $13 \times 13412.771 = 174366.023 \text{ m}^2$

Scarification de la chaussée existante : $7.5 \times 13412.771 = 100595.7825 \text{ m}^2$

Déblai : 301336 m^3

Remblai : 59012 m^3

Couche de forme en TVO. $E_p = 60$ cm = 194048.84 m^3

Couche de fondation en GNT. $E_p = 30$ cm = 72898.20 m^3

Rechargement d'accotement en TVC. $E_p = 56$ cm = 22178.65 m^3

Couche GB sur une épaisseur de 20cm = $45921.52 \text{ m}^3 \times 2.20 = 101027.344 \text{ T}$

Couche de roulement en BB $E_p = 6$ cm = $13358.8 \text{ m}^3 \times 2.40 = 32061.12 \text{ T}$

Couche de revêtement monocouche accotement $E_p=3$ cm = 53651.084 m^2

Couche d'imprégnation au cut back 0/1Kg/m² = $2 \times 7.5 \times 13412.771 = 201191.565 \text{ m}^2$

Remplissage en terre végétale pour TPC = 16097.89 m^3

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
1	0.000	10.00	33.67	0.00	336.673	0.000	337	0
2	20.000	20.00	29.32	0.00	586.344	0.018	923	0
3	40.000	20.00	24.21	0.05	484.216	1.073	1407	1
4	60.000	20.00	13.54	0.25	270.735	5.023	1678	6
5	80.000	20.00	8.76	0.25	175.278	5.056	1853	11
6	100.000	20.00	4.96	9.26	99.121	185.136	1952	196
7	120.000	20.00	4.88	0.35	97.665	7.062	2050	203
8	140.000	20.00	6.35	0.60	126.982	12.072	2177	215
9	160.000	20.00	1.78	22.69	35.598	453.803	2213	669
10	180.000	20.00	0.00	66.21	0.034	1324.128	2213	1993
11	200.000	20.00	0.09	38.48	1.883	769.572	2215	2763
12	220.000	20.00	0.27	26.74	5.383	534.790	2220	3298
13	240.000	20.00	0.01	17.89	0.184	357.853	2220	3656
14	260.000	20.00	0.00	19.14	0.000	382.862	2220	4038
15	280.000	20.00	0.16	4.84	3.132	96.777	2223	4135
16	300.000	20.00	0.00	8.03	0.000	160.597	2223	4296
17	320.000	20.00	0.00	9.74	0.000	194.839	2223	4491
18	340.000	20.00	0.00	13.04	0.000	260.886	2223	4752
19	360.000	20.00	0.00	15.89	0.000	317.792	2223	5069
20	380.000	20.00	0.00	16.77	0.000	335.478	2223	5405
21	400.000	20.00	0.00	18.91	0.000	378.134	2223	5783
22	420.000	20.00	0.00	20.99	0.000	419.843	2223	6203
23	440.000	20.00	0.00	21.11	0.000	422.139	2223	6625
24	460.000	20.00	0.00	7.65	0.000	153.013	2223	6778
25	480.000	20.00	3.46	1.15	69.161	22.914	2292	6801
26	500.000	20.00	22.24	0.02	444.810	0.305	2737	6801
27	520.000	20.00	28.17	0.08	563.334	1.622	3301	6803
28	540.000	20.00	24.71	0.73	492.831	14.651	3793	6817
29	560.000	20.00	20.76	2.23	408.717	46.212	4202	6864
30	580.000	20.00	17.29	3.94	339.247	81.521	4541	6945
31	600.000	20.00	16.62	5.40	325.037	111.538	4866	7057
32	620.000	20.00	15.31	5.05	298.563	104.047	5165	7161
33	640.000	20.00	13.54	2.51	262.588	51.816	5428	7213
34	660.000	20.00	18.38	0.45	359.580	9.319	5787	7222
35	680.000	20.00	19.32	0.24	379.525	4.952	6167	7227
36	700.000	20.00	19.86	0.12	391.079	2.467	6558	7229
37	720.000	20.00	21.13	0.00	416.920	0.092	6975	7229
38	740.000	20.00	23.65	0.23	468.006	4.735	7443	7234
39	760.000	20.00	25.38	0.08	503.946	1.586	7947	7236
40	780.000	20.00	27.10	0.00	539.771	0.012	8486	7236
41	800.000	20.00	28.23	0.10	562.877	1.992	9049	7238
42	820.000	20.00	28.23	0.00	564.085	0.001	9613	7238
43	840.000	20.00	38.50	0.00	769.924	0.000	10383	7238
44	860.000	20.00	36.48	0.00	729.632	0.000	11113	7238
45	880.000	20.00	38.10	0.00	761.902	0.000	11875	7238
46	900.000	20.00	40.13	0.00	802.696	0.000	12677	7238
47	920.000	20.00	41.21	0.00	824.283	0.000	13502	7238
48	940.000	20.00	40.59	0.00	811.825	0.000	14314	7238
49	960.000	20.00	34.93	0.00	698.632	0.000	15012	7238
50	980.000	20.00	26.00	0.03	519.933	0.608	15532	7238
51	1000.000	20.00	29.47	0.02	589.476	0.432	16122	7239
52	1020.000	20.00	27.51	0.11	550.191	2.239	16672	7241
53	1040.000	20.00	24.24	0.05	484.857	1.043	17157	7242
54	1060.000	20.00	24.90	0.03	497.947	0.633	17655	7243
55	1080.000	20.00	23.39	0.00	467.830	0.009	18122	7243
56	1100.000	20.00	23.58	0.15	471.598	2.902	18594	7246
57	1120.000	20.00	21.05	0.25	420.950	5.010	19015	7251
58	1140.000	20.00	16.36	0.37	327.259	7.447	19342	7258
59	1160.000	20.00	10.84	0.32	216.796	6.359	19559	7264

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
60	1180.000	20.00	9.78	0.12	195.522	2.339	19755	7267
61	1200.000	20.00	15.29	0.41	305.722	8.235	20060	7275
62	1220.000	20.00	24.41	0.25	488.242	4.929	20549	7280
63	1240.000	20.00	43.95	0.00	879.031	0.000	21428	7280
64	1260.000	20.00	61.32	0.00	1226.474	0.000	22654	7280
65	1280.000	20.00	76.29	0.00	1525.862	0.000	24180	7280
66	1300.000	20.00	72.73	0.00	1454.586	0.000	25634	7280
67	1320.000	20.00	60.31	0.01	1206.267	0.115	26841	7280
68	1340.000	20.00	60.10	0.01	1202.064	0.257	28043	7280
69	1360.000	20.00	58.75	0.23	1175.042	4.618	29218	7285
70	1380.000	20.00	61.32	0.16	1226.332	3.277	30444	7288
71	1400.000	20.00	50.78	0.18	1015.537	3.593	31460	7292
72	1420.000	20.00	39.64	0.23	792.771	4.517	32252	7296
73	1440.000	20.00	23.80	0.43	477.719	8.484	32730	7305
74	1460.000	20.00	14.00	0.07	281.448	1.317	33012	7306
75	1480.000	20.00	4.70	0.14	92.273	2.997	33104	7309
76	1500.000	20.00	0.00	12.66	0.000	254.195	33104	7563
77	1520.000	20.00	0.00	25.25	0.000	501.546	33104	8065
78	1540.000	20.00	0.00	17.58	0.000	349.609	33104	8414
79	1560.000	20.00	0.00	12.86	0.000	256.175	33104	8671
80	1580.000	20.00	0.00	19.14	0.000	383.029	33104	9054
81	1600.000	20.00	0.00	17.60	0.000	351.444	33104	9405
82	1620.000	20.00	0.00	16.63	0.000	331.944	33104	9737
83	1640.000	20.00	0.00	14.55	0.000	290.189	33104	10027
84	1660.000	20.00	0.00	11.69	0.000	232.771	33104	10260
85	1680.000	20.00	0.23	10.07	4.642	200.744	33109	10461
86	1700.000	20.00	0.36	8.64	7.113	172.667	33116	10633
87	1720.000	20.00	0.71	5.86	14.134	117.251	33130	10751
88	1740.000	20.00	4.60	5.97	92.036	119.420	33222	10870
89	1760.000	20.00	5.56	5.11	111.262	102.235	33333	10972
90	1780.000	20.00	6.85	3.36	137.091	67.230	33470	11040
91	1800.000	20.00	7.96	1.75	159.192	34.978	33629	11075
92	1820.000	20.00	16.48	0.48	329.625	9.680	33959	11084
93	1840.000	20.00	20.99	0.12	419.783	2.304	34379	11086
94	1860.000	20.00	23.30	0.03	465.999	0.526	34845	11087
95	1880.000	20.00	26.97	0.02	539.383	0.421	35384	11087
96	1900.000	20.00	25.31	0.03	506.254	0.612	35890	11088
97	1920.000	20.00	20.65	0.10	413.038	1.939	36303	11090
98	1940.000	20.00	14.67	0.25	293.379	4.984	36597	11095
99	1960.000	20.00	7.72	0.41	154.497	8.140	36751	11103
100	1980.000	20.00	6.60	0.45	131.950	8.999	36883	11112
101	2000.000	20.00	13.80	0.03	276.094	0.513	37159	11113
102	2020.000	20.00	29.33	0.00	586.623	0.005	37746	11113
103	2040.000	20.00	72.32	0.00	1446.309	0.000	39192	11113
104	2060.000	20.00	105.58	0.00	2111.659	0.000	41304	11113
105	2080.000	20.00	109.82	0.00	2196.416	0.000	43500	11113
106	2100.000	20.00	81.77	0.00	1635.415	0.000	45136	11113
107	2120.000	20.00	58.03	0.00	1160.578	0.000	46296	11113
108	2140.000	20.00	40.92	0.00	818.420	0.000	47115	11113
109	2160.000	20.00	27.86	0.00	557.298	0.000	47672	11113
110	2180.000	20.00	22.31	0.00	446.255	0.000	48118	11113
111	2200.000	20.00	13.20	0.21	263.961	4.214	48382	11117
112	2220.000	20.00	4.71	0.56	94.202	11.133	48477	11128
113	2240.000	20.00	2.16	6.07	43.299	121.467	48520	11249
114	2260.000	20.00	2.94	7.38	58.749	147.648	48579	11397
115	2280.000	20.00	0.47	14.19	9.458	283.733	48588	11681
116	2300.000	20.00	0.35	14.84	7.045	296.727	48595	11978
117	2320.000	20.00	0.00	20.16	0.000	403.224	48595	12381
118	2340.000	20.00	0.00	25.59	0.000	511.731	48595	12893
119	2360.000	20.00	0.00	29.57	0.000	591.315	48595	13484
120	2380.000	20.00	0.00	33.71	0.000	674.160	48595	14158
121	2400.000	20.00	0.00	39.60	0.000	791.989	48595	14950
122	2420.000	20.00	0.00	41.06	0.000	821.251	48595	15771

