

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure  
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

# Projet de Fin d'Études

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

## Thème

Etude d'un tronçon autoroutier de l'AEO sur 9 km avec  
conception d'un échangeur sur RN4  
Mascara

*Encadré par :*

**Ternifine Ahmed**

*Présenté par :*

**Kouiten Chemseddine**

**Si Tayeb Mohamed Ènes**

**Promotion 2012**

*Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.*

# Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : Ternifie Ahmed pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.*

*Nous remercions vivement nos familles Kouiten et Si Tayeb pour leur aide matérielle et morale durant toute la période de préparation.*

*Nous souhaitons exprimer nos gratitudees à tous les enseignants qui nous ont formé dès la 1<sup>ère</sup> à la 5<sup>ème</sup> Année à L'ENSTP.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## **بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ**

*Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux*

*Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.*

*Je dédie ce modeste travail à **ma très chère mère**, qui m'a accompagné durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation, celle qui a fait preuve de ces plus copieux desseins pour me permettre de goûter le fardeau de ce monde et de chercher la voie de ma vie avec ces précieux conseils, donc je devais incessamment être de grande compétence et motivation. Cependant. Je prie ALLAH le Miséricordieux qu'il te portera récompense, car la mienne ne sera guère complète,*

*Et te protège et te garde en bonne santé.*

*A mon père qui a sacrifié sa vie afin de me voir grandir et réussir dans le parcours de l'enseignement. Celui qui a toujours resté à mes côtés dans les moments rudes de ma vie.*

*A mes FRÈRES MEHDI, SAMI et ZAKI.*

*A tous mes oncles et mes tantes et à toute la famille KOUITEN*

*A mon ami d'enfance YACINE et A mes amis : CHIBA, MAHDI, SALLAH, Amine, MOMOUHE, Youcef.*

*A mes confrères : Zaki, MADANI, SALEH, JALALE, HICHEME, Halim, Alaa, LOKMEN, SACI BADREDINE... et la liste est très longue.*

*A mon binôme et confrère : MED ANES.*

*A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.*

*...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs et veulent la construire.*

*Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.*

**KOUITEN CHEMSSEDDINE**



## **بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ**

*Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux*

*Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.*

*Je dédie ce modeste travail à **ma très chère mère**, qui m'a accompagné durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation, celle qui a fait preuve de ces plus copieux desseins pour me permettre de goûter le fardeau de ce monde et de chercher la voie de ma vie avec ces précieux conseils, donc je devais incessamment être de grande compétence et motivation. Cependant. Je prie ALLAH le Miséricordieux qu'il te portera récompense, car la mienne ne sera guère complète,*

*Et te protège et te garde en bonne santé.*

*A mon père qui a sacrifié sa vie afin de me voir grandir et réussir dans le parcours de l'enseignement. Celui qui a toujours resté à mes côtés dans les moments rudes de ma vie.*

*A tous mes oncles et mes tantes et à toute la famille BERGUIGA.*

*A mon ami d'enfance LASAAD et A mes amis : ARBI, IMAD, NADIRE, SALLAH.*

*A mes confrères : Zaki, Chamseddine, Med.Anes, Med.Khalil, Sallah, Halim, Alaa, Rafik, Kamel, Ossama... et la liste est très longue.*

*A mon binôme et confrère : Lokmane.*

*A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.*

*...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs et veulent la construire.*

*Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.*

**BERGUIGA Saci Badreddine**



# SOMMAIRE

## **1** INTRODUCTION GENERALE

1	Le projet de fin d'études.....	1
2	L'autoroute Est – Ouest.....	1
3	L'organisation de mémoire.....	1

## **2** PRESENTATION DU PROJET

1	Introduction.....	2
2	Localisation du projet.....	2
3	Description du projet.....	3

## **3** ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE

1	Introduction.....	4
2	la zone d'étude .....	4
3	Types des contraintes.....	5
4	Choix de couloir (APS).....	6
5	Conclusion.....	7

## **4** DONNEE DE BASE

1	Introduction.....	9
2	Objet de l'ICTAAL et domaine d'application.....	9
3	conception générale .....	9

## **5** ETUDE DU TRAFIC

1	Introduction.....	11
2	Les données de trafic.....	11
5.3	Projection future du trafic.....	11
5.4	Calcul du trafic effectif.....	12
5.5	Débit de pointe horaire normale.....	13
5.6	Débit horaire admissible.....	13
5.7	Détermination nombre des voies.....	14

## **6** TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG

### TRACE EN PLAN

1	Introduction.....	15
2	Règles et principes du tracé en plan.....	15
3	Géométrie en plan.....	15
4	Exemple de calcul manuel d'axe du tracé en plan.....	17

### PROFIL EN LONG

5	Introduction.....	21
6	Règles du profil en long.....	21
7	Caractéristiques du profil en long.....	21
8	Exemple de calcul manuel d'axe de profil en long.....	23

	COORDINATION ENTRE LE TRACE EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG.....	25
--	---	----

## **7** PROFIL EN TRAVERS

1	Introduction.....	26
2	Types de profils en travers.....	26
3	Les éléments du profil en travers.....	27
4	Profils en travers au droit des ouvrages d'art.....	29
5	Pentes transversales.....	29
6	Profil en travers type pour le projet.....	30

## **8** CALCUL DES CUBATURES

1	Généralités.....	31
2	Les méthodes de calcul.....	31
3	Description de la méthode.....	32
4	Exemple d'application.....	33
5	Calcul des cubatures de projet.....	33

## **9** ETUDE GEOTECHNIQUE

1	Introduction.....	34
2	Les travaux de reconnaissance.....	34
3	Matériaux de remblai.....	42

## **10** STABILITE DES TALUS

1	Introduction.....	45
2	Calcul de la stabilité au poinçonnement.....	45
3	La vérification du glissement du remblai.....	46
4	Conclusion.....	49

## **11** DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSÉE

1	Introduction.....	50
2	Méthode du catalogue Algérien.....	50
3	Les données climatiques.....	51
4	Le trafic.....	51
5	Détermination de la portance de sol-support.....	54
6	Méthode de C.B.R (California – Bearing – Ratio).....	59
7	Conclusion.....	61

## **12** ASSAINISSEMENT

1	Introduction.....	62
2	Les dégradations provoquées par les eaux .....	62
3	Objectif de l'assainissement .....	63
4	Système de drainage longitudinale .....	63
5	Le réseau de la plat forme.....	65
6	Système de drainage transversal.....	69
7	Tableau récapitulatif des dalots et buses.....	72

## **13** Ouvrage d'art

1	Introduction.....	73
2	description des ouvrages .....	73
3	Les voies de rétablissement.....	73

## **14** Conception de l'échangeur

1	Définition de l'échangeur.....	76
2	But de l'échangeur.....	76
3	Eléments de l'échangeur.....	76
4	Différent types de l'échangeur.....	77

5	choix de l'échangeur .....	77
6	Vitesse de référence.....	79
7	Caractéristiques géométriques des bretelles.....	79

## **15** SIGNALISATION ET EQUIPEMENT

1	Introduction.....	84
2	Signalisation horizontale .....	84
3	Signalisation verticale.....	87
4	Application au projet .....	88

## **16** DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

## **17** CONCLUSION GENERALE

## **18** BIBLIOGRAPHIE

# 1 Introduction générale

## 1. LE PROJET DE FIN D'ETUDES

Le projet de fin d'études (PFE) a pour objectif de permettre aux étudiants de cinquième année à l'ENSTP de mettre en application dans un cadre d'ingénieur débutant les enseignements et les connaissances acquises durant les cinq années universitaires.

Après avoir effectué nos précédents stages dans des différentes entreprises et sociétés Algériennes en suivant l'étude, la réalisation et la tâche administrative de leurs projets ; nous avons souhaité, à l'occasion de ce PFE, découvrir le métier de travaux publics dans le monde professionnel par l'étude d'un projet de grande envergure.

Le projet faisant l'objet du présent mémoire et qui s'intitule : *«Etude d'un tronçon autoroutier à Mascara sur 9 Km »*, est la conception de l'un des tronçons de l'Autoroute Est-Ouest qui doit relier, aux termes de sa construction, les villes du nord de l'Algérie.

## 2. L'AUTOROUTE EST - OUEST

L'Autoroute Est – Ouest est une infrastructure située dans la partie nord du pays parcourant (depuis sa frontière Marocaine, côté Ouest, jusqu'à celle de la Tunisie, côté Est.) toute la largeur du pays, soit une distance de 1 216 kilomètres. Elle fait partie du programme de relance économique et sociale, à construire en site vierge, qui permet de régler les problèmes de congestion sur le réseau routier existant et de réduire le taux d'accidents. Elle constitue à moyen terme le trait d'union du Maghreb et plus tard, la ceinture rive sud de la méditerranée.

## 3. L'ORGANISATION DE MEMOIRE

L'organisation de ce mémoire suit la logique suivante : après une description générale du projet et la justification du choix du couloir dans la phase APS, on passe à l'élaboration des différentes étapes de l'étude concernant l'estimation du trafic, la géométrie de la route et l'étude géotechnique, après l'assainissement et la signalisation et enfin la quantification des travaux et l'estimation du coût du projet. A la fin du PFE, il sera consigné la liste des documents référenciés (Bibliographie) et les annexes utilisées.

## 2 Présentation de projet

### 1. INTRODUCTION

L'Autoroute Est-Ouest est une infrastructure située dans la partie nord du pays et fait partie du programme de relance économique et sociale, à construire en site vierge, qui permet de régler les problèmes de congestion sur le réseau routier existant et de réduire le taux d'accidents. Elle constitue à moyen terme le trait d'union du Maghreb et plus tard, la ceinture rive sud de la méditerranée.

Le tracé de l'Autoroute qui fait 1216 km a été divisé pour sa construction en trois lots : Lot Est, Lot Ouest et Lot Centre.

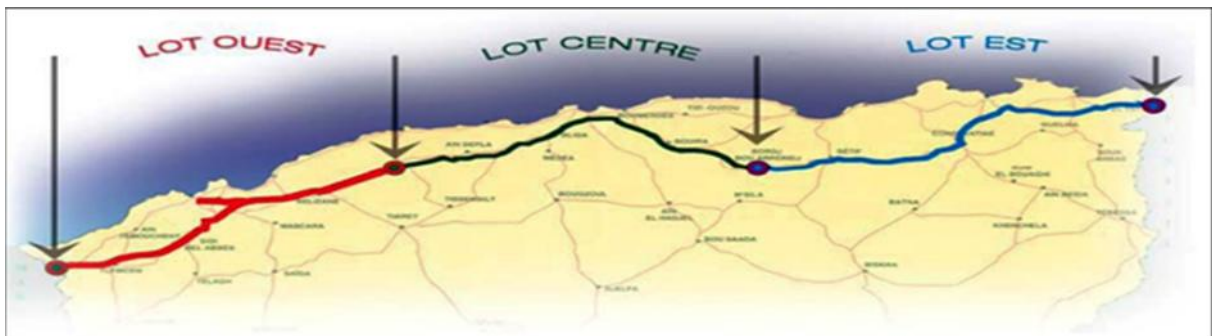


Fig. 2.1 Les Lots de tracé de l'Autoroute Est-Oues

### 2. LOCALISATION DU PROJET

Le lot Ouest d'un linéaire prévu de 360 km est découpé pour des raisons constructives et administratives en 9 sections, dont la présente section porte le numéro W4 sur une longueur d'environ 63 km.



Fig. 2.2 Les sections de lot Ouest de l'AEO (W4 la section concernée)

Le projet faisant l'objet de la présente étude est la conception de l'un des tronçons de la section W4 qui fait partie du lot Ouest de l'autoroute Est-Ouest.