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
123	2440.000	20.00	0.00	42.43	0.000	848.508	48595	16620
124	2460.000	20.00	0.00	42.94	0.000	858.759	48595	17478
125	2480.000	20.00	0.00	43.74	0.000	874.796	48595	18353
126	2500.000	20.00	0.00	45.51	0.000	910.130	48595	19263
127	2520.000	20.00	0.00	48.01	0.000	960.189	48595	20224
128	2540.000	20.00	0.00	50.12	0.000	1002.477	48595	21226
129	2560.000	20.00	0.00	54.07	0.000	1081.478	48595	22308
130	2580.000	20.00	0.00	59.13	0.000	1182.575	48595	23490
131	2600.000	20.00	0.00	60.79	0.000	1215.833	48595	24706
132	2620.000	20.00	0.00	76.31	0.000	1526.241	48595	26232
133	2640.000	20.00	0.00	56.61	0.000	1132.880	48595	27365
134	2660.000	20.00	0.00	51.04	0.000	1021.131	48595	28386
135	2680.000	20.00	0.00	44.99	0.000	899.581	48595	29286
136	2700.000	20.00	0.00	40.15	0.000	802.322	48595	30088
137	2720.000	20.00	0.00	34.12	0.000	681.639	48595	30770
138	2740.000	20.00	0.00	28.07	0.000	560.970	48595	31331
139	2760.000	20.00	0.00	19.24	0.000	384.761	48595	31715
140	2780.000	20.00	0.00	10.70	0.000	213.960	48595	31929
141	2800.000	20.00	1.02	3.54	20.313	70.732	48615	32000
142	2820.000	20.00	5.10	0.38	101.906	7.555	48717	32008
143	2840.000	20.00	8.69	0.56	173.822	11.269	48891	32019
144	2860.000	20.00	13.57	0.12	271.439	2.419	49163	32021
145	2880.000	20.00	26.63	0.00	532.659	0.000	49695	32021
146	2900.000	20.00	36.51	0.00	730.231	0.000	50425	32021
147	2920.000	20.00	38.30	0.00	765.906	0.000	51191	32021
148	2940.000	20.00	32.52	0.04	650.389	0.898	51842	32022
149	2960.000	20.00	8.46	0.88	169.139	17.682	52011	32040
150	2980.000	20.00	0.28	12.16	5.515	243.211	52016	32283
151	3000.000	20.00	0.20	22.32	4.067	446.320	52020	32730
152	3020.000	20.00	0.10	24.63	2.049	492.673	52023	33222
153	3040.000	20.00	0.01	29.48	0.290	589.582	52023	33812
154	3060.000	20.00	0.00	25.43	0.000	508.625	52023	34320
155	3080.000	20.00	0.00	21.23	0.000	424.689	52023	34745
156	3100.000	20.00	1.71	9.29	34.397	185.230	52057	34930
157	3120.000	20.00	3.87	6.39	77.657	129.369	52135	35060
158	3140.000	20.00	5.58	3.00	111.378	61.178	52246	35121
159	3160.000	20.00	4.33	2.11	86.011	41.630	52332	35163
160	3180.000	20.00	9.23	2.85	182.086	57.994	52514	35221
161	3200.000	20.00	11.14	7.50	218.442	152.530	52733	35373
162	3220.000	20.00	3.86	4.96	75.975	101.198	52809	35474
163	3240.000	20.00	5.83	0.98	115.723	20.046	52924	35494
164	3260.000	20.00	10.61	0.45	211.482	9.042	53136	35503
165	3280.000	20.00	14.57	0.08	290.985	1.532	53427	35505
166	3300.000	20.00	15.14	0.41	302.512	8.328	53729	35513
167	3320.000	20.00	15.50	0.28	309.950	5.634	54039	35519
168	3340.000	20.00	16.62	0.19	332.481	3.739	54372	35523
169	3360.000	20.00	21.38	0.11	427.597	2.299	54799	35525
170	3380.000	20.00	18.98	0.06	379.668	1.286	55179	35526
171	3400.000	20.00	19.40	0.04	388.014	0.733	55567	35527
172	3420.000	20.00	20.32	0.01	406.342	0.168	55974	35527
173	3440.000	20.00	28.89	0.00	577.894	0.000	56551	35527
174	3460.000	20.00	32.31	0.00	646.216	0.000	57198	35527
175	3480.000	20.00	33.95	0.00	678.905	0.000	57877	35527
176	3500.000	20.00	35.64	0.00	712.781	0.000	58589	35527
177	3520.000	20.00	31.55	0.00	631.086	0.000	59220	35527
178	3540.000	20.00	30.38	0.00	607.641	0.000	59828	35527
179	3560.000	20.00	24.07	0.01	481.428	0.261	60309	35527
180	3580.000	20.00	28.00	0.00	559.908	0.000	60869	35527
181	3600.000	20.00	28.29	0.00	565.818	0.000	61435	35527
182	3620.000	20.00	28.60	0.00	571.956	0.000	62007	35527
183	3640.000	20.00	30.05	0.00	600.928	0.000	62608	35527
184	3660.000	20.00	26.97	0.00	539.332	0.010	63147	35527
185	3680.000	20.00	22.71	0.03	454.103	0.653	63602	35528

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
186	3700.000	20.00	20.99	0.13	419.844	2.548	64021	35531
187	3720.000	20.00	20.27	0.19	405.429	3.791	64427	35534
188	3740.000	20.00	20.47	0.19	409.432	3.840	64836	35538
189	3760.000	20.00	19.88	0.14	397.534	2.723	65234	35541
190	3780.000	20.00	25.61	0.14	512.194	2.717	65746	35544
191	3800.000	20.00	24.95	0.10	498.940	1.911	66245	35546
192	3820.000	20.00	33.31	0.00	666.162	0.000	66911	35546
193	3840.000	20.00	35.27	0.00	705.497	0.000	67617	35546
194	3860.000	20.00	37.59	0.00	751.808	0.000	68368	35546
195	3880.000	20.00	45.41	0.00	908.117	0.000	69276	35546
196	3900.000	20.00	47.65	0.00	953.015	0.000	70229	35546
197	3920.000	20.00	48.12	0.00	962.398	0.000	71192	35546
198	3940.000	20.00	49.11	0.00	982.188	0.000	72174	35546
199	3960.000	20.00	43.52	0.00	870.334	0.000	73044	35546
200	3980.000	20.00	41.80	0.00	835.908	0.000	73880	35546
201	4000.000	20.00	40.94	0.00	818.832	0.000	74699	35546
202	4020.000	20.00	13.80	0.56	275.964	11.110	74975	35557
203	4040.000	20.00	43.06	0.00	861.116	0.000	75836	35557
204	4060.000	20.00	41.41	0.00	828.296	0.000	76665	35557
205	4080.000	20.00	37.04	0.00	740.721	0.000	77405	35557
206	4100.000	20.00	34.51	0.00	690.178	0.000	78095	35557
207	4120.000	20.00	33.73	0.00	674.533	0.000	78770	35557
208	4140.000	20.00	28.30	0.02	566.084	0.303	79336	35557
209	4160.000	20.00	29.35	0.00	587.030	0.056	79923	35557
210	4180.000	20.00	36.14	0.00	722.751	0.000	80646	35557
211	4200.000	20.00	38.43	0.00	768.506	0.000	81414	35557
212	4220.000	20.00	41.45	0.00	828.973	0.000	82243	35557
213	4240.000	20.00	42.53	0.00	850.510	0.000	83094	35557
214	4260.000	20.00	43.36	0.00	867.122	0.000	83961	35557
215	4280.000	20.00	42.98	0.00	859.688	0.000	84821	35557
216	4300.000	20.00	42.95	0.00	859.084	0.000	85680	35557
217	4320.000	20.00	42.61	0.00	852.131	0.000	86532	35557
218	4340.000	20.00	40.13	0.00	802.543	0.000	87334	35557
219	4360.000	20.00	33.70	0.03	673.902	0.502	88008	35557
220	4380.000	20.00	35.44	0.00	708.774	0.094	88717	35558
221	4400.000	20.00	36.45	0.00	729.074	0.000	89446	35558
222	4420.000	20.00	30.36	0.00	607.278	0.000	90053	35558
223	4440.000	20.00	22.29	0.04	445.714	0.825	90499	35558
224	4460.000	20.00	16.79	0.16	335.725	3.277	90835	35562
225	4480.000	20.00	14.52	0.35	290.444	7.043	91125	35569
226	4500.000	20.00	13.18	0.13	263.550	2.560	91389	35571
227	4520.000	20.00	10.88	0.25	217.519	5.029	91606	35576
228	4540.000	20.00	8.51	0.42	170.104	8.383	91776	35585
229	4560.000	20.00	5.77	0.59	115.417	11.896	91892	35597
230	4580.000	20.00	3.87	0.20	77.395	4.041	91969	35601
231	4600.000	20.00	1.69	0.79	33.756	15.735	92003	35616
232	4620.000	20.00	1.20	2.39	23.952	47.885	92027	35664
233	4640.000	20.00	1.04	4.74	20.804	94.706	92048	35759
234	4660.000	20.00	0.89	6.97	17.878	139.495	92066	35898
235	4680.000	20.00	0.76	9.07	15.173	181.369	92081	36080
236	4700.000	20.00	0.63	10.40	12.690	207.927	92094	36288
237	4720.000	20.00	0.52	10.00	10.429	199.952	92104	36488
238	4740.000	20.00	0.42	8.97	8.389	179.345	92112	36667
239	4760.000	20.00	0.05	5.53	0.942	110.566	92113	36778
240	4780.000	20.00	0.07	4.21	1.319	84.101	92115	36862
241	4800.000	20.00	0.03	5.49	0.654	109.750	92115	36971
242	4820.000	20.00	0.10	5.68	1.952	113.543	92117	37085
243	4840.000	20.00	1.24	1.43	24.860	28.625	92142	37114
244	4860.000	20.00	3.05	0.22	60.994	4.408	92203	37118
245	4880.000	20.00	5.88	0.39	117.591	7.714	92321	37126
246	4900.000	20.00	8.92	0.56	178.323	11.130	92499	37137
247	4920.000	20.00	9.57	0.23	191.431	4.650	92690	37142
248	4940.000	20.00	8.94	0.35	178.745	6.985	92869	37149