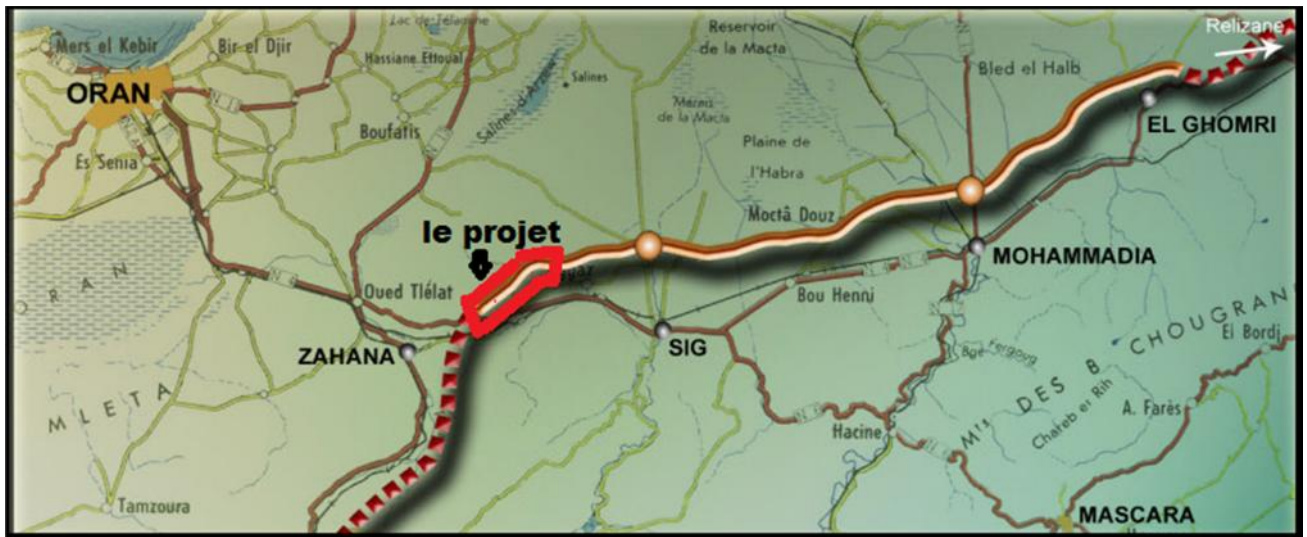


Fig. 2.3 La situation du projet dans la section W4

### 3. DESCRIPTION DU PROJET

#### 3.1 Présentation du projet

Notre projet se trouve dans la section W4 entre le PK 0+200 et le PK 9+200 en totalité dans la Wilaya de Mascara . il passe au Nord-ouest de oggaz et croise le CW 30 au PK1+820 Après le franchissement d'un chemin de fer au PK1+980, croise la RN4 au PK3+240,ou on a prévu un échangeur . le tracé continue vers l'est et traverse la foret de Moulay Ismail et le CW 92 au PK6+260.

Les communes concernées par le passage du tracé sont les suivantes:

- Oggaz.
- Zahana.

## 1. INTRODUCTION

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

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

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

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

## 2. LA ZONE D'ETUDE

La zone ouest d'oggaz par laquelle notre tracé passe est un terrain (relief) vallonné. sa géomorphologie se caractérise par des collines légèrement ondulées,

Les montagnes d'Atlas au sud du tracé constituent la source des eaux de surface dans ce secteur.

La plupart des oueds qui traversent l'autoroute perpendiculairement sont des petite oueds .Les écoulements de ces oueds sont influencés par les saisons.



## 3. TYPES DES CONTRAINTES

L'investigation sur site nous permet de constater que le relief du présent tronçon est plat, les conditions géologiques sont simples, il n'y a pas de risques géologiques très marqués et il n'y a pas de points sensibles qui influencent le tracé non plus. Les principales contraintes sur ce tronçon sont comme suit.

- Les forêts.
- Les routes nationales et chemins de wilaya sur le long du tracé.
- Les réseaux (électricité, conduites d'eau, gazoducs, conduites d'irrigations etc).
- l'oueds et cours d'eau.
- Généralement la zone concernée par le projet est une zone agricole.
- Chemin de fer.



**Forêt , gazoduc , chemin de fer et route national.**

#### 4. CHOIX DE COULOIR (APS)

##### – Présentation des variantes

Dans cette phase, on va étudier deux variantes qui passent à l'ouest d'Oggaz afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.

- **Variante 1 :**

Ce tracé est le plus court et évite certaines habitations. Elle franchit une route nationale « RN4 », chemin de wilaya « CW30 et CW 92 », chemin de fer, conduit de gaz, conduit d'irrigation, des lignes électriques et elle traverse la forêt de Moulay Ismail.



**Variante 1**

Variante	Quantité de déblai	Quantité de remblai	Déblai max	Remblai max
Variante 1	921742.1	538579	9.7	10.8

- Variante 2

Cette variante franchit les mêmes obstacles plus un réseau de ligne téléphonique et des terres utilisées pour la culture des arbres d'olives et des arbres fruitiers.



**Variantes 2**

Variante	Quantité de déblai	Quantité de remblai	Déblai max	Remblai max
Variante 2	950760.7	902859	10.63	12.6

## 5. CONCLUSION

Apparemment la zone que traversent les deux tracés est de mêmes caractéristiques géométriques, toutefois une différence se situe au niveau du coût :

Nous avons trouvé des quantités de remblai et de déblai complètement divergent les résultats sont les suivants :

- Variante 1
- Variante 2

la variante 2 comporte le tracé le plus long, de plus, elle franchit une zone cultivable, ce qui défavorise le passage de l'autoroute sur ces éléments.

Ces champs cultivés sont parmi les plus fréquentés. Ajouté aux indemnités qu'il faudra proposer aux propriétaires des terres.

A partir de cela, nous déduisons bien que le facteur économique jouera le seul rôle décisif dans le choix de la variante retenue (Variante 2 avérée trop chère), le tracé de la variante 1 sera le tracé retenu.

### – Les points singuliers

Les différentes contraintes et réseaux divers situés dans le couloir retenu.

Contraintes et réseaux		PK	
CW 30		1+820	
voie ferrée		1+980	
RN 4		3+240	
CW 92		6+260	
Lignes électricité	Moyenne Tensions « MT »	2+375	
		3+032	
		5+530	
	Basse Tensions « BT »	1+420	
		Haut tension « HT »	2+550
			5+657
	5+738		
Conduite de gaz		5+055	

## 1. INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est de présenter les normes géométriques qui ont été la base de l'approfondissement de l'APD. ces normes ont été l'objet de discussions détaillées dans notre projet.

Pour la conception géométrique nous avons utilisé La norme **ICTAAL 2000** « instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison ».

## 2. OBJET DE L'ICTAAL ET DOMAINE D'APPLICATION

L'ICTAAL traite de la conception des autoroutes interurbaines qu'il s'agisse de la réalisation d'infrastructures nouvelles ou de l'aménagement du réseau existant. dans cette instruction, le terme autoroute désigne une route à chaussées séparées comportant chacune au moins deux voies en section courante, isolé de son environnement et dont les carrefours sont dénivelés.

**Elle ne s'applique pas :**

- Aux autres types de routes principales-les routes express à une chaussée, les artères interurbaines et les « routes »-qui font l'objet du guide d'aménagement des routes principales « ARP »
- Aux autoroutes situées en milieu urbain, considérées comme des voies rapides urbaines, et relevant de l'instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines (I.C.T.A.V.R.U), y compris lorsque 'elles assurent la continuité ou l'aboutissement d'une autoroute interurbaine. Il est toutefois recommandé en milieu périurbaine, lorsque le caractère urbain actuel ou futur de la voie est faible, d'appliquer les règles de l'ICTAAL.
- Aux routes à chaussées séparées comportant chacune une seule voie de circulation et des créneaux de dépassement, qui feront l'objet d'une instruction ultérieure.

## 3. CONCEPTION GENERALE

La première étape de la conception est le choix des caractéristiques générales :

- Le type de route qui détermine l'instruction à appliquer.
- La catégorie de route qui conditionne les principales caractéristiques géométriques du tracé.
- Le nombre de voies.
- Le synoptique des échangeurs et des aires.
- La progressivité de l'aménagement.
- Prenant en compte les contraintes environnementales, les aspects socio-économiques et les sujétions financières.

# 4 Données de base

## 3.1 Normes géométriques

Les paramètres géométriques adoptés pour notre projet est résumés dans le Tableau 3.1 «d'après l'ICTAAL 2000 »

**Tableau 3.1 Paramètres géométriques de l'autoroute**

N°	Désignations des paramètres	Symbole Unité	Catégorie	
			L1	L2
1	Vitesse maximale	V (km/h)	130	110
2	<b>Tracé en plan</b>			
	Rayon minimum absolu	R <sub>m</sub> (m)	600	400
	Rayon minimum non déversée	R <sub>nd</sub> (m)	1000	650
	Longueur minimum de clothoïde	L <sub>s</sub> (m)	Max (14 Δδ  ; R/9)	Max (14 Δδ  ; R/9)
	Rayon minimum sans courbe de transition	R (m)	1500	975
3	<b>Profil en long</b>			
	Déclivité maximum	P (%)	5	6
	Déclivité minimum	P (%)	0.2	0.2
	Rayon minimal de raccordement convexe	R <sub>v</sub> (m)	12500	6000
	Rayon minimal de raccordement concave	R <sub>v</sub> (m)	4200	3000
4	<b>Profil en travers</b>			
	Nombre de voies de chaque chaussée	N	2 a 4	2 a 4
	Largeur de voie	L(m)	3.5	3.5
	Dévers minimum	d(%)	2.5	2.5
	Dévers maximum	d(%)	7	7

## 3.2 Choix de la catégorie:

Notre région est vallonnée et les contraintes de reliefs sont modérées, donc la catégorie et **L1**.

## 3.3 Détermination de la vitesse de référence:

Dans la circulaire du 12 décembre 2000, à l'article 1.2, l'ICTAAL propose deux catégories de vitesse de référence pour les autoroutes, qui se distinguent comme suit:

- **la catégorie L1**, appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées; la vitesses Maximales autorisées de 130km/h.
- **la catégorie L2**, mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'elle implique. V<sub>max</sub> autorisées est 110km/h.

On limite la vitesse de référence sur notre tronçon à **120 kilomètres par heures**.

# 5 Étude du trafic

## 1. INTRODUCTION

Les principaux objectifs de l'étude du trafic doit être fait avant tout création d'un projet routier .elle a pour but de savoir l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourds ) .Le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différents catégories de véhicules.

## 2. LES DONNEES DE TRAFIC

Selon les résultats de comptages et de prévisions, effectués par l'ANA nous avons :

- le trafic journalier moyen annuel à l'année 2009 (TJMA2009) est de 31400v/j.
- La mise en service est prévue pour l'année 2010.
- La durée de vie est de 20ans.
- pourcentage de poids lourd :  $p=7$
- le Taux de croissance du trafic est représenté dans le tableau 5.1 :

Tableau 5.1 taux de croissance du trafic (%)

Période	Taux de croissance (%)
2009-2015	3,24
2015-2020	2 ,83
2020-2025	3,60
2025-2030	3,60

## 3. PROJECTION FUTURE DU TRAFIC

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

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

Avec

- $TJMA_h$  :le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2010)
- $TJMA_0$  :le trafic à l'année de référence (origine 2009)
- $n$  : nombre d'années
- $\tau_i$  : taux d'accroissement du trafic (%)

## 5 Étude du trafic

On a  $TJMA_0 = TJMA_{2009} = 31400 \text{ v/j}$

$$TJMA_{2010} = TJMA_{2009} (1 + \tau_1)^1 = 31400(1 + 0,0324)^1 = 32418 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2015} = TJMA_{2010} (1 + \tau_1)^5 = 32418(1 + 0,0324)^5 = 38021 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2020} = TJMA_{2015} (1 + \tau_2)^5 = 38021(1 + 0,0283)^5 = 43715 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2025} = TJMA_{2020} (1 + \tau_3)^5 = 43715(1 + 0,036)^5 = 52172 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2030} = TJMA_{2025} (1 + \tau_4)^5 = 52172(1 + 0,036)^5 = 62263 \text{ v/j}$$

Les résultats sont représentés dans le tableau 5.2 suivant :

Tableau 5.2 Trafic moyen journalier annuel (V/j)

Année représentée	TJMA (v/j)
2009	31400
2010	32418
2015	38021
2020	43715
2025	52172
2030	62263

### 4. CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

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

Avec:  $T_{\text{eff}}$ : trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).