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
249	4960.000	20.00	13.94	0.31	278.796	6.206	93148	37155
250	4980.000	20.00	14.07	0.49	281.378	9.886	93429	37165
251	5000.000	20.00	19.87	0.11	397.371	2.207	93827	37167
252	5020.000	20.00	23.16	0.04	463.191	0.721	94290	37168
253	5040.000	20.00	25.11	0.07	502.209	1.499	94792	37169
254	5060.000	20.00	20.05	0.26	401.075	5.147	95193	37174
255	5080.000	20.00	18.82	0.15	376.414	3.009	95570	37177
256	5100.000	20.00	19.30	0.20	384.048	4.045	95954	37181
257	5120.000	20.00	13.00	0.43	258.820	8.744	96212	37190
258	5140.000	20.00	15.47	0.38	306.414	7.713	96519	37198
259	5160.000	20.00	11.07	0.04	219.916	0.804	96739	37198
260	5180.000	20.00	9.05	0.40	179.965	7.955	96919	37206
261	5200.000	20.00	6.31	0.28	125.418	5.576	97044	37212
262	5220.000	20.00	7.02	0.13	139.522	2.641	97184	37215
263	5240.000	20.00	5.18	0.99	103.198	19.803	97287	37234
264	5260.000	20.00	5.97	0.58	118.891	11.547	97406	37246
265	5280.000	20.00	6.00	1.19	119.452	24.113	97525	37270
266	5300.000	20.00	5.44	1.02	108.581	20.456	97634	37291
267	5320.000	20.00	7.96	0.61	159.066	12.155	97793	37303
268	5340.000	20.00	7.89	0.23	157.720	4.688	97951	37307
269	5360.000	20.00	9.17	0.06	183.396	1.127	98134	37309
270	5380.000	20.00	8.97	0.45	178.416	9.049	98312	37318
271	5400.000	20.00	7.51	0.67	149.088	13.500	98462	37331
272	5420.000	20.00	6.23	0.65	123.464	13.139	98585	37344
273	5440.000	20.00	6.33	0.86	125.393	17.420	98710	37362
274	5460.000	20.00	5.79	1.14	114.351	23.270	98825	37385
275	5480.000	20.00	6.39	0.50	126.773	10.148	98951	37395
276	5500.000	20.00	8.71	0.56	172.950	11.420	99124	37406
277	5520.000	20.00	10.08	0.19	200.965	3.892	99325	37410
278	5540.000	20.00	11.91	0.21	237.428	4.265	99563	37415
279	5560.000	20.00	12.36	0.37	247.088	7.323	99810	37422
280	5580.000	20.00	13.12	0.69	262.499	13.794	100072	37436
281	5600.000	20.00	21.55	0.00	431.380	0.039	100504	37436
282	5620.000	20.00	22.90	0.08	458.060	1.511	100962	37437
283	5640.000	20.00	26.23	0.04	524.625	0.808	101486	37438
284	5660.000	20.00	28.13	0.01	562.597	0.254	102049	37438
285	5680.000	20.00	27.77	0.00	555.363	0.095	102604	37438
286	5700.000	20.00	25.29	0.01	505.828	0.218	103110	37439
287	5720.000	20.00	24.17	0.01	483.469	0.162	103594	37439
288	5740.000	20.00	22.51	0.04	450.296	0.888	104044	37440
289	5760.000	20.00	20.23	0.10	404.548	2.052	104449	37442
290	5780.000	20.00	15.08	0.24	301.627	4.779	104750	37447
291	5800.000	20.00	20.09	0.14	401.719	2.779	105152	37449
292	5820.000	20.00	16.85	0.18	336.904	3.528	105489	37453
293	5840.000	20.00	14.99	0.17	299.880	3.323	105789	37456
294	5860.000	20.00	14.85	0.19	296.974	3.800	106086	37460
295	5880.000	20.00	13.14	0.42	262.835	8.456	106349	37468
296	5900.000	20.00	10.67	0.05	213.310	0.993	106562	37469
297	5920.000	20.00	12.76	0.00	255.209	0.075	106817	37470
298	5940.000	20.00	19.10	0.38	382.005	7.525	107199	37477
299	5960.000	20.00	16.51	0.36	330.179	7.270	107529	37484
300	5980.000	20.00	26.82	0.12	536.408	2.406	108066	37487
301	6000.000	20.00	29.55	0.00	591.012	0.084	108657	37487
302	6020.000	20.00	38.95	0.00	779.080	0.000	109436	37487
303	6040.000	20.00	39.28	0.00	785.629	0.000	110221	37487
304	6060.000	20.00	43.93	0.00	878.603	0.000	111100	37487
305	6080.000	20.00	47.92	0.00	958.425	0.000	112058	37487
306	6100.000	20.00	46.23	0.00	924.525	0.000	112983	37487
307	6120.000	20.00	45.38	0.00	907.567	0.000	113890	37487
308	6140.000	20.00	45.73	0.00	914.643	0.000	114805	37487
309	6160.000	20.00	46.17	0.00	923.432	0.000	115729	37487
310	6180.000	20.00	45.81	0.00	916.171	0.000	116645	37487
311	6200.000	20.00	45.91	0.00	918.234	0.000	117563	37487

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
312	6220.000	20.00	39.91	0.00	798.285	0.018	118361	37487
313	6240.000	20.00	37.19	0.21	743.853	4.141	119105	37491
314	6260.000	20.00	34.75	0.14	694.904	2.878	119800	37494
315	6280.000	20.00	30.21	0.41	604.201	8.201	120404	37502
316	6300.000	20.00	30.15	0.37	599.538	7.460	121004	37510
317	6320.000	20.00	20.06	0.69	390.393	14.429	121394	37524
318	6340.000	20.00	12.89	0.93	251.439	19.475	121646	37543
319	6360.000	20.00	8.27	1.61	162.440	33.656	121808	37577
320	6380.000	20.00	11.64	1.93	225.960	40.327	122034	37617
321	6400.000	20.00	10.02	2.47	194.195	51.406	122228	37669
322	6420.000	20.00	7.99	2.33	156.907	48.303	122385	37717
323	6440.000	20.00	12.90	0.96	253.605	19.795	122639	37737
324	6460.000	20.00	15.68	0.04	309.888	0.766	122949	37738
325	6480.000	20.00	21.45	0.17	426.180	3.524	123375	37741
326	6500.000	20.00	26.75	0.00	533.949	0.078	123909	37741
327	6520.000	20.00	28.05	0.17	561.000	3.456	124470	37745
328	6540.000	20.00	29.58	0.00	591.691	0.034	125061	37745
329	6560.000	20.00	28.21	0.03	564.166	0.651	125626	37745
330	6580.000	20.00	30.43	0.06	608.626	1.210	126234	37747
331	6600.000	20.00	32.20	0.08	643.908	1.650	126878	37748
332	6620.000	20.00	34.49	0.06	683.335	1.143	127561	37749
333	6640.000	20.00	38.98	0.00	770.194	0.004	128332	37749
334	6660.000	20.00	52.05	0.00	1033.094	0.000	129365	37749
335	6680.000	20.00	62.86	0.00	1252.258	0.000	130617	37749
336	6700.000	20.00	64.55	0.00	1289.213	0.000	131906	37749
337	6720.000	20.00	59.82	0.00	1196.262	0.000	133102	37749
338	6740.000	20.00	55.15	0.00	1103.331	0.000	134206	37749
339	6760.000	20.00	53.25	0.00	1065.452	0.000	135271	37749
340	6780.000	20.00	52.83	0.00	1056.657	0.000	136328	37749
341	6800.000	20.00	51.54	0.00	1030.809	0.000	137359	37749
342	6820.000	20.00	45.30	0.00	905.931	0.000	138265	37749
343	6840.000	20.00	44.46	0.00	889.218	0.000	139154	37749
344	6860.000	20.00	44.18	0.00	883.653	0.000	140037	37749
345	6880.000	20.00	44.98	0.00	899.561	0.000	140937	37749
346	6900.000	20.00	45.50	0.00	909.910	0.000	141847	37749
347	6920.000	20.00	46.17	0.00	920.038	0.000	142767	37749
348	6940.000	20.00	46.82	0.00	932.576	0.000	143700	37749
349	6960.000	20.00	49.74	0.00	993.382	0.000	144693	37749
350	6980.000	20.00	51.17	0.00	1023.729	0.000	145717	37749
351	7000.000	20.00	54.28	0.00	1087.129	0.000	146804	37749
352	7020.000	20.00	61.25	0.00	1226.270	0.000	148030	37749
353	7040.000	20.00	62.21	0.00	1244.485	0.000	149275	37749
354	7060.000	20.00	58.03	0.00	1160.692	0.000	150435	37749
355	7080.000	20.00	54.59	0.00	1091.640	0.000	151527	37749
356	7100.000	20.00	58.01	0.00	1157.414	0.000	152684	37749
357	7120.000	20.00	57.20	0.00	1141.425	0.000	153826	37749
358	7140.000	20.00	55.69	0.00	1111.577	0.000	154937	37749
359	7160.000	20.00	57.11	0.00	1141.022	0.000	156078	37749
360	7180.000	20.00	50.56	0.00	1009.659	0.000	157088	37749
361	7200.000	20.00	49.44	0.00	987.708	0.000	158076	37749
362	7220.000	20.00	50.00	0.00	999.282	0.000	159075	37749
363	7240.000	20.00	49.67	0.00	992.941	0.000	160068	37749
364	7260.000	20.00	49.59	0.00	991.353	0.000	161059	37749
365	7280.000	20.00	52.08	0.00	1041.151	0.000	162100	37749
366	7300.000	20.00	50.63	0.00	1012.542	0.000	163113	37749
367	7320.000	20.00	54.83	0.00	1096.525	0.000	164209	37749
368	7340.000	20.00	57.98	0.00	1159.551	0.000	165369	37749
369	7360.000	20.00	56.76	0.00	1135.129	0.000	166504	37749
370	7380.000	20.00	56.75	0.00	1135.094	0.000	167639	37749
371	7400.000	20.00	55.31	0.00	1106.110	0.000	168745	37749
372	7420.000	20.00	52.89	0.00	1057.785	0.000	169803	37749
373	7440.000	20.00	51.96	0.00	1039.297	0.000	170842	37749
374	7460.000	20.00	48.19	0.00	963.778	0.000	171806	37749

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
375	7480.000	20.00	47.42	0.00	948.377	0.000	172755	37749
376	7500.000	20.00	46.25	0.00	925.082	0.000	173680	37749
377	7520.000	20.00	44.09	0.00	881.758	0.000	174561	37749
378	7540.000	20.00	40.68	0.00	813.524	0.000	175375	37749
379	7560.000	20.00	36.41	0.00	728.249	0.000	176103	37749
380	7580.000	20.00	38.29	0.00	765.833	0.000	176869	37749
381	7600.000	20.00	37.60	0.00	751.968	0.000	177621	37749
382	7620.000	20.00	38.74	0.00	774.765	0.000	178396	37749
383	7640.000	20.00	32.13	0.00	642.657	0.000	179038	37749
384	7660.000	20.00	22.44	0.11	448.794	2.149	179487	37752
385	7680.000	20.00	21.75	0.06	434.990	1.171	179922	37753
386	7700.000	20.00	14.68	0.03	293.595	0.508	180216	37753
387	7720.000	20.00	10.84	0.30	216.702	5.912	180433	37759
388	7740.000	20.00	8.87	0.23	177.453	4.624	180610	37764
389	7760.000	20.00	4.28	0.73	85.570	14.557	180696	37778
390	7780.000	20.00	3.37	1.20	67.336	24.066	180763	37802
391	7800.000	20.00	1.78	1.51	35.523	30.221	180798	37833
392	7820.000	20.00	0.74	2.78	14.773	55.692	180813	37888
393	7840.000	20.00	0.27	4.49	5.440	89.891	180819	37978
394	7860.000	20.00	0.00	6.77	0.000	135.418	180819	38114
395	7880.000	20.00	0.00	5.26	0.000	105.261	180819	38219
396	7900.000	20.00	0.00	6.13	0.000	122.680	180819	38342
397	7920.000	20.00	0.00	12.83	0.000	256.677	180819	38598
398	7940.000	20.00	0.01	10.95	0.158	219.016	180819	38817
399	7960.000	20.00	0.31	5.95	6.133	118.960	180825	38936
400	7980.000	20.00	1.44	3.19	28.702	63.816	180854	39000
401	8000.000	20.00	8.20	0.82	164.031	16.473	181018	39017
402	8020.000	20.00	11.64	0.30	232.760	6.082	181250	39023
403	8040.000	20.00	15.46	0.03	309.174	0.629	181560	39023
404	8060.000	20.00	21.17	0.07	423.435	1.310	181983	39025
405	8080.000	20.00	26.71	0.08	534.189	1.629	182517	39026
406	8100.000	20.00	28.84	0.05	576.856	0.967	183094	39027
407	8120.000	20.00	33.36	0.00	667.218	0.006	183761	39027
408	8140.000	20.00	37.51	0.00	750.239	0.000	184512	39027
409	8160.000	20.00	41.37	0.00	827.134	0.000	185339	39027
410	8180.000	20.00	42.57	0.00	850.740	0.000	186189	39027
411	8200.000	20.00	45.01	0.00	899.384	0.000	187089	39027
412	8220.000	20.00	43.43	0.00	868.677	0.000	187957	39027
413	8240.000	20.00	47.21	0.00	944.468	0.000	188902	39027
414	8260.000	20.00	50.76	0.00	1015.606	0.000	189918	39027
415	8280.000	20.00	51.19	0.00	1023.784	0.000	190941	39027
416	8300.000	20.00	46.64	0.00	932.908	0.000	191874	39027
417	8320.000	20.00	43.37	0.00	867.560	0.000	192742	39027
418	8340.000	20.00	40.42	0.00	808.665	0.000	193550	39027
419	8360.000	20.00	37.34	0.00	746.974	0.000	194297	39027
420	8380.000	20.00	33.94	0.00	678.865	0.000	194976	39027
421	8400.000	20.00	29.85	0.00	597.173	0.000	195573	39027
422	8420.000	20.00	23.29	0.00	466.308	0.023	196040	39027
423	8440.000	20.00	16.87	0.06	337.386	1.251	196377	39028
424	8460.000	20.00	14.11	0.18	282.273	3.531	196659	39032
425	8480.000	20.00	11.19	0.46	223.777	9.180	196883	39041
426	8500.000	20.00	10.97	0.54	219.315	10.807	197103	39052
427	8520.000	20.00	13.63	0.35	272.671	7.002	197375	39059
428	8540.000	20.00	15.10	0.14	301.918	2.896	197677	39062
429	8560.000	20.00	15.23	0.14	304.670	2.712	197982	39065
430	8580.000	20.00	16.04	0.10	320.895	1.978	198303	39067
431	8600.000	20.00	17.10	0.06	342.033	1.219	198645	39068
432	8620.000	20.00	18.31	0.03	366.135	0.541	199011	39068
433	8640.000	20.00	19.56	0.01	391.167	0.121	199402	39068
434	8660.000	20.00	23.68	0.00	473.501	0.000	199876	39068
435	8680.000	20.00	28.40	0.00	567.926	0.000	200443	39068
436	8700.000	20.00	30.67	0.00	613.347	0.000	201057	39068
437	8720.000	20.00	32.78	0.00	655.644	0.000	201712	39068