$Z$ : pourcentage de poids lourd  $Z = 7\%$

$P$ : coefficient d'équivalence pour le poids lourds

Tableau 5.3 Coefficient d'équivalence « P »

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

## 5 Étude du trafic

Pour notre projet l'environnement est **E2** (terrain vallonnée), donc et d'après le tableau du coefficient d'équivalence, on a **P=4**.

$$T_{\text{eff}}(2030) = [(1-Z) + Z.P] TJMA_{2030}$$
$$T_{\text{eff}}(2030) = 62263(0,07(4) + (1-0,07)) = 75338 \text{ uvp/j}$$

Donc  $T_{\text{eff}} = 75338 \text{ upv /j}$

### 5. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMALE

La formule qui donne le débit de pointe horaire normale est :

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

Avec:

- **Q** : débit de pointe horaire.
- **n** : nombre d'heure, (en général **n=8 heures**), donc :  $1/n = 0.12$
- **T<sub>eff</sub>** : trafic effectif.

D'où le début prévisible à la 20<sup>ème</sup> année:

$$Q_{\text{prévisible}}(2030) = 0,12 * T_{\text{eff}}(2030)$$

$$Q_{\text{prévisible}}(2030) = 0,12 * 75338 = \mathbf{9041} \text{ uvp/h}$$

### 6. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE

La formule qui donne le débit horaire admissible est :

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

Avec

**K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>** : coefficients correcteur

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique

Tableau 5.4 Coefficient « K1 »

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 a 0.95

Pour notre projet l'environnement est **E2** (terrain vallonnée), donc **K<sub>1</sub>=0,85**

# 5 Étude du trafic

Tableau 5.5 Coefficient « K<sub>2</sub> »

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Pour notre projet (E2, C1), donc **K<sub>2</sub>=0.99**

Tableau 5.6 valeur de la capacité théorique

Type de route	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

A partir du tableau : **C<sub>th</sub>=1800 uvp/h**

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

$$Q_{adm} = 1515 \text{ uvp/h}$$

## 7. DETERMINATION NOMBRE DES VOIES

a) Cas d'une chaussée bidirectionnelle

On compare **Q** à **Q<sub>adm</sub>** pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir: **Q ≤ Q<sub>adm</sub>**

b) Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voies par chaussée: est le nombre le plus proche du rapport **s.Q / Q<sub>adm</sub>**.

Tel que: **S**: coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

**Q<sub>adm</sub>**: débit admissible par voie.

$$N = s * Q / Q_{adm}$$

**Pour notre projet on a une chaussée unidirectionnelle (autoroute):**

$$N = s * (Q_{prévisible} / Q_{adm}) = (2/3) * (9041 / 1515) = 3.97 = 4$$

**Donc l'autoroute est de 2×4 voies**

## **TRACE EN PLAN**

### **1. INTRODUCTION**

Dans sa définition, le tracé en plan (en situation ou horizontal) est la projection verticale de la route sur un plan horizontal, ce plan est en générale une carte topographique ou un plan de situation où une carte du relief du terrain représentée par des courbes de niveau. Il doit assurer aux usagers de l'autoroute un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

### **2. REGLES ET PRINCIPES DE TRACE EN PLAN**

Pour une bonne conception de tracé en plan, il est recommandé de :

- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles et surtout les arboricoles.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter la construction des ouvrages d'art sinon on essaie de les franchir perpendiculairement pour minimiser les couts.

### **3. GEOMETRIE EN PLAN**

En première approximation, le tracé de l'axe de route est composé d'une succession de lignes droites raccordées par des cercles, mais la pratique des grandes vitesses et l'existence des petits rayons a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le raccordement progressif entre les précédents qui est la clothoïde.

Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on peut déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Les éléments du tracé en plan ont été conçus selon les critères de conception décrits dans la section précédente sur les normes géométriques comme suit :

### 3.1 Les alignements

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple et le plus utiliser, son emploi dans le tracé des routes est restreint à cause de la mauvaise adaptation de la route au paysage et la monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.

Tableau. 6.1 Valeurs extrêmes des alignements droits du tracé en plan

Vitesse de base	$V_B$ (km/h)	120
La longueur minimale	$L_{\min}$ (m)	200
La longueur maximale	$L_{\max}$ (m)	2000

### 3.2 Les rayons de cercle

La limitation des valeurs des rayons dépend de la stabilité des véhicules, l'inscription de véhicules longs dans les courbes et de la visibilité en courbe.

Les valeurs minimales des rayons sont résumées dans le tableau:

Tableau 6.2 Valeurs minimales des rayons du tracé en plan

Vitesse de base	$V_B$ (km/h)	120
Rayon minimal	$R_m$ (m)	600
Rayon minimal non déversé	$R_{nd}$ (m)	1000
Rayon minimum sans courbe de transition	$R$ (m)	1500

### 3.3 Les raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à  $1,5 R_{nd}$  ne peuvent être raccordé avec les alignements que progressivement par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Pour assurer les trois conditions suivantes :

- La condition optique
- La condition de gauchissement
- La condition du confort dynamique

Il faut d'après l'ICTAAL2000 que la longueur de clothoïde soit au moins égale à la plus grande de ces deux valeurs :  $\{14|\Delta\delta|$  et  $R/9\}$  ;

Où :  $R$  (en m) le rayon de courbure.

$\Delta\delta$  (en %) la différence des pentes transversales des éléments du tracé raccordés.

Tel que :  $|\Delta\delta|=|\delta_1 - \delta_0|$ ,  $\delta_1$  : représente la pente transversale initiale.

$\delta_0$  : le divers de la courbe.

### 3.4 Enchaînement des éléments du tracé en plan

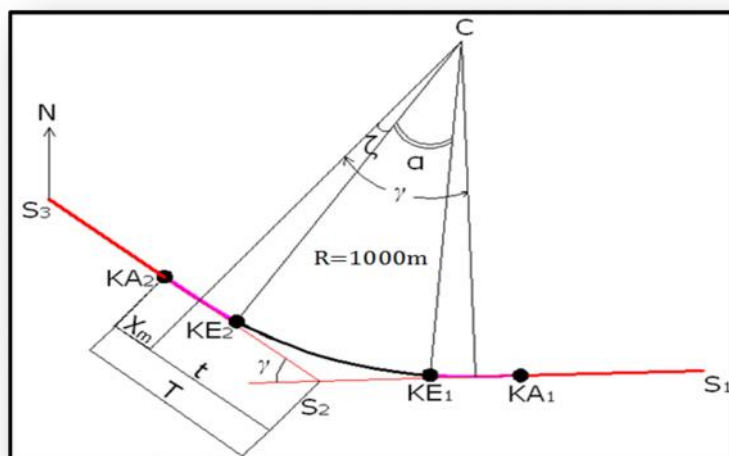
D'après l'ICTAAL2000 :

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des rayons supérieurs ou égaux à  $1,5 R_{nd}$ , en respectant toujours les conditions de confort et les règles de visibilité.

Comme elles doivent respecter les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- Deux courbes successives doivent satisfaire à la condition «  $R_1 \leq 1,5 R_2$  », où  $R_1$  est le rayon de la première courbe rencontrée et «  $R_2 < 1,5 R_{nd}$  » celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.
- Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins **200 m**, si ce n'est pas le cas on utilise l'un des raccordements suivants :
  - Courbe en C, courbe à sommet, ou la courbe ovale pour deux courbes de même sens.
  - Courbe en S pour les courbes de sens contraire.

## 4. EXEMPLE DE CALCUL MANUEL D'AXE DU TRACE EN PLAN



- **Les points du tracé en plan**

$$P_1 (X = 742733.2078 \quad Y = 3938098.4315)$$

$$P_2 (X = 743474.9947 \quad Y = 3939150.4501)$$

$$P_3 (X = 744826.3332 \quad Y = 3939627.6658)$$

Pour notre projet on a :

$$R=2000 \text{ m} > 1500 \Rightarrow d = -2.5\%$$

- **Calcul des gisements**

$$\begin{cases} |\Delta x_{12}| = |x_{P_2} - x_{P_1}| = 422.3343 \text{ m} \\ |\Delta y_{12}| = |y_{P_2} - y_{P_1}| = 209.3720 \text{ m} \end{cases}$$

$$G_{P_1}^{P_2} = 100 - \text{Arctg} \left( \frac{|\Delta y_{12}|}{|\Delta x_{12}|} \right) = 39.098 \text{ grade}$$

$$G_{P_2}^{P_1} = 200 + 39.098 = 239.09 \text{ grade}$$

$$\begin{cases} |\Delta x_{23}| = |x_{P_3} - x_{P_2}| = 1052.3335 \text{ m} \\ |\Delta y_{23}| = |y_{P_3} - y_{P_2}| = 84.4862 \text{ m} \end{cases}$$

$$G_{P_2}^{P_3} = 100 - \text{Arctg} \left( \frac{|\Delta y_{23}|}{|\Delta x_{23}|} \right) = 78.389 \text{ grade}$$

$$G_{P_3}^{P_2} = 200 + 78.389 = 278.38 \text{ grade}$$

$$\begin{cases} |\Delta x_{13}| = |x_{P_3} - x_{P_1}| = 1474.6678 \text{ m} \\ |\Delta y_{13}| = |y_{P_3} - y_{P_1}| = 293.8579 \text{ m} \end{cases}$$

$$G_{P_1}^{P_3} = 100 - \text{Arctg} \left( \frac{|\Delta y_{13}|}{|\Delta x_{13}|} \right) = 59.831 \text{ grade}$$

$$G_{P_3}^{P_1} = 200 + 59.831 = 259.83 \text{ grade}$$



- Calcul de la tangente

$$T = t + X_m = \tan\left(\frac{Y}{2}\right) \times (R + R) + X_m$$

$$T = 753.491 \text{ m}$$

- Calcul de la corde polaire à la clothoïde

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{231.123^2 + 4.453^2} \approx 231.166 \text{ m}$$

- Calcul de la l'angle polaire

$$= \text{Arctg}\left(\frac{Y}{X}\right) = 1.227 \text{ grade}$$

- Calcul de la longueur de l'arc de cercle

$$\text{courbe} = (2 \times L) + b = 462.12 \text{ m}$$

- Calcul les coordonnées des points singuliers

$$K_{A_1} = \begin{cases} x_{K_{A_1}} = x_{P_2} - T \times \sin(G_{P_1}^{P_2}) = 743040.788 \text{ m} \\ y_{K_{A_1}} = y_{P_2} - T \times \cos(G_{P_1}^{P_2}) = 3938534.648 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E_1} = \begin{cases} x_{K_{E_1}} = x_{K_{A_1}} + S_L \times \sin(G_{P_1}^{P_2} - \sigma) = 743177.614 \text{ m} \\ y_{K_{E_1}} = y_{K_{A_1}} + S_L \times \cos(G_{P_1}^{P_2} - \sigma) = 3938720.970 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E_2} = \begin{cases} x_{K_{E_2}} = x_{K_{A_2}} - S_L \times \sin(G_{P_2}^{P_3} + \sigma) = 743969.035 \text{ m} \\ y_{K_{E_2}} = y_{K_{A_2}} - S_L \times \cos(G_{P_2}^{P_3} + \sigma) = 3939320.194 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{A_2} = \begin{cases} x_{K_{A_2}} = x_{P_3} - (P_2P_3 - T) \times \sin(G_{P_2}^{P_3}) = 744185.485 \text{ m} \\ y_{K_{A_2}} = y_{P_3} - (P_2P_3 - T) \times \cos(G_{P_2}^{P_3}) = 3939401.354 \text{ m} \end{cases}$$

### Remarque :

Les calculs d'axe sont faits à l'aide du logiciel **AUTOPISTE** et sont joints dans l'annexe01.