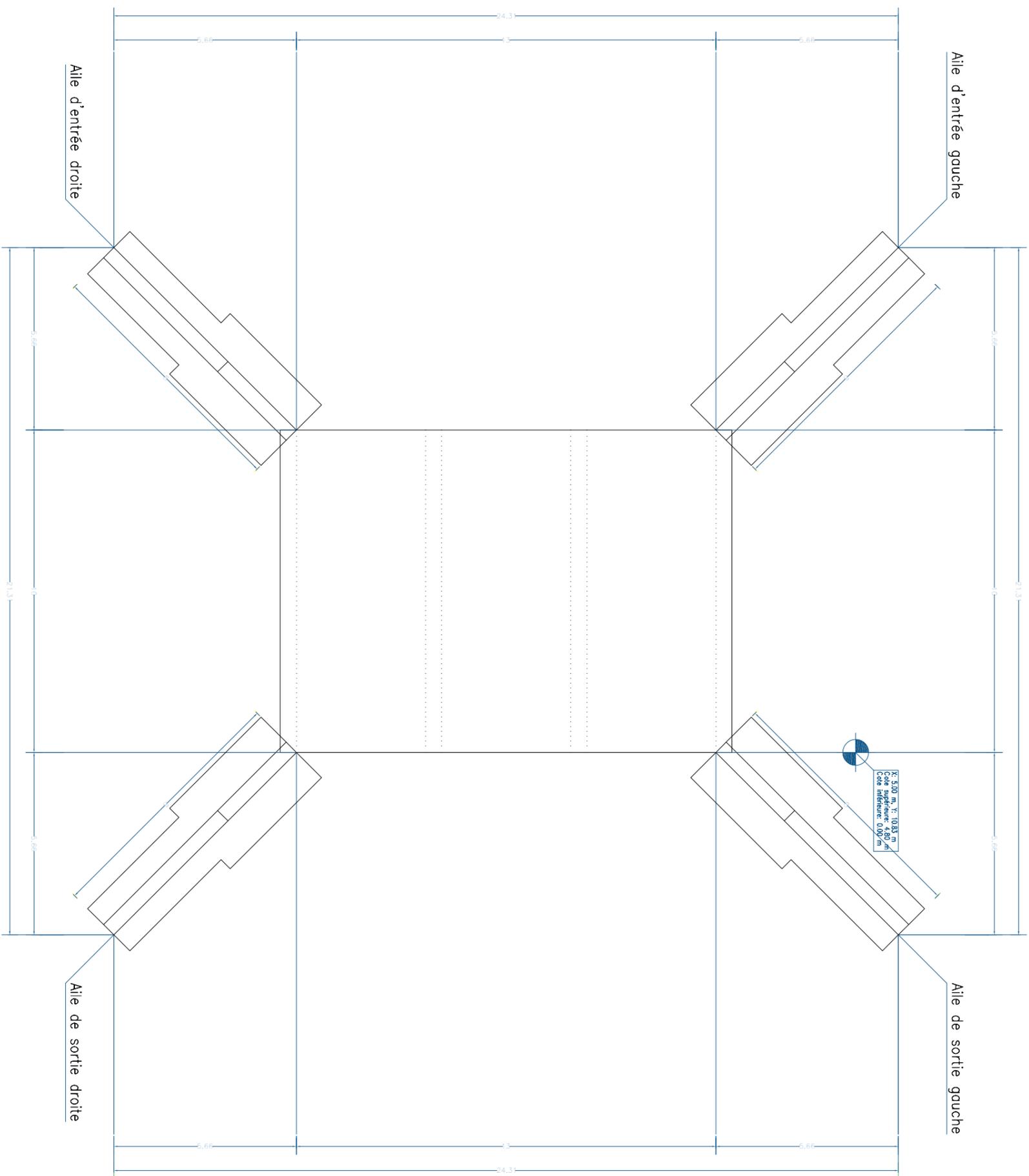
Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
438	8740.000	20.00	34.93	0.00	698.577	0.000	202411	39068
439	8760.000	20.00	35.99	0.00	719.831	0.000	203131	39068
440	8780.000	20.00	31.34	0.00	626.758	0.000	203758	39068
441	8800.000	20.00	21.63	0.04	432.674	0.847	204190	39069
442	8820.000	20.00	15.42	0.27	308.434	5.473	204499	39075
443	8840.000	20.00	15.08	0.03	301.522	0.611	204800	39075
444	8860.000	20.00	13.39	0.20	267.758	3.906	205068	39079
445	8880.000	20.00	11.82	0.78	236.382	15.649	205304	39095
446	8900.000	20.00	7.66	2.01	153.266	40.190	205458	39135
447	8920.000	20.00	6.00	2.84	119.906	56.897	205578	39192
448	8940.000	20.00	5.70	3.21	113.959	64.216	205691	39256
449	8960.000	20.00	3.99	3.31	79.778	66.202	205771	39322
450	8980.000	20.00	2.01	5.15	40.253	103.058	205812	39425
451	9000.000	20.00	1.03	6.83	20.807	138.023	205832	39563
452	9020.000	20.00	0.27	9.45	5.405	191.912	205838	39755
453	9040.000	20.00	0.00	11.10	0.000	223.951	205838	39979
454	9060.000	20.00	0.00	15.32	0.000	309.316	205838	40289
455	9080.000	20.00	0.00	18.08	0.000	367.172	205838	40656
456	9100.000	20.00	0.00	22.66	0.000	459.295	205838	41115
457	9120.000	20.00	0.00	27.14	0.000	547.990	205838	41663
458	9140.000	20.00	0.00	31.54	0.000	635.051	205838	42298
459	9160.000	20.00	0.00	34.15	0.000	685.735	205838	42984
460	9180.000	20.00	0.00	35.05	0.000	702.047	205838	43686
461	9200.000	20.00	0.00	34.15	0.000	682.950	205838	44369
462	9220.000	20.00	0.00	31.53	0.000	630.619	205838	45000
463	9240.000	20.00	0.00	29.08	0.000	581.506	205838	45581
464	9260.000	20.00	0.00	26.14	0.000	522.844	205838	46104
465	9280.000	20.00	0.00	22.24	0.000	444.743	205838	46549
466	9300.000	20.00	0.00	17.32	0.000	346.459	205838	46895
467	9320.000	20.00	0.44	13.38	8.814	267.553	205847	47163
468	9340.000	20.00	1.51	10.70	30.118	214.019	205877	47377
469	9360.000	20.00	2.35	10.03	46.927	200.648	205924	47577
470	9380.000	20.00	3.08	8.87	61.684	177.388	205985	47755
471	9400.000	20.00	7.54	4.77	150.815	95.361	206136	47850
472	9420.000	20.00	9.81	2.74	196.290	54.778	206332	47905
473	9440.000	20.00	12.91	1.10	258.136	22.049	206591	47927
474	9460.000	20.00	14.50	0.72	290.027	14.407	206881	47941
475	9480.000	20.00	17.78	0.44	355.643	8.805	207236	47950
476	9500.000	20.00	18.35	0.45	366.994	9.007	207603	47959
477	9520.000	20.00	17.08	0.64	341.592	12.809	207945	47972
478	9540.000	20.00	17.00	0.15	340.030	3.025	208285	47975
479	9560.000	20.00	15.80	0.39	315.931	7.710	208601	47983
480	9580.000	20.00	10.18	0.73	203.515	14.555	208804	47997
481	9600.000	20.00	11.38	1.49	227.567	29.714	209032	48027
482	9620.000	20.00	10.90	2.10	217.974	41.910	209250	48069
483	9640.000	20.00	9.48	1.39	189.668	27.817	209439	48097
484	9660.000	20.00	8.82	0.69	176.328	13.766	209616	48110
485	9680.000	20.00	7.14	3.93	142.805	78.520	209759	48189
486	9700.000	20.00	6.10	3.63	122.013	72.578	209881	48261
487	9720.000	20.00	4.68	3.99	93.652	79.720	209974	48341
488	9740.000	20.00	3.46	5.19	69.240	103.870	210043	48445
489	9760.000	20.00	2.40	6.29	48.005	125.890	210092	48571
490	9780.000	20.00	1.39	7.73	27.837	154.524	210119	48725
491	9800.000	20.00	0.30	9.16	6.040	183.182	210125	48909
492	9820.000	20.00	0.00	12.85	0.000	257.059	210125	49166
493	9840.000	20.00	0.00	15.71	0.000	314.260	210125	49480
494	9860.000	20.00	0.00	17.28	0.000	345.660	210125	49826
495	9880.000	20.00	0.00	18.31	0.000	366.170	210125	50192
496	9900.000	20.00	0.00	20.83	0.000	416.571	210125	50608
497	9920.000	20.00	0.00	22.72	0.000	454.444	210125	51063
498	9940.000	20.00	0.00	25.95	0.000	519.000	210125	51582
499	9960.000	20.00	0.00	21.60	0.000	431.931	210125	52014
500	9980.000	20.00	0.00	33.43	0.000	668.589	210125	52682