## PROFIL EN LONG

### 5. INTRODUCTION

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à l'échelle de 1/10.

Le profil en long se caractérise par une succession de déclivités liées par des raccordements paraboliques constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Son but est d'assurer pour une continuité dans l'espace de la route afin de permettre de prévoir l'évolution du tracé et la bonne perception des points singuliers, en assurant toujours les d'assainissement.

### 6. REGLES DU PROFIL EN LONG

Parmi les règles qu'il faut les tenir en compte on peut citer :

- Adaptation au relief et à l'environnement.
- Suivre le terrain naturel afin d'optimiser les mouvements de matériaux.
- Utilisation des grands rayons verticaux.
- Assurer la coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Respecter la valeur maximale et minimale de déclivité.
- Considération de l'exigence de PHE d'une crue centennale.
- Adaptation aux réseaux divers (gazoducs, réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement, lignes électriques...).
- Gabarits exigés à l'intersection avec des routes et des oueds.

### 7. CARACTERISTIQUES DU PROFIL RN LONG

#### 7.1 Raccordements en profil en long

Le changement de déclivité constitue des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité. Et on distingue deux types de raccordements

##### a. raccordements convexes (angle saillant)

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

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

### a.1 condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable. Et pour assurer la condition de confort on limite cette accélération.

### a.2 Conditions de visibilité

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

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

### b. raccordements concaves (angle rentrant)

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

### c. La déclivité

Est la tangente de l'angle entre les alignements du profil en long et l'horizontale. Elle est dénommée rampe si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et pente dans le cas contraire.

## 7.2 Valeurs limitées

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites suivantes :

Tableau. 6.5 Valeurs extrêmes des paramètres du profil en long

Catégorie	L1
Déclivité maximale (%)	5
Déclivité minimale (%)	0.5
Rayon minimal en angle saillant $R_{v_{ex}}$ (m)	12500
Rayon minimal en angle rentrant $R_{v_{ev}}$ (m)	4200

L'utilisation de rayons supérieurs aux rayons minimaux est préconisée si cela n'induit pas de surcoût sensible.

## 8. EXEMPLE DE CALCUL MANUEL D'AXE DE PROFIL EN LONG

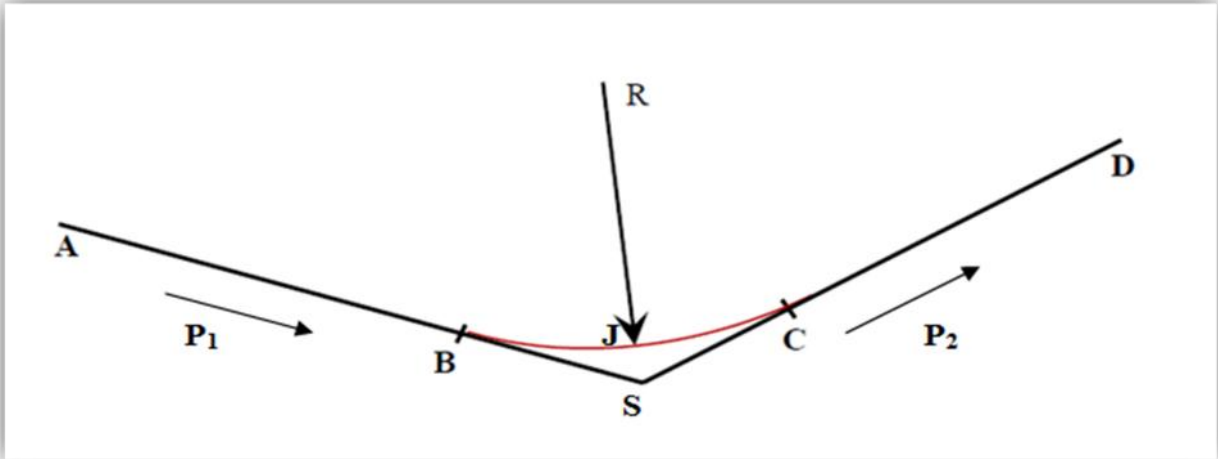


Fig. 6.2 schéma illustratif d'un rayon concave

## - Les points du profil en long

$$A \begin{cases} X = 3249.728 \\ Z = 174.527 \end{cases}$$

$$S \begin{cases} X = 3879.437 \\ Z = 153.382 \end{cases}$$

$$D \begin{cases} X = 5109.071 \\ Z = 169.634 \end{cases}$$

Rayon  $R = 4200$  m.

## - Calcul des déclivités

$$P_1 = \frac{Z_S - Z_A}{X_S - X_A} \Rightarrow P_1 = -3.36\%$$

$$P_2 = \frac{Z_D - Z_S}{X_D - X_S} \Rightarrow P_2 = 1.32\%$$

## - Calcul des tangentes

$$T = \frac{R}{2} \times (|P_1| + |P_2|) \Rightarrow T = 98.27 \text{ m}$$

- Calcul de la bissectrice (flèche)  $B_X$ 

$$B_X = \frac{T^2}{(2 \times R)} \Rightarrow B_X = 1.15 \text{ m}$$

- **Calcul des coordonnées des points de tangentes**

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T = 3879.437 - 98.27 = 3781.166 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + T \times |P_1| = 153.382 + (98.27 \times 0.0336) = 156.682 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow B(3781.166, 156.682)$$

$$C \begin{cases} X_C = X_S + T = 3879.437 + 98.27 = 3977.708 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times |P_2| = 153.382 + (98.27 \times 0.0132) = 154.680 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow C(3977.708, 154.680)$$

- **Calcul de la longueur de raccordement**

$$L = 2 \times T \Rightarrow L = 196.543 \text{ m}$$

- **Calcul des coordonnées du point J**

$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P_1 = 141.12 \text{ m} \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P_1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} = 2.371 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_j = X_B + X_{J/A} \Rightarrow X_j = 3922.286 \text{ m} \\ Z_j = Z_B - Z_{J/A} \Rightarrow Z_j = 154.311 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow J(3922.286; 154.311)$$

**Remarque**

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel **AUTOPISTE** et sont joints dans l'annexe02.

## COORDINATION ENTRE LE TRACE EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble afin d'assurer une bonne insertion dans le site.

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

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

Pour cette approche, il est nécessaire d'utiliser des perspectives qui permettent une synthèse entre les deux éléments en deux dimensions. Les outils informatiques actuels incluent généralement cette fonctionnalité.

L'expérience acquise dans ce domaine permet d'édicter quelques règles simples à respecter :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un alignement droit en plan ou un à une courbe de très grand rayon.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, en essayant de respecter la proportion **R vertical > 6R horizontal**, pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible.
- Eviter qu'un début de courbe faible (< 300m) se situe en point haut de profil en long car cela entraîne une dégradation de la perception du virage
- Eviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement côté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).



## 1. INTRODUCTION

Après les études du tracé en situation et du tracé en élévation qui recherchaient essentiellement l'évolution de l'axe de la route, il s'agit maintenant de définir le 3ème élément d'un projet routier : le profil en travers.

Le profil en travers d'une route c'est la coupe transversale de la chaussée et de ses dépendances.

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 type » 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, ...etc.).

Les profils en travers permettent de calculer les paramètres suivants :

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

## 2. TYPES DE PROFILS EN TRAVERS

Il existe trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.

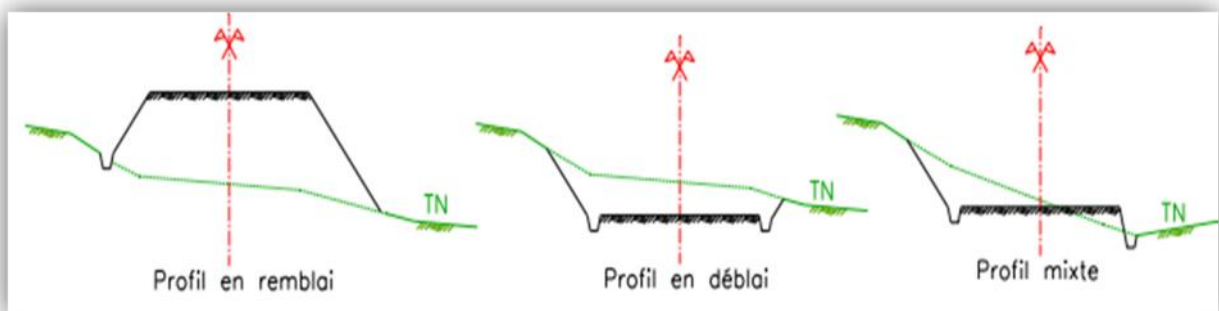


Fig. 7.1 Différents types de profil en travers

### 3. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERSESES

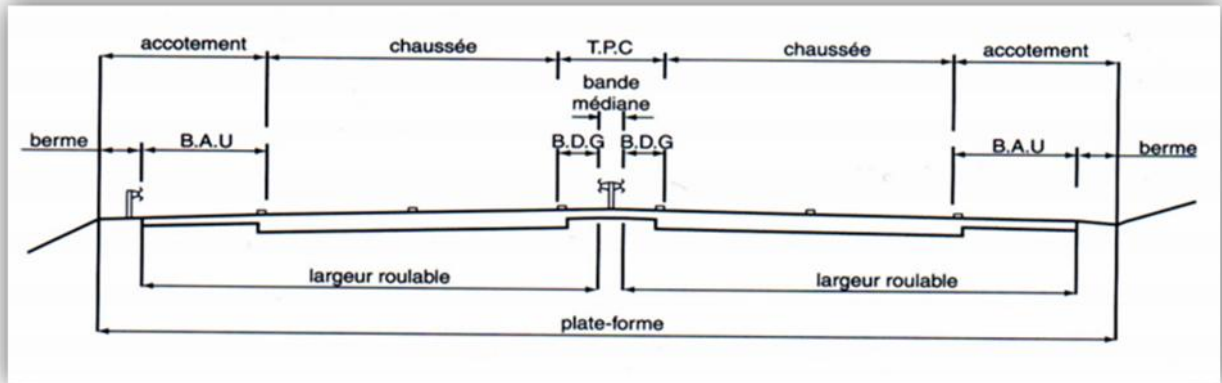


Fig.7.2 Les éléments de profil en travers

#### 3.1 La chaussée

D'après l'étude de trafic, nous avons trouvé une chaussée de  $2 \times 4$  voies larges de **3,50 m**.

#### 3.2 Terre-plein central (T.P.C)

Le terre-plein central a pour fonctions la séparation physique de deux sens de circulation, d'éviter les mouvements de traversée des véhicules et les mouvements de tourne-à-gauche vers les accès éventuels, l'implantation de signalisation ... etc.

Ses caractéristiques dépendent essentiellement du milieu traversé, des fonctions de la route et de la limitation de vitesse.