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
501	10000.000	20.00	0.00	17.97	0.000	359.368	210125	53042
502	10020.000	20.00	0.00	16.99	0.000	339.766	210125	53381
503	10040.000	20.00	0.00	15.16	0.000	303.295	210125	53685
504	10060.000	20.00	0.00	13.02	0.000	260.453	210125	53945
505	10080.000	20.00	0.00	10.29	0.000	205.728	210125	54151
506	10100.000	20.00	0.05	8.48	1.000	169.550	210126	54321
507	10120.000	20.00	0.59	7.09	11.881	141.724	210138	54462
508	10140.000	20.00	0.58	6.02	11.506	120.366	210150	54583
509	10160.000	20.00	0.40	5.49	7.936	109.703	210158	54692
510	10180.000	20.00	1.90	7.19	37.985	143.774	210196	54836
511	10200.000	20.00	3.52	2.68	70.391	53.664	210266	54890
512	10220.000	20.00	4.58	3.36	91.596	67.124	210358	54957
513	10240.000	20.00	4.83	2.60	96.641	51.902	210454	55009
514	10260.000	20.00	6.18	1.15	123.600	23.092	210578	55032
515	10280.000	20.00	7.20	1.01	143.954	20.255	210722	55052
516	10300.000	20.00	9.32	0.92	186.425	18.474	210908	55071
517	10320.000	20.00	11.92	0.60	238.353	11.990	211147	55083
518	10340.000	20.00	14.24	0.37	284.828	7.448	211431	55090
519	10360.000	20.00	15.94	0.18	318.868	3.597	211750	55094
520	10380.000	20.00	12.94	0.13	258.753	2.574	212009	55096
521	10400.000	20.00	18.70	0.42	374.022	8.399	212383	55105
522	10420.000	20.00	21.18	0.26	423.534	5.194	212807	55110
523	10440.000	20.00	22.97	0.42	459.424	8.437	213266	55118
524	10460.000	20.00	23.78	0.39	475.671	7.760	213742	55126
525	10480.000	20.00	20.54	0.23	410.763	4.697	214153	55131
526	10500.000	20.00	26.55	0.32	530.939	6.369	214683	55137
527	10520.000	20.00	27.15	0.77	542.943	15.440	215226	55152
528	10540.000	20.00	24.45	0.10	489.037	1.981	215715	55154
529	10560.000	20.00	30.30	0.12	605.980	2.340	216321	55157
530	10580.000	20.00	35.38	0.16	707.627	3.246	217029	55160
531	10600.000	20.00	37.22	0.06	744.320	1.201	217773	55161
532	10620.000	20.00	38.80	0.00	775.942	0.095	218549	55161
533	10640.000	20.00	40.01	0.00	800.208	0.001	219350	55161
534	10660.000	20.00	43.92	0.00	878.367	0.000	220228	55161
535	10680.000	20.00	47.00	0.00	940.004	0.000	221168	55161
536	10700.000	20.00	48.24	0.00	964.816	0.000	222133	55161
537	10720.000	20.00	50.32	0.00	1006.382	0.000	223139	55161
538	10740.000	20.00	53.52	0.00	1070.445	0.000	224210	55161
539	10760.000	20.00	55.20	0.00	1103.947	0.000	225313	55161
540	10780.000	20.00	56.62	0.00	1132.394	0.000	226446	55161
541	10800.000	20.00	63.04	0.00	1260.738	0.000	227707	55161
542	10820.000	20.00	65.94	0.00	1318.718	0.000	229025	55161
543	10840.000	20.00	64.47	0.00	1289.467	0.000	230315	55161
544	10860.000	20.00	60.18	0.00	1203.591	0.000	231518	55161
545	10880.000	20.00	55.94	0.00	1118.764	0.000	232637	55161
546	10900.000	20.00	54.23	0.00	1084.604	0.000	233722	55161
547	10920.000	20.00	56.20	0.00	1124.048	0.000	234846	55161
548	10940.000	20.00	54.01	0.00	1080.184	0.000	235926	55161
549	10960.000	20.00	54.60	0.00	1091.954	0.000	237018	55161
550	10980.000	20.00	53.98	0.00	1079.688	0.000	238098	55161
551	11000.000	20.00	51.94	0.00	1038.848	0.000	239136	55161
552	11020.000	20.00	50.56	0.00	1011.256	0.000	240148	55161
553	11040.000	20.00	50.43	0.00	1008.645	0.000	241156	55161
554	11060.000	20.00	47.33	0.00	946.587	0.000	242103	55161
555	11080.000	20.00	44.28	0.00	885.520	0.000	242988	55161
556	11100.000	20.00	48.36	0.00	967.209	0.000	243956	55161
557	11120.000	20.00	45.52	0.00	910.473	0.003	244866	55161
558	11140.000	20.00	47.71	0.00	954.148	0.000	245820	55161
559	11160.000	20.00	42.82	0.00	856.409	0.000	246677	55161
560	11180.000	20.00	41.31	0.01	826.201	0.183	247503	55162
561	11200.000	20.00	41.07	0.05	821.474	0.963	248324	55163
562	11220.000	20.00	36.29	0.12	725.798	2.348	249050	55165
563	11240.000	20.00	39.72	0.07	794.392	1.388	249845	55166

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
564	11260.000	20.00	38.25	0.14	765.068	2.733	250610	55169
565	11280.000	20.00	37.54	0.24	750.889	4.704	251361	55174
566	11300.000	20.00	29.62	0.28	592.466	5.541	251953	55179
567	11320.000	20.00	25.05	0.25	500.953	4.941	252454	55184
568	11340.000	20.00	28.54	0.37	570.808	7.417	253025	55192
569	11360.000	20.00	31.89	0.00	637.717	0.039	253662	55192
570	11380.000	20.00	27.89	0.19	557.886	3.701	254220	55195
571	11400.000	20.00	29.17	0.00	583.399	0.002	254804	55195
572	11420.000	20.00	27.56	0.08	551.288	1.572	255355	55197
573	11440.000	20.00	23.52	0.15	470.396	3.041	255825	55200
574	11460.000	20.00	22.74	0.22	454.816	4.304	256280	55204
575	11480.000	20.00	22.09	0.34	441.837	6.879	256722	55211
576	11500.000	20.00	20.76	0.33	415.261	6.657	257137	55218
577	11520.000	20.00	20.10	0.28	402.001	5.686	257539	55223
578	11540.000	20.00	19.36	0.27	387.113	5.426	257926	55229
579	11560.000	20.00	18.57	0.33	371.401	6.626	258298	55236
580	11580.000	20.00	18.15	0.36	363.063	7.201	258661	55243
581	11600.000	20.00	17.61	0.37	352.150	7.358	259013	55250
582	11620.000	20.00	17.02	0.40	340.303	8.077	259353	55258
583	11640.000	20.00	17.02	0.37	340.435	7.321	259694	55265
584	11660.000	20.00	19.49	0.36	389.812	7.101	260084	55273
585	11680.000	20.00	19.01	0.40	380.150	8.053	260464	55281
586	11700.000	20.00	18.89	0.46	377.874	9.129	260842	55290
587	11720.000	20.00	14.70	0.22	293.949	4.310	261136	55294
588	11740.000	20.00	13.47	0.74	269.417	14.884	261405	55309
589	11760.000	20.00	13.35	1.21	267.074	24.156	261672	55333
590	11780.000	20.00	7.37	1.21	147.497	24.250	261820	55357
591	11800.000	20.00	2.77	2.42	55.374	48.355	261875	55406
592	11820.000	20.00	12.20	2.57	244.041	51.449	262119	55457
593	11840.000	20.00	11.19	2.89	223.754	57.722	262343	55515
594	11860.000	20.00	10.50	3.08	210.051	61.567	262553	55576
595	11880.000	20.00	10.35	2.99	206.940	59.781	262760	55636
596	11900.000	20.00	10.56	3.06	211.178	61.258	262971	55697
597	11920.000	20.00	9.02	3.10	180.429	61.919	263151	55759
598	11940.000	20.00	10.05	3.01	201.080	60.236	263352	55820
599	11960.000	20.00	8.90	3.05	177.909	61.073	263530	55881
600	11980.000	20.00	9.40	2.73	188.028	54.595	263718	55935
601	12000.000	20.00	5.25	6.07	104.973	121.422	263823	56057
602	12020.000	20.00	4.85	5.50	96.995	109.968	263920	56167
603	12040.000	20.00	7.15	5.29	143.009	105.748	264063	56272
604	12060.000	20.00	6.62	7.12	132.389	142.489	264196	56415
605	12080.000	20.00	5.89	6.72	117.817	134.479	264314	56549
606	12100.000	20.00	5.11	7.52	102.244	150.310	264416	56700
607	12120.000	20.00	4.36	8.94	87.184	178.713	264503	56878
608	12140.000	20.00	3.80	10.13	75.937	202.526	264579	57081
609	12160.000	20.00	4.49	9.56	89.836	191.126	264669	57272
610	12180.000	20.00	4.80	6.76	96.057	135.247	264765	57407
611	12200.000	20.00	5.94	5.82	118.845	116.313	264884	57524
612	12220.000	20.00	7.02	3.84	140.379	76.866	265024	57601
613	12240.000	20.00	9.02	4.52	180.497	90.405	265205	57691
614	12260.000	20.00	13.12	3.08	262.455	61.537	265467	57752
615	12280.000	20.00	14.56	1.88	291.276	37.689	265758	57790
616	12300.000	20.00	15.70	0.87	313.951	17.380	266072	57808
617	12320.000	20.00	17.58	0.15	351.682	3.038	266424	57811
618	12340.000	20.00	20.19	0.40	403.856	8.098	266828	57819
619	12360.000	20.00	15.50	0.24	309.956	4.738	267138	57823
620	12380.000	20.00	23.43	0.13	468.681	2.583	267606	57826
621	12400.000	20.00	30.05	0.00	600.995	0.004	268207	57826
622	12420.000	20.00	31.50	0.23	629.941	4.660	268837	57831
623	12440.000	20.00	36.77	0.00	735.375	0.002	269573	57831
624	12460.000	20.00	39.91	0.20	798.216	3.929	270371	57835
625	12480.000	20.00	43.75	0.09	875.002	1.819	271246	57836
626	12500.000	20.00	47.11	0.01	942.191	0.101	272188	57836

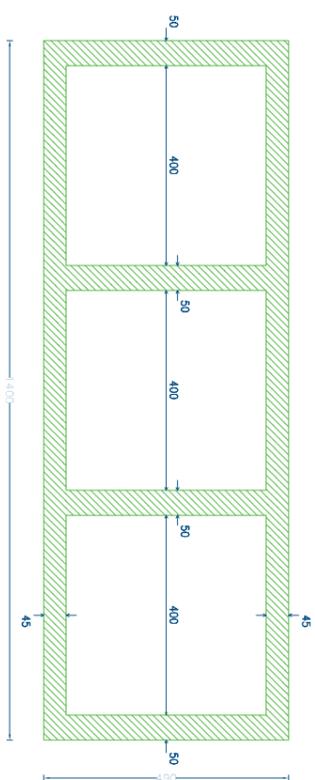
Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
627	12520.000	20.00	50.67	0.01	1013.310	0.116	273201	57837
628	12540.000	20.00	55.89	0.01	1117.788	0.284	274319	57837
629	12560.000	20.00	65.00	0.00	1299.929	0.000	275619	57837
630	12580.000	20.00	73.33	0.00	1466.577	0.000	277086	57837
631	12600.000	20.00	71.57	0.00	1431.333	0.000	278517	57837
632	12620.000	20.00	71.34	0.00	1426.804	0.000	279944	57837
633	12640.000	20.00	71.69	0.00	1433.823	0.000	281378	57837
634	12660.000	20.00	65.85	0.00	1317.088	0.000	282695	57837
635	12680.000	20.00	67.58	0.00	1351.561	0.000	284046	57837
636	12700.000	20.00	63.02	0.00	1260.358	0.000	285307	57837
637	12720.000	20.00	59.62	0.00	1192.493	0.000	286499	57837
638	12740.000	20.00	57.14	0.00	1142.820	0.000	287642	57837
639	12760.000	20.00	54.83	0.00	1096.629	0.000	288739	57837
640	12780.000	20.00	52.14	0.00	1042.815	0.000	289781	57837
641	12800.000	20.00	48.62	0.00	972.395	0.000	290754	57837
642	12820.000	20.00	44.96	0.00	899.280	0.000	291653	57837
643	12840.000	20.00	39.15	0.01	782.925	0.275	292436	57837
644	12860.000	20.00	36.74	0.06	734.733	1.153	293171	57838
645	12880.000	20.00	34.39	0.13	687.798	2.517	293859	57841
646	12900.000	20.00	32.66	0.21	653.185	4.126	294512	57845
647	12920.000	20.00	28.57	0.29	571.321	5.898	295083	57851
648	12940.000	20.00	28.66	0.40	573.230	7.911	295656	57859
649	12960.000	20.00	24.98	0.02	499.575	0.330	296156	57859
650	12980.000	20.00	20.53	0.09	410.517	1.893	296566	57861
651	13000.000	20.00	23.18	0.11	463.500	2.248	297030	57863
652	13020.000	20.00	22.19	0.13	443.741	2.513	297474	57866
653	13040.000	20.00	21.49	0.11	429.833	2.123	297903	57868
654	13060.000	20.00	20.01	0.23	400.214	4.668	298304	57873
655	13080.000	20.00	18.04	0.28	360.724	5.580	298664	57878
656	13100.000	20.00	16.79	0.29	335.840	5.895	299000	57884
657	13120.000	20.00	16.44	0.37	328.787	7.376	299329	57891
658	13140.000	20.00	13.33	0.51	266.604	10.233	299596	57902
659	13160.000	20.00	14.46	0.78	289.292	15.614	299885	57917
660	13180.000	20.00	12.88	1.19	257.620	23.842	300143	57941
661	13200.000	20.00	11.00	3.04	220.043	60.777	300363	58002
662	13220.000	20.00	10.73	2.54	214.613	50.704	300577	58053
663	13240.000	20.00	9.89	1.97	197.716	39.377	300775	58092
664	13260.000	20.00	4.15	5.04	83.029	100.815	300858	58193
665	13280.000	20.00	4.69	3.86	93.832	77.185	300952	58270
666	13300.000	20.00	4.44	2.76	88.881	55.200	301041	58325
667	13320.000	20.00	3.77	4.18	75.318	83.621	301116	58409
668	13340.000	20.00	3.75	7.44	75.086	148.727	301191	58557
669	13360.000	20.00	3.22	9.87	64.428	197.367	301256	58755
670	13380.000	20.00	2.95	9.61	59.063	192.225	301315	58947
671	13400.000	16.39	1.28	3.98	20.945	65.147	301336	59012
672	13412.771	6.39	0.00	0.00	0.00	0.00	301336	59012