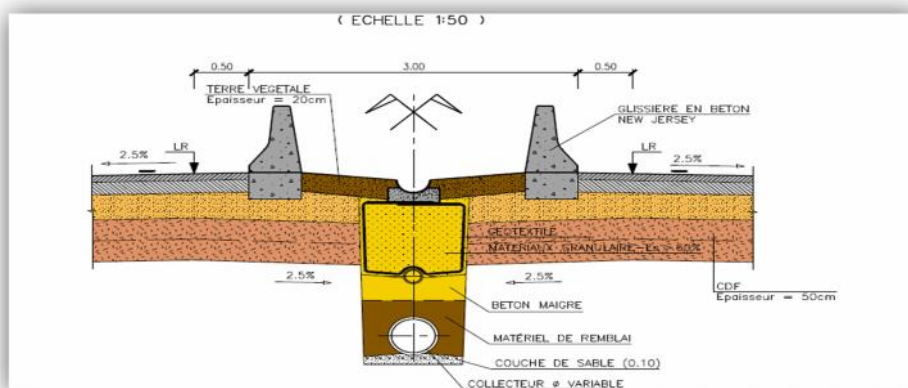


Fig. 7.3 Détail de terre-plein central (TPC)

**a. Bande dérasée gauche (B.D.G)**

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité. Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation.

Sa largeur est de **1,00 m.**

**b. Bande médiane (B.M)**

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et d'éventuelles piles d'ouvrages. Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

Si elle est inférieure ou égale à **3 m**, elle est stabilisée et revêtue pour en faciliter l'entretien.

### 3.3 Accotement

L'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

**a. La zone de sécurité**

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 8,50 m. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m.

Dans la zone de sécurité, doit être isolé (sinon exclu), tout dispositif agressif tel :

- obstacle : arbre, poteau, maçonnerie, support de signalisation directionnelle, paroi rocheuse, appui d'ouvrage d'art...
- Caniveau non couvert.
- Fossé dépassant 50 cm de profondeur, sauf fossé de pente inférieure à 25%.
- Talus de déblai ou un merlon dont la pente dépasse 70%.
- Remblai de plus de 4 m de haut, dont la pente dépasse 25%, ou de plus de 1 m en cas de dénivellation brutale.

**b. La bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)**

La **B.A.U** facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.

Elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée d'une surlargeur de chaussée qui porte le marquage en rive, puis d'une partie dégagée de tout obstacle, revêtue et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la B.A.U.

Sa largeur lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus) est :

$$L_{(B.A.U)} = 2.5 \text{ m.}$$

**c. La berme**

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisation verticale...). Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de **1,00 m** minimum. La berme extérieure présente une pente transversale de 8% qui peut être portée jusqu'à 25% dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

**4. PROFILS EN TRAVERS AU DROIT DES OUVRAGES D'ART**

Au droit de tout ouvrage d'art courant, les voies de circulation, les B.A.U et les bandes dérasées conservent la même largeur qu'en section courante.

Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 5,75 m au minimum en tout point de la largeur rouable de l'autoroute.

En outre, une revanche – habituellement de 0,10 m – est réservée pour permettre un rechargement ultérieur de la chaussée. La hauteur libre d'une structure légère (passerelle piétons, portique de signalisation...) est majorée de 0,50 m.

Pour notre projet, nous avons implanté une hauteur libre de 5,75 m en tout point de la largeur rouable de l'autoroute.

**5. PENTES TRANSVERSALES****5.1 Valeurs du dévers**

- En alignement et en courbe non déversée, la pente transversale d'une chaussée est de 2,5 vers l'extérieur.
- Les courbes de rayon inférieur à Rnd sont déversées vers l'intérieur de la courbe. La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de 1/R, entre 2,5% pour Rnd et 7% pour Rm.

La berme extérieure présente une pente transversale de 8% qui peut être portée jusqu'à 25% dans le cas où elle est intégrée au dispositif d'assainissement.

**5.2 Changement de dévers**

La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif.

### a. Point de rotation des dévers

Le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plate-forme.

### b. Evacuation des eaux de ruissellement

Lorsqu'il est nécessaire d'introduire un changement de dévers, la longueur de la chaussée sur laquelle règnent les dévers compris entre -1% et +1% est déterminée de manière à ne compromettre ni l'écoulement des eaux de ruissellement, ni l'aspect du tracé.

Dans la zone de basculement du dévers, l'évacuation des eaux de ruissellement sur la chaussée requiert une pente résultante de 0,5% en tout point de la chaussée.

En courbe déversée, le T.P.C. est équipé de façon à évacuer les eaux de ruissellement de la chaussée extérieure.

## 6. PROFIL EN TRAVERS TYPE POUR LE PROJET

Tableau 7.2 profil en travers type proposé

Description	Largeur (m)	nombre	largeur totale (m)
• <b>Voie de circulation 2x4</b>	<b>3.5</b>	<b>8</b>	<b>28.0</b>
• <b>Terre-plein central (T.P.C)</b>	<b>5.0</b>	<b>1</b>	<b>5.0</b>
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	1.0	2	2.0
- Bande médiane (B.M)	3.0	1	3.0
• <b>Accotement</b>	<b>3.5</b>	<b>2</b>	<b>7.0</b>
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	2.5	2	5.0
- La berme	1.0	2	2.0
<b>totale</b>			
<b>40.00</b>			
• Zone de sécurité à l'extérieur des voies de circulation	6	2	12.0
<b>dévers en section droite</b>			
- Chaussée	2,5 % vers l'extérieur.		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée.		
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	4 % vers l'extérieur.		
- Berme extérieure	8% vers l'extérieur.		
<b>dévers en courbe</b>			
- Chaussée	2.5 %		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée.		
- Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U)	4% vers l'extérieur		

## **1. GENERALITES**

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

## **2. LES METHODES DE CALCUL**

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles nous citerons :

- La méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- La méthode de l'aire moyenne : (méthode par défaut).
- La méthode de la longueur applicable.
- La méthode approchée.

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple et rapide, mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs. Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats.

### 3. DESCRIPTION DE LA METHODE

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

$$V = \frac{H_m}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_m)$$

$H_m$  : hauteur moyenne entre deux profils.

$S_m$  : surface limitée à mi- distances des profils.

$S_1$  : surface de profil en travers P1.

$S_2$  : surface de profil en travers P2.

Les figures ci dessous représentent les données de calcul d'un tracé donné :

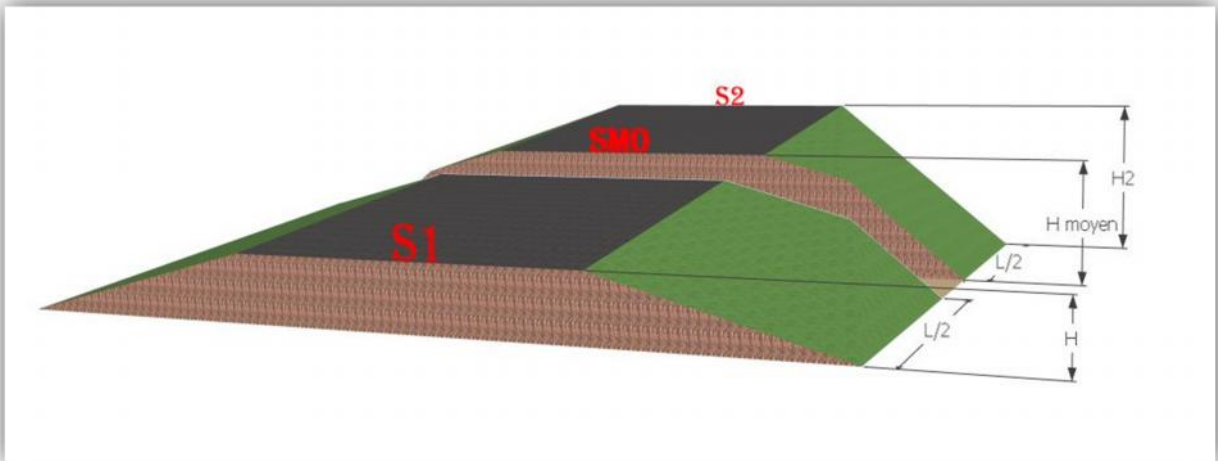


Fig.8.1 Les sections des profils en travers d'un tracé donné

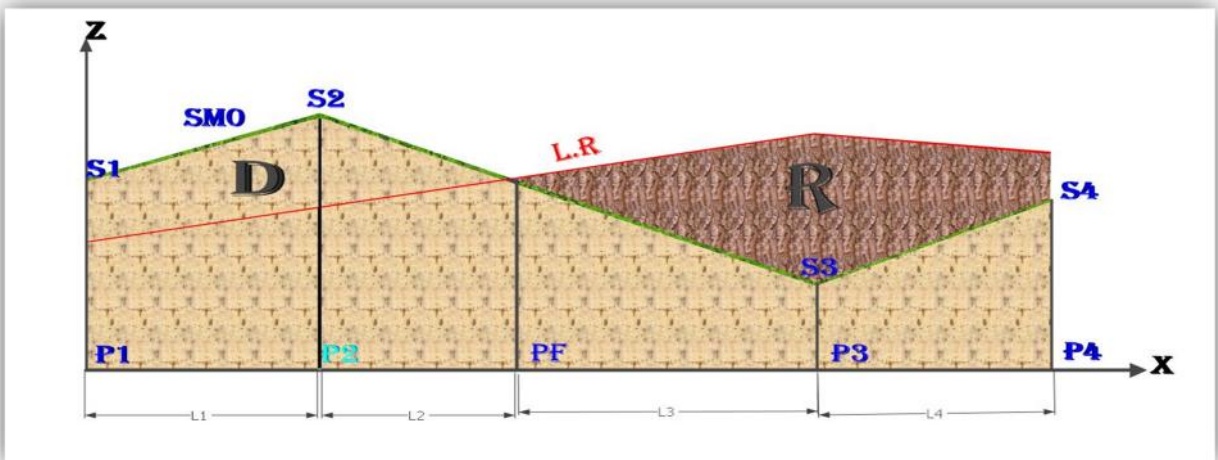


Fig.8.2 Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

## 8 CALCUL DE CUBATURE

### 4. EXEMPLE D'APPLICATION

Le volume compris entre deux profils en travers  $P_i$  et  $P_{i+1}$  de section  $S_i$ ,  $S_{i+1}$  égale à :

$$V_i = \frac{L_i}{6} \times (S_i + S_{i+1} + 4S_m)$$

Pour un calcul plus simple, on considère que :  $S_m = \frac{S_i + S_{i+1}}{2}$

Donc :

- Entre  $P_1$  et  $P_2$  :  $V_1 = L_1 \times \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right)$
- Entre  $P_2$  et  $P_F$  :  $V_2 = L_2 \times \left(\frac{S_2 + 0}{2}\right)$
- Entre  $P_F$  et  $P_3$  :  $V_3 = L_3 \times \left(\frac{0 + S_3}{2}\right)$
- Entre  $P_3$  et  $P_4$  :  $V_4 = L_4 \times \left(\frac{S_3 + S_4}{2}\right)$

Le volume total :  $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \times S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \times S_4$$

### 5. CALCUL DES CUBATURES DE PROJET

Pour notre projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide de logiciel **piste5.06**, et les résultats complets de calcul sont joints en **annexe05**

## 1. INTRODUCTION

La campagne de reconnaissance géologique et géotechnique comprenait l'exécution de puits d'exploration, de forages, l'installation de piézomètres, une série d'essais in situ comme des essais pressiométriques et des essais de pénétration dynamique ainsi qu'une batterie d'essais en laboratoire.

Le but des travaux de reconnaissance est de définir la stratigraphie sur le long du tracé, de caractériser les propriétés géotechniques des matériaux rencontrés afin de réaliser le dimensionnement du corps de chaussée, et préciser la stabilité des talus des déblais et remblais et les conditions de réutilisation des sols excavés.

Les travaux de reconnaissance géologiques et géotechniques effectués par le Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest (LTPO).

## 2. LES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

- L'étude des archives et documents existants.
- Les essais « **in situ** ».
- Les essais en laboratoire.

### 2.1 L'étude des archives et documents existants

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologique et géotechnique des formations existantes.

### 2.2 Les différents essais in situ

Tableau 9.1 Les différents essais réalisés in situ

Essais	Normes
Puits d'exploration	-
Forages carottés	-
Essai pressiométriques	NF P 94-110
Essai de pénétration au carottier <b>SPT</b> (Standard Pénétration Test)	NF P94-116
Essais au pénétromètre dynamique	NF P94-115
Piezomètres	-

### – Puits d’exploration

Le tableau 9.2 présente les différentes formations rencontrées dans les puits de reconnaissance dans notre tronçon.

Tableau 9.2 formations identifiées par puits de reconnaissance

Dénomination	PK (m)	Altitude (m)	Profondeur (m)	Formations
P3	2+700	181.1	0,00 – 0,40	TV
			0,40 – 5,0	EC
P7	5+475	164.3	0,00 – 0,40	TV
			0,40 – 3,20	EC
			3,20-5,30	AL
P9	6+850	167.6	0,00 – 0,40	TV
			0,40 – 2,00	EC
			2,00-5,00	AL
P15	7+825	154.1	0,00 – 0,40	TV
			0,40 – 1,80	EC
			1,80-4,30	AL

**Légende :** TV : Terre végétale.

AL : alluvions limoneuse

EC : Encroûtement grésocalcaire

### – Forages carottés

Le tableau 9.3 présente les différentes formations rencontrées dans les forages carottés dans notre tronçon :

Tableau 9.3 formations identifiées par forages carottés

Dénomination	PK (m)	Altitude (m)	Profondeur (m)	Formations
FC-501	1+983	175,0	0,00 – ,30	TV
			0,30 – 8,00	AL
			8,00-9,00	EB
			9,00-10,00	CA
FC-502	2+200	171,5	0,00 – 0,30	TV
			0,30 – 8,00	AL
			8,00-10,00	EB

<b>FC-503</b>	6+420	167,0	0,00 – 0,40	TV
			0,40 – 1,50	EC
			1,50 – 6,00	AL
<b>FC-504</b>	9+400	119,8	0,00 – 0,20	TV
			0,20 – 2,00	EC
			2,00 – 6,00	AL

**Légende :**      **TV :** terre végétale.                      **CA :** calcaire  
                          **AL :** alluvions limoneuse              **EC :** Encroûtement grésocalcaire  
                          **EB :** éboulis

### – Essai pressiométriques

L'essai pressiométrique est un essai de chargement du sol en place. Il consiste à dilater radialement au sein du sol une sonde cylindrique et à déterminer la relation entre la pression appliquée sur le sol selon un programme de chargement imposé et le déplacement de la paroi de la sonde.

Le tableau 9.4 présente les pressions limites et les modules pressiométriques mesurés dans les sondages. La sonde utilisée est de 25 bars et elle possède une longueur de 1 m ; les profondeurs indiquées pour chaque essai correspondent au milieu de la sonde.

Tableau 9.4 Essais pressiométriques

Sondage	PK(m)	Altitude (m)	Profondeur essai (m)	Formations	P <sub>l</sub> (bars)	E <sub>M</sub> (bars)
<b>FP-501</b>	1+983	175,0	2	AL	19,44	233,08
			4	AL	11,74	218,82
			6	AL	21,12	1231,83
			8	EB	16,65	209,78
<b>FP-519</b>	2+200	171,5	2	AL	17,94	354,04
			4	AL	17,30	349,25

### – Essai de pénétration au carottier SPT (Standard Pénétration Test)

L'essai de pénétration au carottier est un essai géotechnique qui teste le terrain en place et fournit une caractéristique conventionnelle et un échantillon remanié du sol. L'essai consiste à déterminer la résistance à la pénétration dynamique d'un carottier normalisé battu en fond d'un forage préalable.

L'essai de pénétration au carottier permet d'établir une relation entre la résistance à la pénétration d'une part et les caractéristiques et la variabilité des sols d'autre part.

L'essai de pénétration au carottier s'applique aux sols fins et aux sols grenus dont la dimension maximale des éléments ne dépassent pas 20 mm, et elle est limitée à une profondeur de 50 m.

Les résultats des essais de pénétration au carottier fendu peuvent être utilisés de façon qualitative pour déterminer la résistance des matériaux et peuvent servir, à l'aide de corrélations, au calcul des fondations des ouvrages d'art.

#### – Essais au pénétromètre dynamique

Le sondage au pénétromètre dynamique est un moyen de reconnaissance géotechnique qui teste le terrain en place et fournit en tant que telle une caractéristique de sol. Il consiste à déterminer le nombre de coupes nécessaires pour enfoncer, selon une procédure définie, une pointe soumise, par l'intermédiaire d'un train de tige, à une énergie de battage.

Le sondage au pénétromètre dynamique permet d'apprécier d'une façon qualitative la résistance des terrains traversés. Il est limité à une profondeur de 15 m, parfois moins si le frottement latéral se développe sur le train de tiges.

#### – Piézomètres

Les piézomètres sont constitués d'un tube d'un diamètre intérieur de 25 mm, crépiné sur toute sa longueur sauf sur les trois mètres supérieurs. Ils sont installés dans le forage et du gravier fin filtrant remplit le vide entre les parois du trou et le tube. Un bouchon de bentonite est réalisé sur les trois mètres supérieurs. Des boîtes de service sont installées au sommet de chaque piézomètre, au ras du sol.

### 2.3 Les différents essais en laboratoire

Les essais de laboratoire visent à déterminer les propriétés physiques et mécaniques des matériaux afin de choisir le dimensionnement du corps de chaussée. Elles sont classées sous deux groupes : essais d'identification et essais mécaniques.

#### a. Les essais d'identification

##### – Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)

La Teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

La Teneur en eau est donnée par la formule :  $\omega = W_w/W_s$ .

### – Masse volumique des particules solides des sols

L'essai détermine la masse volumique moyenne d'un échantillon composé de particules, parfois de nature différente.

La masse volumique des particules solides d'un sol est utilisée pour connaître l'indice des vides, le degré de saturation et la porosité.

La masse volumique des particules solides d'un sol ( $\rho_s$ ) est le quotient de la masse de ces particules solides ( $m_s$ ) par leur volume ( $v_s$ ).

$$\rho_s = m_s / v_s$$

### – Masse volumique des sols fins

L'essai détermine la masse volumique des sols fins d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire selon processus défini.

La masse volumique des sols fins est un paramètre d'état. Utilisé avec la teneur en eau et la masse volumique des particules solides, il permet de déterminer l'indice des vides, la porosité, le degré de saturation et la masse volumique du sol sec

La masse volumique d'un sol ( $\rho$ ) est le quotient de la masse ( $m$ ) du sol par le volume ( $v$ ) qu'il occupe (y compris les fluides qu'il contient).

$$\rho = m / v$$

### – Limites d'Atterberg (NF P 94-051 ou NF P 94-052-1)

Les Limites d'Atterberg sont paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limites d'Atterberg (limite de liquidité, Limite de plasticité) : teneur en eau pondérales correspondant à des états particuliers d'un sol.

Limite de liquidité ( $W_L$ ) : teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états liquides et plastiques.

Limite de plasticité ( $W_P$ ) : teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états plastiques et solides.

L'indice de plasticité ( $I_P$ ) : différence entre les limites de liquidité et de plasticité

$$I_P = W_L - W_P$$

### – Analyse granulométrique (tamisage à sec) (NF P 94-056)

Cette opération permet de déterminer le pourcentage d'éléments fins (passant à 80  $\mu\text{m}$ ) qui caractérise la sensibilité à l'eau du matériau d'une part et d'examiner, d'autre part, la forme de la courbe granulométrique

### – Analyse granulométrique (par sédimentométrie) (NF P 94-057)

L'analyse granulométrique par sédimentation est un essai géotechnique qui complète l'analyse granulométrique par tamisage d'un sol et qui peut être nécessaire à sa classification.

– **Teneur en carbonates (NF P 94-048)**

L'essai consiste à déterminer le volume de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dégagé sous l'action d'acide chlorhydrique en excès (dans des conditions de température et de pression atmosphérique connues) par un échantillon préparé pour l'essai.

– **Équivalent de sable (NF P 18-598)**

L'essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, est effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent. La valeur de l'équivalent de sable (ES) est le rapport, multiplié par 100, de la hauteur de la partie sableuse sédimentée, à la hauteur totale du flocculat et de la partie sableuse sédimentée.

L'équivalent de sable est donné par la formule:  $E_s = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$

– **Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068)**

Cet essai permet de caractériser la fraction argileuse contenue dans le sol. L'essai consiste à mesurer par dosage la quantité de bleu de méthylène pouvant être absorbée par le matériau. Cette quantité absorbée noté VB<sub>s</sub> dépend directement de la surface spécifique des grains d'argile qui est-elle même liée à la nature de ce dernier.

Tableau 9.6 Essais d'identification en laboratoire sur les échantillons prélevés dans les sondages carottés

Sondage	PK (m)	Profondeur (m)	w <sub>n</sub> (%)	ρ <sub>s</sub> (t/m <sup>3</sup> )	ρ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )	ρ <sub>h</sub> (t/m <sup>3</sup> )
FC-501	1+983	1,00 – 1,25	10,8			
		2,40 – 2,60	16,2			
		6,80 – 7,00	13,7			
FC-502	2+200	1,50 – 1,70	17,6			
		2,10 – 2,25	16,5			
		3,85 – 4,00	16,4			
FC-503	6+420	2,00 – 2,45	4,4	2,56		
		4,00 – 4,45	26,5			
		5,60 – 5,70	23,9			
		6,00 – 6,45	19,5			
FC-504	9+100	2,00 – 2,45	11,3	2,65		
		4,00 – 4,45	16,4	2,56		
		6,00 – 6,45	15,8	2,65		

**b. Les essais mécaniques**

Ces essais visent essentiellement la caractérisation du comportement mécanique des matériaux auscultés

**– Essai Proctor normal et modifié (NF P 94-093)**

Les caractéristiques de compactage Proctor sont des paramètres très utilisés pour identifier les matériaux et pour définir les spécifications de compactage qui leur sont applicables lorsqu'ils sont utilisés dans la construction des remblais et des couches de forme.

Les caractéristiques de compactage Proctor d'un matériau sont déterminées à partir des essais dits : Essai Proctor normal ou Essai Proctor modifié.

Les deux essais sont identiques dans leur principe, seules diffèrent les valeurs des paramètres qui définissent l'énergie de compactage appliquée.

Le principe de ces essais consiste à humidifier un matériau à plusieurs teneurs en eau et à le compacter, pour chacune des teneurs en eau, selon un procédé et une énergie conventionnels. Pour chacune des valeurs de teneur en eau considérées, on détermine la masse volumique sèche du matériau et on trace la courbe des variations de cette masse volumique en fonction de la teneur en eau.

D'une manière générale cette courbe, appelée courbe Proctor, présente une valeur maximale de la masse volumique du matériau sec qui est obtenue pour une valeur particulière de la teneur en eau. Ce sont ces deux valeurs qui sont appelées caractéristiques optimales de compactage Proctor normal ou modifié suivant l'essai réalisé.