Vue de dessus

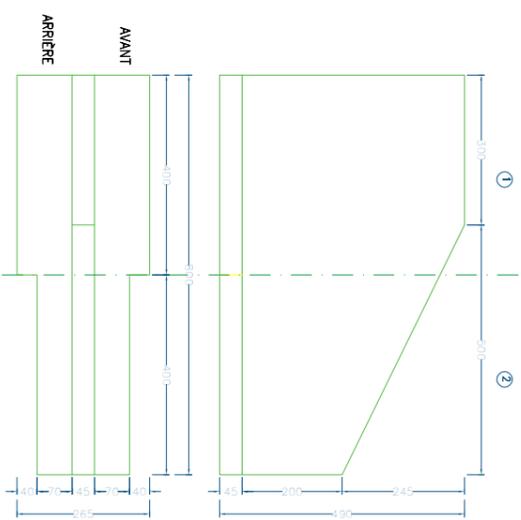


10010
Echelle: 1:100

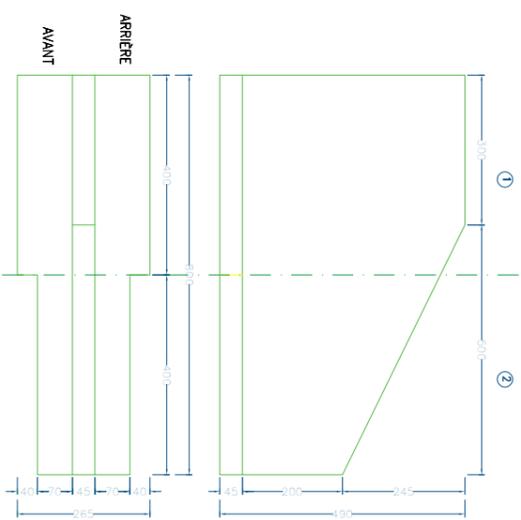
Module 1

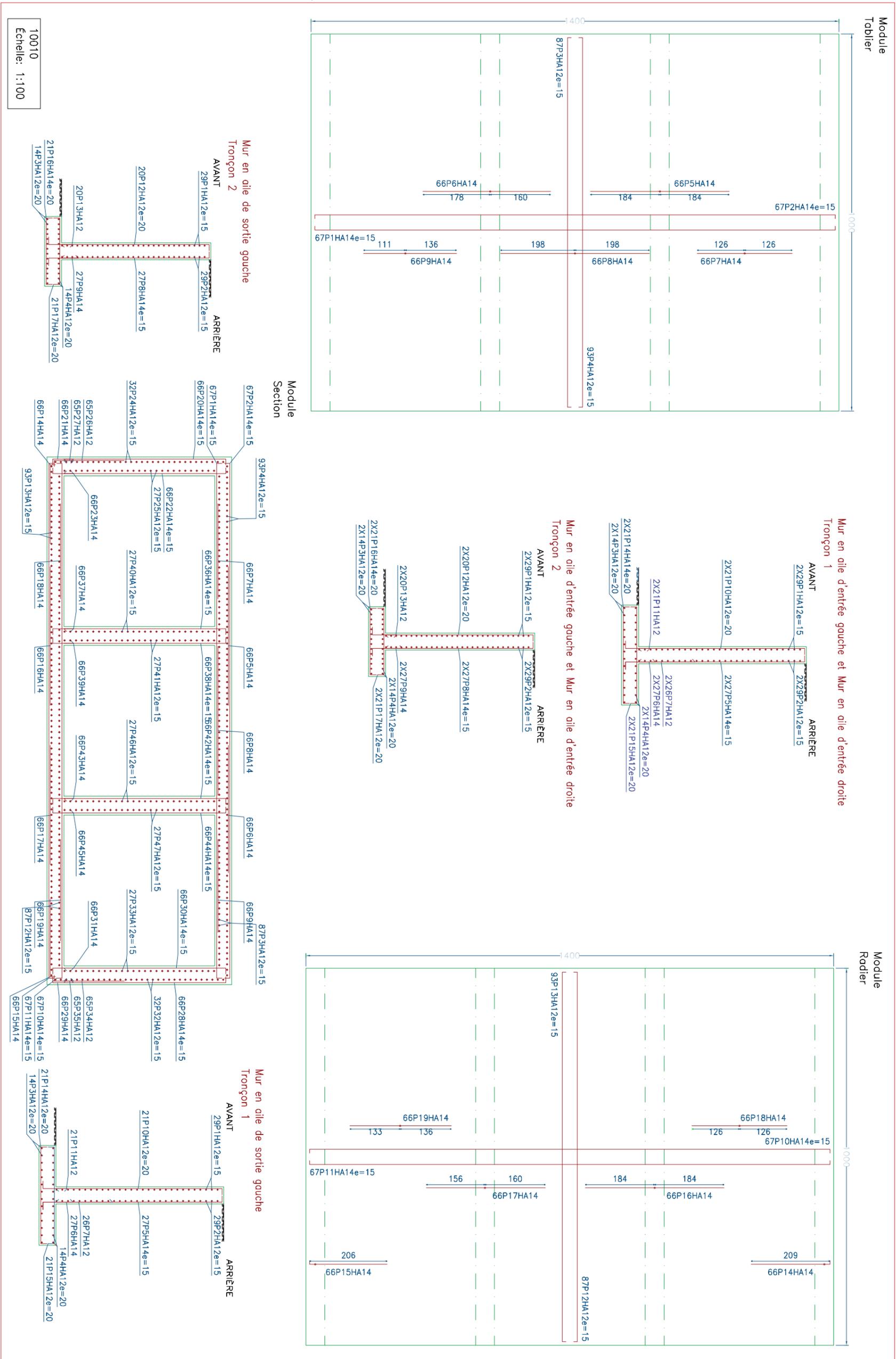


Mur en aile d'entrée gauche et Mur en aile d'entrée droite



Mur en aile de sortie gauche



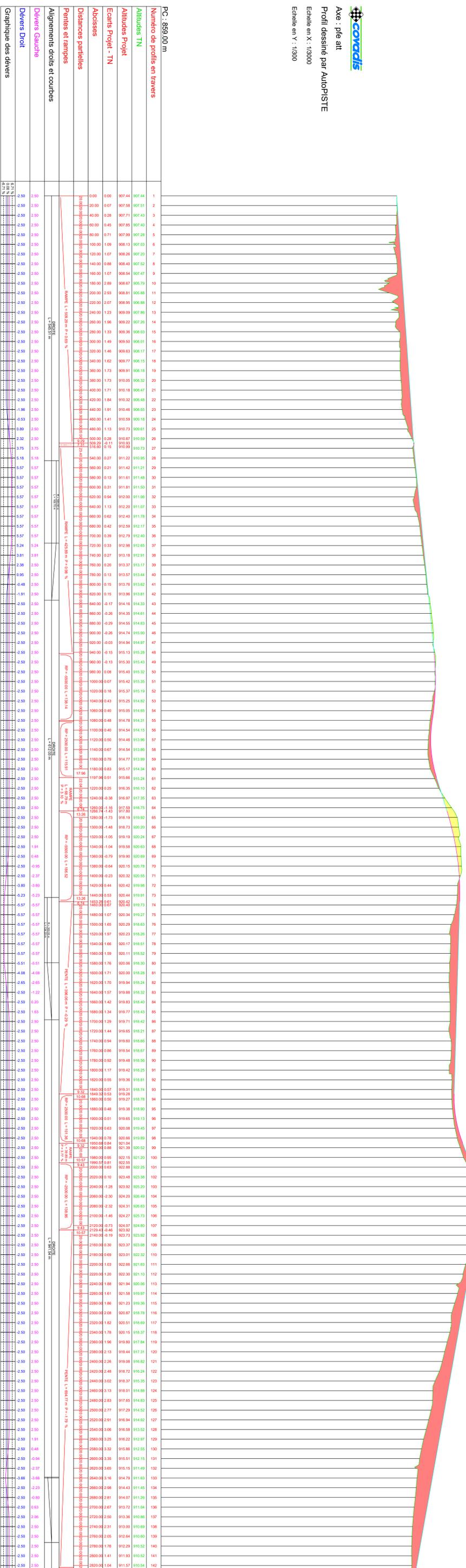


Produit par une version éducative de CYPE

Produit par une version éducative de CYPE



PROFIL EN PLAN

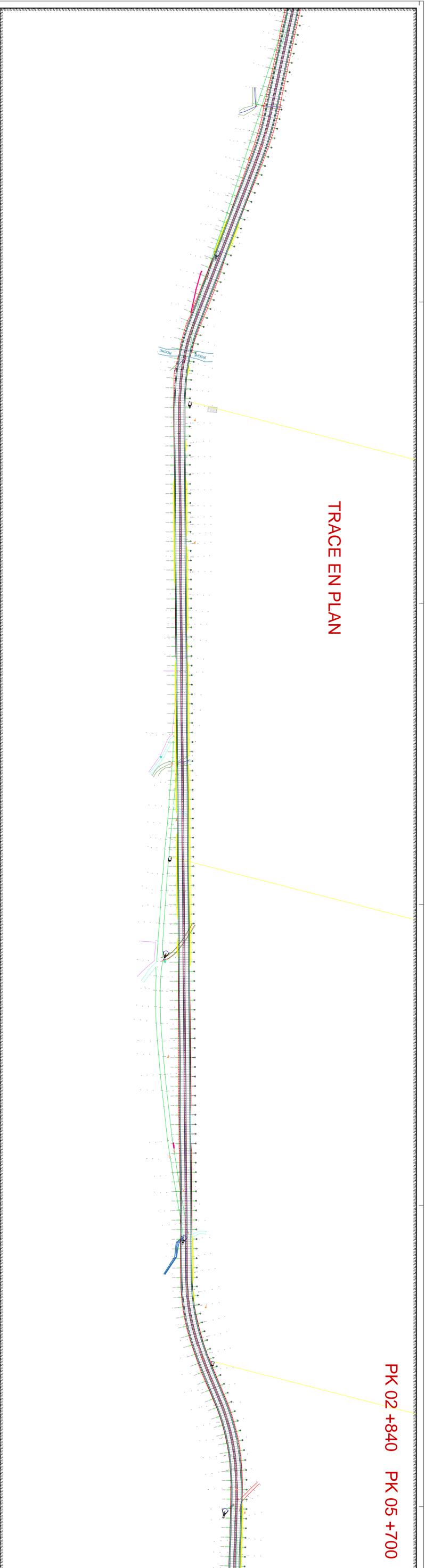


Axe : pte att

Profil dessiné par AutoPISTE

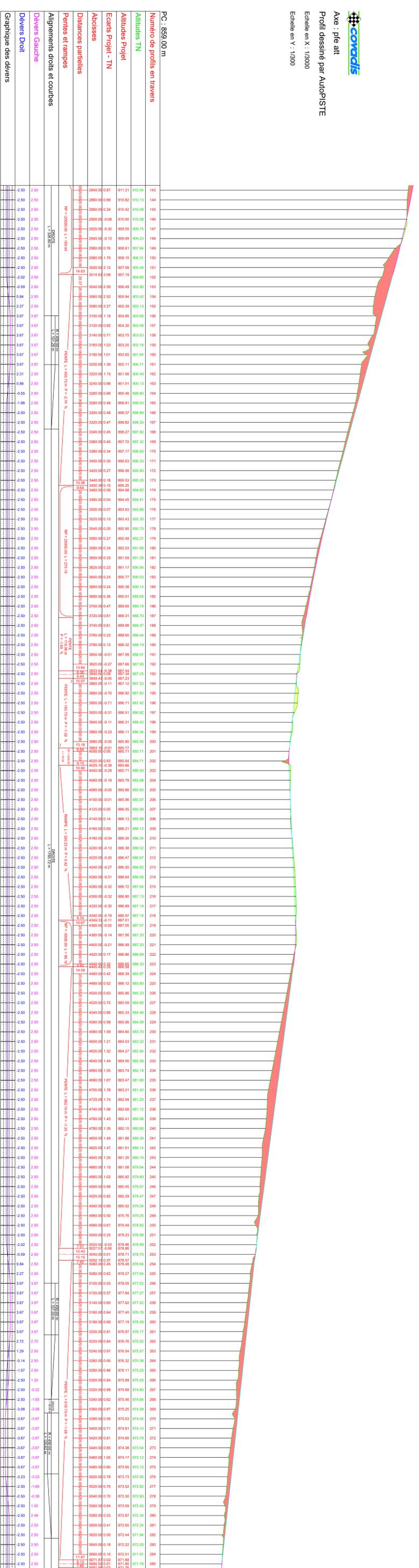
Echelle en X : 1/3000

Echelle en Y : 1/300