**– Portance CBR imbibé et immédiat (NF P 94-07)**

Cet essai s'applique aux sols fins ainsi qu'aux sols grenus dont la teneur en éléments de plus de 20 mm n'excède pas 25%. Il s'applique également à d'autres matériaux utilisés en technique routière tels que les laitiers dans la mesure où leur granulométrie respecte la condition précédente.

L'essai CBR est souvent utilisé pour évaluer la portance du sol support de chaussée. Cette portance est exprimée par les différents indices suivants :

- ICBR<sub>imbibé</sub> : C'est l'indice CBR en (%) mesuré après 4 jours d'imbibition d'une éprouvette d'un échantillon de matériau avec application de surcharges.
- ICBR<sub>immédiat</sub> : C'est l'indice CBR en (%) mesuré à la teneur en eau de confection d'une éprouvette d'un échantillon de matériau avec application de surcharges.
- IPI : C'est l'indice CBR en (%) mesuré à la teneur en eau de confection d'une éprouvette d'un échantillon de matériau sans application de surcharge.

**– Essai Los Angeles (NF P 18-573)**

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

**– Essai Micro Deval (NF P 18-572)**

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

L'essai consiste à mesurer l'usure des granulats produite par frottement réciproques dans un cylindre en rotation dans des conditions bien définies.

**– Essai œdométrique (NF P 94-090-1)**

L'essai de compressibilité à l'oedomètre «Essai œdométrique» a pour objet essentiel d'étudier la consolidation de sols intacts ou remaniés, soumis à des charges verticales, drainés suivant cette direction et maintenus latéralement par une paroi rigide.

**– Essai Cisaillement direct (NF P 94-071-1 et 2)**

L'essai de cisaillement direct permet de déterminer la résistance au cisaillement des sols caractérisée par la cohésion  $C$  et l'angle de frottement  $\phi$ .

L'essai s'effectue sur une éprouvette de sol placée dans une boîte de cisaillement constituée de deux demi-boîtes indépendantes. Le plan de séparation des deux demi-boîtes constitue un plan de glissement correspondant au plan de cisaillement de l'éprouvette. Il consiste à :

- Appliquer sur la face supérieure de l'éprouvette un effort vertical  $N$  maintenu constant pendant toute la durée de l'essai.
- Produire après consolidation de l'éprouvette sous l'effort de  $N$  un cisaillement dans l'éprouvette selon le plan horizontal de glissement des deux demi-boîtes l'une par rapport à l'autre en leur imposant un déplacement relatif  $\delta l$  à vitesse constante.
- Mesurer l'effort horizontal de cisaillement  $T$  correspondant.

### 3. MATERIAU DE REMBLAI

La région de la wilaya de Mascara où est projetée la réalisation de l'autoroute se caractérise par la présence de plusieurs gîtes de tuf. Le tuf est le principal matériau utilisé pour les remblais routiers dans cette région.

– Carrière de tuf d'Ahl Ounane :

Elle est située au village du même nom , l'accès à la carrière se fait à partir de la RN4, le long d'une piste aménagée.

Tableau 9.6 Caractéristiques du tuf de la carrière d'Ahl Ounane

<b>Granulométrie</b>	Courbe étalée avec 15 % d'éléments < 80 $\mu\text{m}$
<b>ES</b>	14,9 %
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	75 %
<b>Compactage</b>	$\gamma_{\text{dmax}}$ : 1,96 T/m <sup>3</sup> , $w_{\text{opt}}$ : 14,0 %
<b>CBR imbibé</b>	30,5 %
<b>CBR immédiat</b>	63,0 %



Fig. 9.1 Carrière d'Ahl Ounane

– Carrière de tuf de Sidi Ali Cherif

Elle est située dans la commune de Cheurfa (environ 35 km de Sig), l'accès se fait par la RN6 menant à Mascara via une route communale.

Tableau 9.7 Caractéristiques du tuf de la carrière d'Ali Cherif

<b>Granulométrie</b>	Courbe étalée avec 11 % d'éléments < 80 $\mu\text{m}$
<b>ES</b>	45,0 %
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	87 %
<b>Compactage</b>	$\gamma_{\text{dmax}} : 2,01 \text{ T/m}^3$ , $w_{\text{opt}} : 8,4 \%$
<b>CBR imbibé</b>	33 %
<b>CBR immédiat</b>	62 %



Fig. 9.2 Carrière d'Ali Chérif

Pour les matériaux du corps de la chaussée, les bétons hydrauliques et bitumineux, les carrières suivantes seraient indiquées :

– Les carrières de calcaire de Tizi :

Elles sont situées dans la commune de Tizi wilaya de Mascara (environ 30 km de Sig), l'accès vers ces carrières se fait par la route RN6 jusqu'à Mascara puis par la RN7.



Fig. 9.3 Carrière de Tizi

✓ Les carrières de calcaire de Benyebka :

Elles sont situées dans la commune de Gdyl dans la wilaya d'Oran (environ 45 km de Sig), l'accès à ces carrières à partir peut se faire à partir de (CW5, RN17, RN23).

# 10 ÉTUDE DE STABILITE DES TALUS

## 1. INTRODUCTION

En raison de la nature compressible du sol de fondation, possédant des caractéristiques géotechniques médiocres, qui pourraient entraîner des risques d'instabilité pour les remblais réalisés sur ces types de sol.

Pour se faire, la vérification de la stabilité au poinçonnement et à la rupture rotationnelle de notre remblai doit être effectuée.

## 2. CALCUL DE LA STABILITE AU POINÇONNEMENT

Dans ce cas, le sol de fondation est assimilé à une fondation superficielle filante, dont les bords seraient limités par le milieu de chacun des talus de remblai.

La contrainte apportée par le remblai est définie par :  $q = \gamma \times h$

Et le coefficient de sécurité F est donné par :

$$F = q_{\max} / q = (\pi + 2) C_u / \gamma h$$

$q_{\max}$  : pression maximale admissible sur le sol,  $q_{\max} = f(C_u)$  ;

$q$  : contrainte apportée par le remblai ;

$C_u$  : cohésion non drainée du sol compressible ;

$\gamma$  : Poids volumique du remblai ;

Lorsque le remblai est large vis à vis de l'épaisseur du sol compressible, MANDEL et SALENÇON ont proposé une solution dans laquelle la pression limite sur le sol de cohésion  $C_u$  s'exprime par :

$$q_{\max} = C_u \cdot N_c \text{ avec } N_c = f(B/h).$$

$B$  = largeur moyenne du remblai ;

$h$  = épaisseur du sol mou.

$N_c$  = coefficient de portance.

$H$  = hauteur du remblai.

Dans ce cas le coefficient de sécurité F est défini par :  $F = q_{\max}/q = C_u \cdot N_c / \gamma \cdot H$

### – Vérification au poinçonnement

La vérification est effectuée avec les résultats de laboratoire et In-situ, nous avons pris le cas représentatif de la couche compressible qui est le sondage **fc-502** son implantation se situe dans la zone la plus défavorable où l'épaisseur du remblai à réaliser sera importante (>10m).

# 10 ÉTUDE DE STABILITE DES TALUS

## – Caractéristique du remblai

Le profil choisi est celui représentant la hauteur maximale de remblai à réaliser selon le profil en long du tracé, mais avec un angle de talus de (1/1) qui représente le cas le plus défavorable car « lorsque la largeur du remblai diminue le poinçonnement augmente » en prenant les caractéristiques physico-mécaniques suivantes :

$$H_r = 10.80 \text{ m} \quad - \quad \gamma_r = 18 \text{ KN/m}^3 = 0.18 \text{ bar}$$

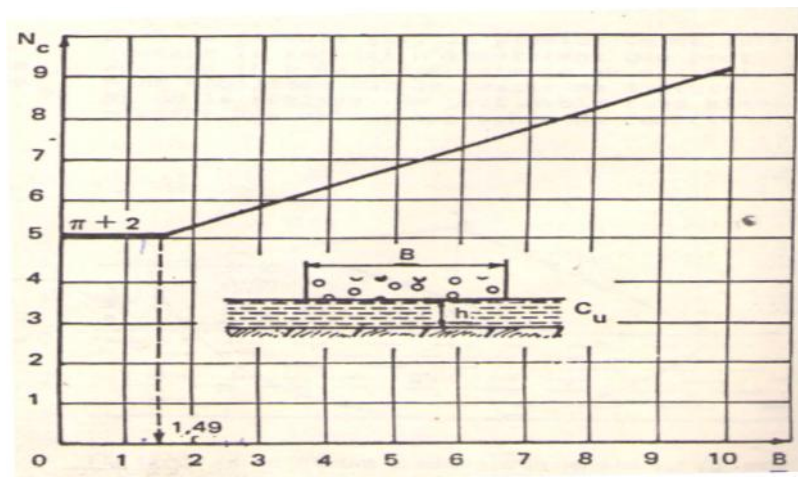
$$C_u = 1.3 \text{ bar} \quad - \quad h_c = 6 \text{ m}$$

$$\text{On a } F = (C_u \cdot N_c) / \gamma_r \cdot H_r \quad \text{tel que } N_c = f(B/H)$$

$$B/H = 44 / 10 = 4.4$$

$$\text{D'après l'abaque de SALENÇON et MANDEL : } B/H = 4.4 \Rightarrow N_c = 6.8.$$

$$F = (1,3 \times 6.8) / (0,18 \times 10.80) \Rightarrow F = 4.55$$



L'abaque de MANDEL et SALENÇON

## – Conclusion

Le facteur de sécurité calculé pour la zone qui représente le cas le plus défavorable ( $H > 10\text{m}$ ) est largement supérieur à 1.5, ce qui confirme que la hauteur du remblai (sans surcharge) est loin de provoquer une rupture par poinçonnement du sol de fondation.

# 10 ÉTUDE DE STABILITE DES TALUS

## 3. LA VERIFICATION DU GLISSEMENT DE REMBLAI

Analyse automatique de la stabilité des talus avec logiciel TALREN :

### 3.1- Présentation de logiciel du calcul

C'est un logiciel qui analyse la stabilité des terrains et détermine la surface de rupture potentielle. Il se base sur la méthode des tranches et donne un coefficient de sécurité pour l'ensemble des zone étudiées.

### 3.1.2- Résumé des données d'entrée et résultat de calcul

Les paramètres géotechniques et géométriques du remblai, et du sol support sont:

le remblai:  $C=20\text{KN/m}^2$ ,  $\varphi_R = 30^\circ$  et  $\gamma_R = 18\text{KN/m}^3$ .

Le sol support :  $C=18\text{KN/m}^2$ ,  $\varphi = 33.42^\circ$  et  $\gamma = 17\text{KN/m}^3$ .

#### – Vérification automatique

La méthode manuelle nous donne un premier avis sur ce que pourrait être l'angle de stabilité, mais en utilisant ce nouveau logiciel de calcul, il est possible d'obtenir plus de précision concernant cet angle.

#### – Vérification pour $H=10.81\text{m}$

La vérification faite en utilisant le logiciel TALREN pour le cas le plus défavorable.

Un angle de  $24^\circ$  nous donne un coefficient de sécurité très petit avec une base de talus très large. Pour remédier a cela nous avons procédé par itération jusqu'à atteindre un angle de  $26.56^\circ$  et un coefficient de sécurité convenable avec diminution de la quantité du remblai.