PK 02 +840 PK 05 +700

PROFIL EN PLAN



Axe : pte att

Profil dessiné par AutoPISTE

Echelle en X : 1:3000

Echelle en Y : 1:300

PC : 889,00 m

Nombre de profils en travers

Altitudes TN

Altitudes Projet

Ecart Projct - TN

Abssces

Distances partielles

Pentes et rampes

Alignements droits et courbes

Dévers Gauche

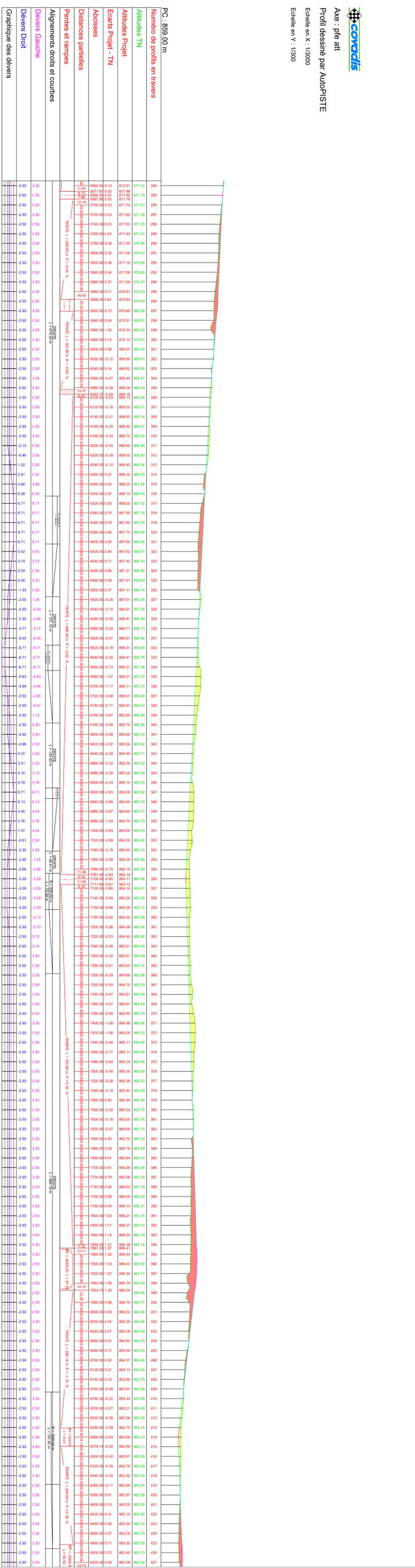
Dévers Droit

Graphique des dévers

TRACE EN PLAN



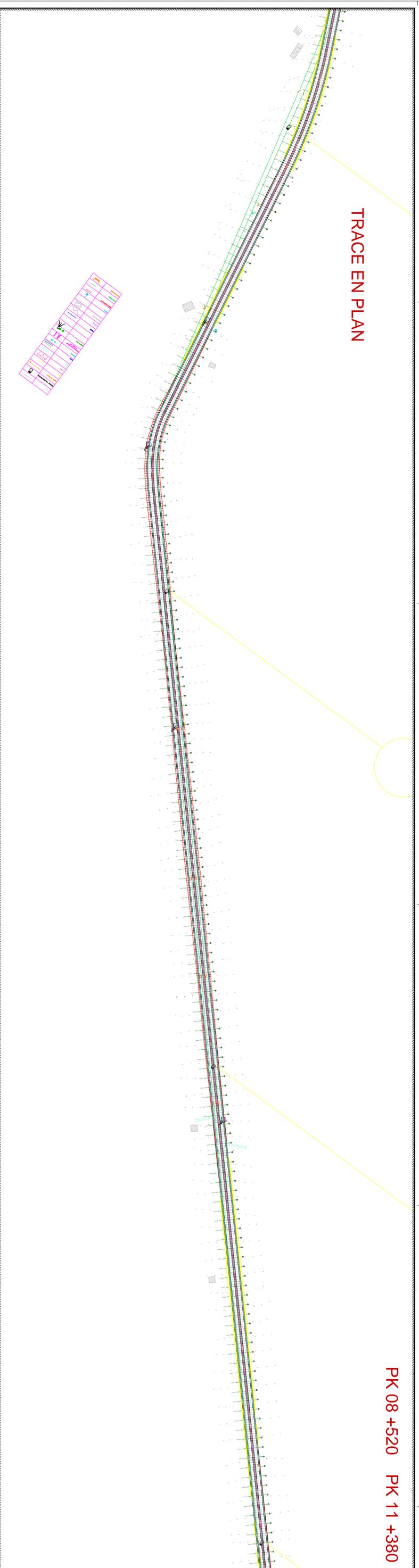
PROFIL EN PLAN



Aménagement en double voie d'un tronçon routier du CW20 Boulefnies Vers Chemora (Wilaya de BATNA) avec Modélisation d'un (Dalot)

PK 08 +520 PK 11 +380

TRACE EN PLAN



PROFIL EN PLAN



Axe : pte att

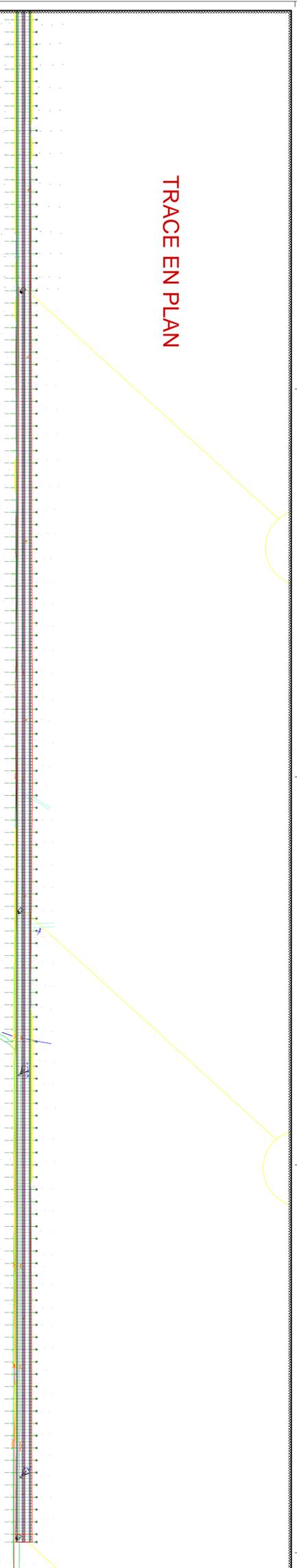
Profil dessiné par AutoPISTE

Echelle en X : 1/3000

Echelle en Y : 1/300

PC : 889,00 m	
Número de profil en travers	27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570
Altitudes TN	882,80 882,75 882,65 882,58 882,53 882,47 882,42 882,37 882,32 882,26 882,22 882,17 882,12 882,07 882,02 881,97 881,92 881,88 881,83 881,79 881,75 881,71 881,67 881,63 881,59 881,55 881,51 881,47 881,43 881,39 881,35 881,31 881,27 881,23 881,19 881,15 881,11 881,07 881,03 880,99 880,95 880,91 880,87 880,83 880,79 880,75 880,71 880,67 880,63 880,59 880,55 880,51 880,47 880,43 880,39 880,35 880,31 880,27 880,23 880,19 880,15 880,11 880,07 880,03 879,99 879,95 879,91 879,87 879,83 879,79 879,75 879,71 879,67 879,63 879,59 879,55 879,51 879,47 879,43 879,39 879,35 879,31 879,27 879,23 879,19 879,15 879,11 879,07 879,03 878,99 878,95 878,91 878,87 878,83 878,79 878,75 878,71 878,67 878,63 878,59 878,55 878,51 878,47 878,43 878,39 878,35 878,31 878,27 878,23 878,19 878,15 878,11 878,07 878,03 877,99 877,95 877,91 877,87 877,83 877,79 877,75 877,71 877,67 877,63 877,59 877,55 877,51 877,47 877,43 877,39 877,35 877,31 877,27 877,23 877,19 877,15 877,11 877,07 877,03 876,99 876,95 876,91 876,87 876,83 876,79 876,75 876,71 876,67 876,63 876,59 876,55 876,51 876,47 876,43 876,39 876,35 876,31 876,27 876,23 876,19 876,15 876,11 876,07 876,03 875,99 875,95 875,91 875,87 875,83 875,79 875,75 875,71 875,67 875,63 875,59 875,55 875,51 875,47 875,43 875,39 875,35 875,31 875,27 875,23 875,19 875,15 875,11 875,07 875,03 874,99 874,95 874,91 874,87 874,83 874,79 874,75 874,71 874,67 874,63 874,59 874,55 874,51 874,47 874,43 874,39 874,35 874,31 874,27 874,23 874,19 874,15 874,11 874,07 874,03 873,99 873,95 873,91 873,87 873,83 873,79 873,75 873,71 873,67 873,63 873,59 873,55 873,51 873,47 873,43 873,39 873,35 873,31 873,27 873,23 873,19 873,15 873,11 873,07 873,03 872,99 872,95 872,91 872,87 872,83 872,79 872,75 872,71 872,67 872,63 872,59 872,55 872,51 872,47 872,43 872,39 872,35 872,31 872,27 872,23 872,19 872,15 872,11 872,07 872,03 871,99 871,95 871,91 871,87 871,83 871,79 871,75 871,71 871,67 871,63 871,59 871,55 871,51 871,47 871,43 871,39 871,35 871,31 871,27 871,23 871,19 871,15 871,11 871,07 871,03 870,99 870,95 870,91 870,87 870,83 870,79 870,75 870,71 870,67 870,63 870,59 870,55 870,51 870,47 870,43 870,39 870,35 870,31 870,27 870,23 870,19 870,15 870,11 870,07 870,03 869,99 869,95 869,91 869,87 869,83 869,79 869,75 869,71 869,67 869,63 869,59 869,55 869,51 869,47 869,43 869,39 869,35 869,31 869,27 869,23 869,19 869,15 869,11 869,07 869,03 868,99 868,95 868,91 868,87 868,83 868,79 868,75 868,71 868,67 868,63 868,59 868,55 868,51 868,47 868,43 868,39 868,35 868,31 868,27 868,23 868,19 868,15 868,11 868,07 868,03 867,99 867,95 867,91 867,87 867,83 867,79 867,75 867,71 867,67 867,63 867,59 867,55 867,51 867,47 867,43 867,39 867,35 867,31 867,27 867,23 867,19 867,15 867,11 867,07 867,03 866,99 866,95 866,91 866,87 866,83 866,79 866,75 866,71 866,67 866,63 866,59 866,55 866,51 866,47 866,43 866,39 866,35 866,31 866,27 866,23 866,19 866,15 866,11 866,07 866,03 865,99 865,95 865,91 865,87 865,83 865,79 865,75 865,71 865,67 865,63 865,59 865,55 865,51 865,47 865,43 865,39 865,35 865,31 865,27 865,23 865,19 865,15 865,11 865,07 865,03 864,99 864,95 864,91 864,87 864,83 864,79 864,75 864,71 864,67 864,63 864,59 864,55 864,51 864,47 864,43 864,39 864,35 864,31 864,27 864,23 864,19 864,15 864,11 864,07 864,03 863,99 863,95 863,91 863,87 863,83 863,79 863,75 863,71 863,67 863,63 863,59 863,55 863,51 863,47 863,43 863,39 863,35 863,31 863,27 863,23 863,19 863,15 863,11 863,07 863,03 862,99 862,95 862,91 862,87 862,83 862,79 862,75 862,71 862,67 862,63 862,59 862,55 862,51 862,47 862,43 862,39 862,35 862,31 862,27 862,23 862,19 862,15 862,11 862,07 862,03 861,99 861,95 861,91 861,87 861,83 861,79 861,75 861,71 861,67 861,63 861,59 861,55 861,51 861,47 861,43 861,39 861,35 861,31 861,27 861,23 861,19 861,15 861,11 861,07 861,03 860,99 860,95 860,91 860,87 860,83 860,79 860,75 860,71 860,67 860,63 860,59 860,55 860,51 860,47 860,43 860,39 860,35 860,31 860,27 860,23 860,19 860,15 860,11 860,07 860,03 859,99 859,95 859,91 859,87 859,83 859,79 859,75 859,71 859,67 859,63 859,59 859,55 859,51 859,47 859,43 859,39 859,35 859,31 859,27 859,23 859,19 859,15 859,11 859,07 859,03 858,99 858,95 858,91 858,87 858,83 858,79 858,75 858,71 858,67 858,63 858,59 858,55 858,51 858,47 858,43 858,39 858,35 858,31 858,27 858,23 858,19 858,15 858,11 858,07 858,03 857,99 857,95 857,91 857,87 857,83 857,79 857,75 857,71 857,67 857,63 857,59 857,55 857,51 857,47 857,43 857,39 857,35 857,31 857,27 857,23 857,19 857,15 857,11 857,07 857,03 856,99 856,95 856,91 856,87 856,83 856,79 856,75 856,71 856,67 856,63 856,59 856,55 856,51 856,47 856,43 856,39 856,35 856,31 856,27 856,23 856,19 856,15 856,11 856,07 856,03 855,99 855,95 855,91 855,87 855,83 855,79 855,75 855,71 855,67 855,63 855,59 855,55 855,51 855,47 855,43 855,39 855,35 855,31 855,27 855,23 855,19 855,15 855,11 855,07 855,03 854,99 854,95 854,91 854,87 854,83 854,79 854,75 854,71 854,67 854,63 854,59 854,55 854,51 854,47 854,43 854,39 854,35 854,31 854,27 854,23 854,19 854,15 854,11 854,07 854,03 853,99 853,95 853,91 853,87 853,83 853,79 853,75 853,71 853,67 853,63 853,59 853,55 853,51 853,47 853,43 853,39 853,35 853,31 853,27 853,23 853,19 853,15 853,11 853,07 853,03 852,99 852,95 852,91 852,87 852,83 852,79 852,75 852,71 852,67 852,63 852,59 852,55 852,51 852,47 852,43 852,39 852,35 852,31 852,27 852,23 852,19 852,15 852,11 852,07 852,03 851,99 851,95 851,91 851,87 851,83 851,79 851,75 851,71 851,67 851,63 851,59 851,55 851,51 851,47 851,43 851,39 851,35 851,31 851,27 851,23 851,19 851,15 851,11 851,07 851,03 850,99 850,95 850,91 850,87 850,83 850,79 850,75 850,71 850,67 850,63 850,59 850,55 850,51 850,47 850,43 850,39 850,35 850,31 850,27 850,23 850,19 850,15 850,11 850,07 850,03 849,99 849,95 849,91 849,87 849,83 849,79 849,75 849,71 849,67 849,63 849,59 849,55 849,51 849,47 849,43 849,39 849,35 849,31 849,27 849,23 849,19 849,15 849,11 849,07 849,03 848,99 848,95 848,91 848,87 848,83 848,79 848,75 848,71 848,67 848,63 848,59 848,55 848,51 848,47 848,43 848,39 848,35 848,31 848,27 848,23 848,19 848,15 848,11 848,07 848,03 847,99 847,95 847,91 847,87 847,83 847,79 847,75 847,71 847,67 847,63 847,59 847,55 847,51 847,47 847,43 847,39 847,35 847,31 847,27 847,23 847,19 847,15 847,11 847,07 847,03 846,99 846,95 846,91 846,87 846,83 846,79 846,75 846,71 846,67 846,63 846,59 846,55 846,51 846,47 846,43 846,39 846,35 846,31 846,27 846,23 846,19 846,15 846,11 846,07 846,03 845,99 845,95 845,91 845,87 845,83 845,79 845,75 845,71 845,67 845,63 845,59 845,55 845,51 845,47 845,43 845,39 845,35 845,31 845,27 845,23 845,19 845,15 845,11 845,07 845,03 844,99 844,95 844,91 844,87 844,83 844,79 844,75 844,71 844,67 844,63 844,59 844,55 844,51 844,47 844,43 844,39 844,35 844,31 844,27 844,23 844,19 844,15 844,11 844,07 844,03 843,99 843,95 843,91 843,87 843,83 843,79 843,75 843,71 843,67 843,63 843,59 843,55 843,51 843,47 843,43 843,39 843,35 843,31 843,27 843,23 843,19 843,15 843,11 843,07 843,03 842,99 842,95 842,91 842,87 842,83 842,79 842,75 842,71 842,67 842,63 842,59 842,55 842,51 842,47 842,43 842,39 842,35 842,31 842,27 842,23 842,19 842,15 842,11 842,07 842,03 841,99 841,95 841,91 841,87 841,83 841,79 841,75 841,71 841,67 841,63 841,59 841,55 841,51 841,47 841,43 841,39 841,35 841,31 841,27 841,23 841,19 841,15 841,11 841,07 841,03 840,99 840,95 840,91 840,87 840,83 840,79 840,75 840,71 840,67 840,63 840,59 840,55 840,51 840,47 840,43 840,39 840,35 840,31 840,27 840,23 840,19 840,15 840,11 840,07 840,03 839,99 839,95 839,91 839,87 839,83 839,79 839,75 839,71 839,67 839,63 839,59 839,55 839,51 839,47 839,43 839,39 839,35 839,31 839,27 839,23 839,19 839,15 839,11 839,07 839,03 838,99 838,95 838,91 838,87 838,83 838,79 838,75 838,71 838,67 838,63 838,59 838,55 838,51 838,47 838,43 838,39 838,35 838,31 838,27 838,23 838,19 838,15 838,11 838,07 838,03 837,99 837,95 837,91 837,87 837,83 837,79 837,75 837,71 837,67 837,63 837,59 837,55 837,51 837,47 837,43 837,39 837,35 837,31 837,27 837,23 837,19 837,15 837,11 837,07 837,03 836,99 836,95 836,91 836,87 836,83 836,79 836,75 836,71 836,67 836,63 836,59 836,55 836,51 836,47 836,43 836,39 836,35 836,31 836,27 836,23 836,19 836,15 836,11 836,07 836,03 835,99 835,95 835,91 835,87 835,83 835,79 835,75 835,71 835,67 835,63 835,59 835,55 835,51 835,47 835,43 835,39 835,35 835,31 835,27 835,23 835,19 835,15 835,11 835,07 835,03 834,99 834,95 834,91 834,87 834,83 834,79 834,75 834,71 834,67 834,63 834,59 834,55 834,51 834,47 834,43 834,39 834,35 834,31 834,27 834,23 834,19 834,15 834,11 834,07 834,03 833,99 833,95 833,91 833,87 833,83 833,79 833,75 833,71 833,67 833,63 833,59 833,55 833,51 833,47 833,43 833,39 833,35 833,31 833,27 833,23 833,19 833,15 833,11 833,07 833,03 832,99 832,95 832,91 832,87 832,83 832,79 832,75 832,71 832,67 832,63 832,59 832,55 832,51 832,47 832,43 832,39 832,35 832,31 832,27 832,23 832,19 832,15 832,11 832,07 832,03 831,99 831,95 831,91 831,87 831,83 831,79 831,75 831,71 831,67 831,63 831,59 831,55 831,51 831,47 831,43 831,39 831,35 831,31 831,27 831,23 831,19 831,15 831,11 831,07 831,03 830,99 830,95 830,91 830,87 830,83 830,79 830,75 830,71 830,67 830,63 830,59 830,55 830,51 830,47 830,43 830,39 830,35 830,31 830,27 830,23 830,19 830,15 830,11 830,07 830,03 829,99 829,95 829,91 829,87 829,83 829,79 829,75 829,71 829,67 829,63 829,59 829,55 829,51 829,47 829,43 829,39 829,35 829,31 829,27 829,23 829,19 829,15 829,11 829,07 829,03 828,99 828,95 828,91 828,87 828,83 828,79 828,75 828,71 828,67 828,63 828,59 828,55 828,51 828,47 828,43 828,39 828,35 828,31 828,27 828,23 828,19 828,15 828,11 828,07 828,03 827,99 827,95 827,91 827,87 827,83 827,79 827,75 827,71 827,67 827,63 827,59 827,55 827,51 8

TRACE EN PLAN



PK 11 +380 PK 13 +412

PROFIL EN PLAN



Axe : pte att

Profil dessiné par AutoPISTE

Echelle en X : 1/3000

Echelle en Y : 1/300