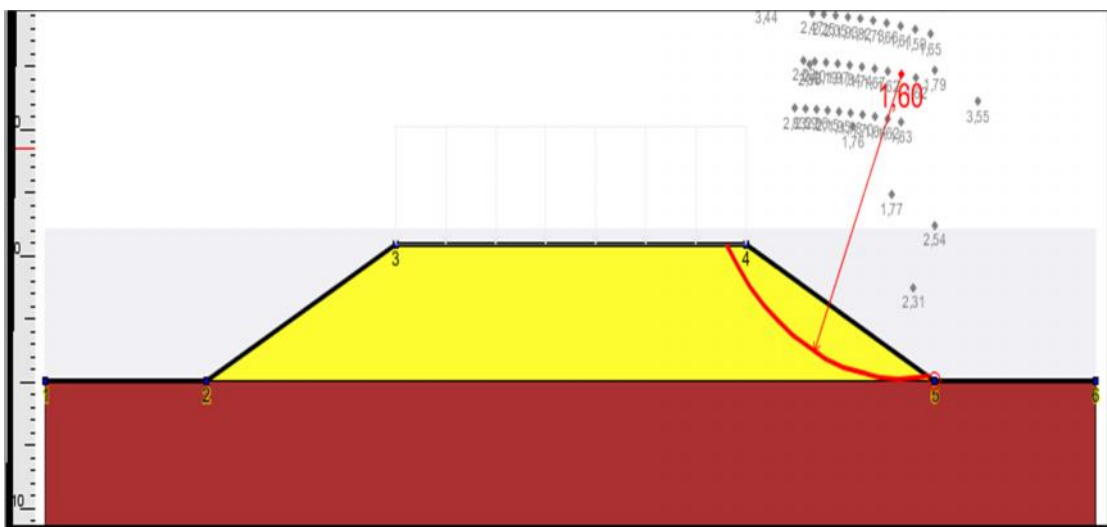


Figure 1 :Schémas représentant la pente du talus d'une hauteur de 10,8m

# 10 ÉTUDE DE STABILITE DES TALUS

Pour mieux assurer la sécurité au glissement et la diminution de la quantité du remblai nous avons mis en place des banquettes de talus de 2 m de largeur et de 4 m de hauteur, de tels façon que l'angle de la pente du talus augmente à  $33.7^\circ$ .

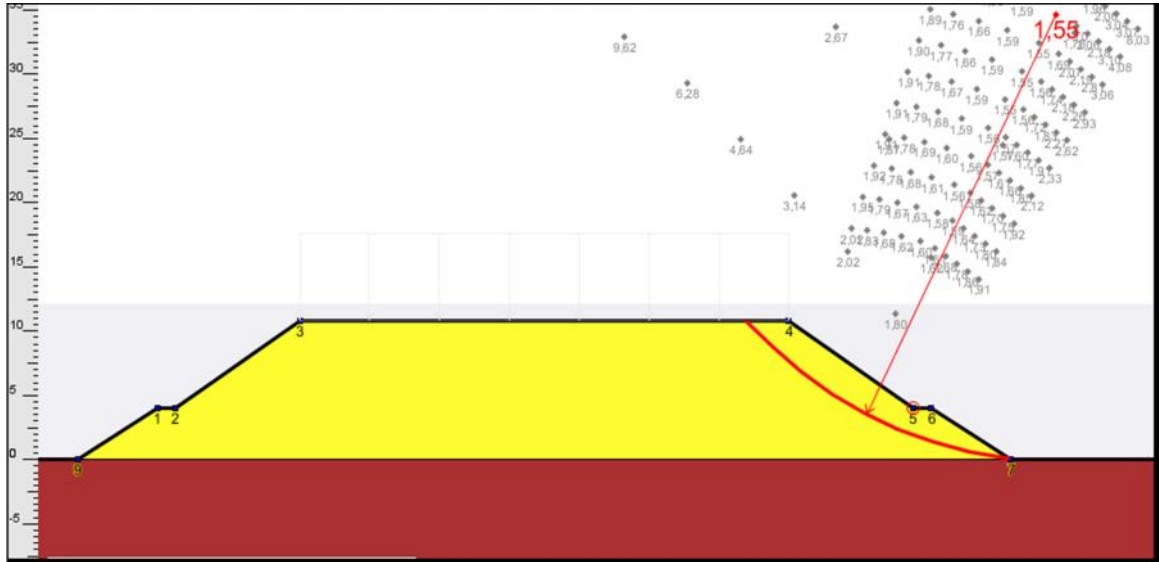


Figure 2 : Schéma représentant la pente du talus dans le cas d'ajout de banquettes

Le schéma suivant (Fig.4) présente un exemple de calcul pour déterminer la quantité du remblai économisée après la mise en place des banquettes

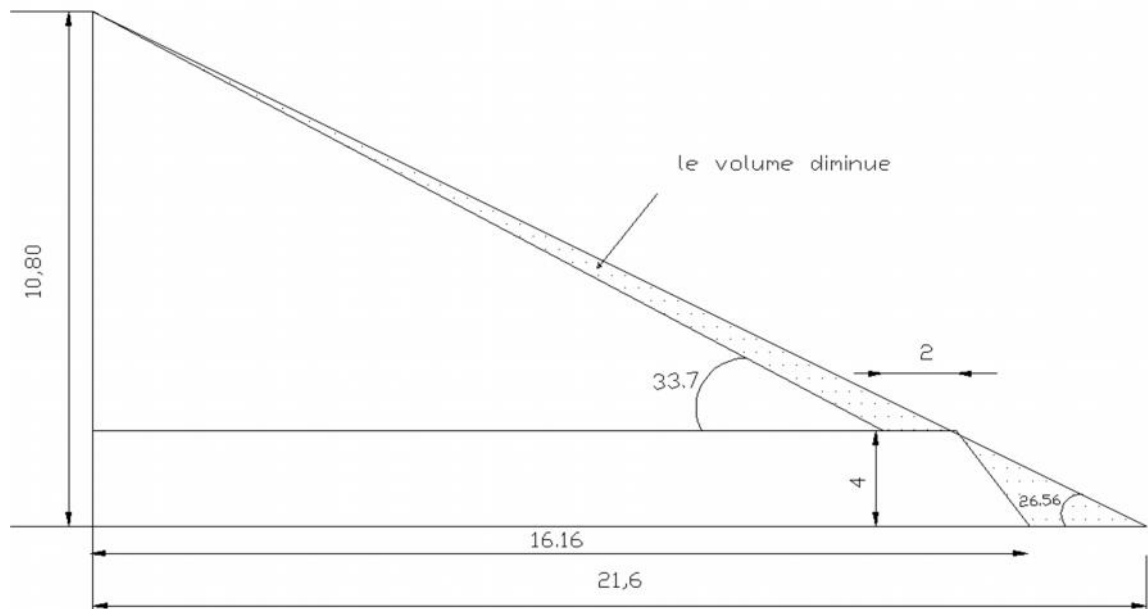


Figure 4

# 10 ÉTUDE DE STABILITE DES TALUS

## – Vérification pour $H < 4\text{m}$

Sachant que l'effet des banquettes de talus est inefficace pour les remblais d'une hauteur inférieure à 4,00 m, un calcul sans ces banquettes est à effectuer.

Le calcul de l'angle du talus en utilisant le logiciel TALREN, nous a permis d'obtenir un angle de  $33.7^\circ \Rightarrow$  une pente de 2/3, pour assurer la stabilité.

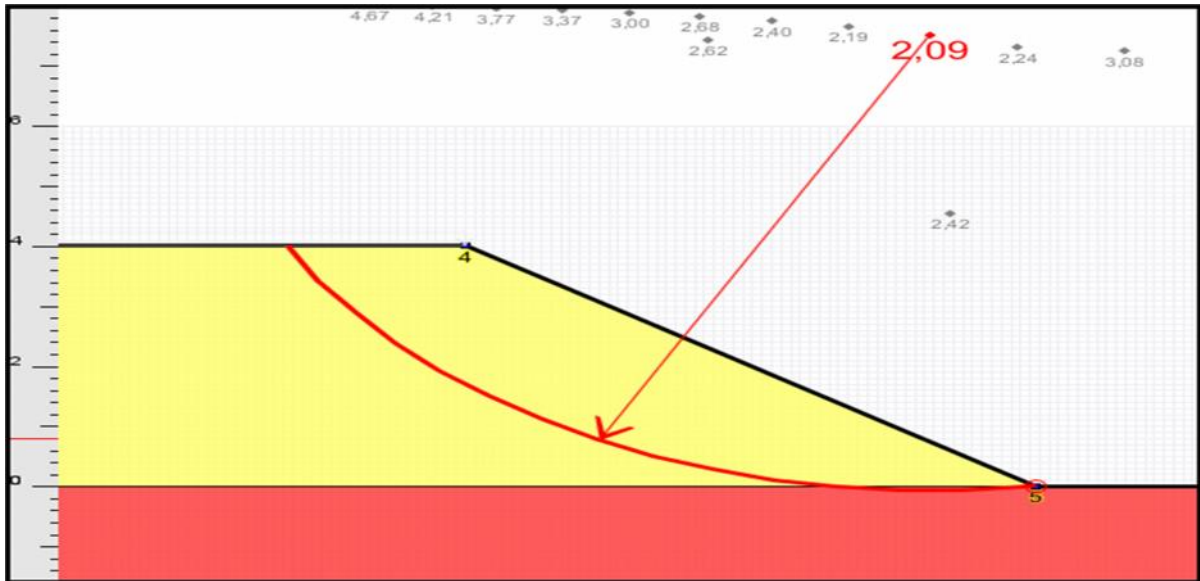


Figure 3

## 4. CONCLUSION

A l'aide de l'outil informatique (le logiciel : TALREN qui est basé sur l'analyse des méthodes Ordinaire, Bishop, Janbu, Morgenstern-Price), nous avons obtenu des résultats plus satisfaisants, un angle de talus égal à  $26,56^\circ$  et un coefficient de sécurité de 1,60.

Nous avons pu optimiser le profil de notre remblai et par conséquent procéder à une économie en terme de volume de matériaux à mettre en œuvre. Tel que l'angle du talus a été ramené à  $33.7^\circ$  avec l'adjonction d'une banquette de 2 m en berme d'une hauteur de 4 m.

Pour le cas d'un talus de déblai en a prévu de faire des banquettes de 2 m en berme d'une hauteur de 3 m tel que l'angle du talus a été pris à  $33.7^\circ$ .

Et en finale, nous avons choisi des espèces des plantes pour la plantation chaque famille de ces espèces a son emplacement, au talus on a choisi les arbustives et au pied de talus les arborescentes.

## 1. Introduction

La qualité d'un projet routier ne se limite pas seulement à l'obtention d'un bon tracé et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions extérieures et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds. En effet des gradients thermiques (pluie, neige, verglas...etc)

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques qui lui permettra de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie .

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

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

Pour cela, on appliquera les deux méthodes les plus appliquées en Algérie, à savoir :

- La Méthode CBR,
- La Méthode du catalogue de dimensionnement Algérien,

Par conséquent, on effectuera une analyse comparative des deux méthodes et le choix du corps de chaussée à adopter à notre projet sera retenu respectivement selon les critères géo-mécaniques et économiques.

## 2. METHODE DU CATALOGUE ALGERIEN

Les données de bases pour le dimensionnement de chaussée sont :

- Le trafic.
- La durée de vie.
- Les données climatiques.
- Le sol support de chaussée.
- Le risque de calcul considéré.
- Les caractéristiques des matériaux.

### 3. LES DONNEES CLIMATIQUES

Le dimensionnement de corps de chaussée s'effectue avec une température consistante, c'est-à-dire température équivalente  $\theta_{eq}$ , en tenant compte de cycle de variation de température de chaque année.

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

Donc on prend une température équivalente égale à 20°C, comme montré dans le tableau suivant :

Tableau 11.1 Choix des températures équivalentes

Température équivalente $\theta_{eq}$	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20°C	25°C	30°C

### 4. LE TRAFIC

#### 4.1 Détermination du type de réseaux principaux

D'après le catalogue on a la classification suivante :

$$TJMA_{2010} = 32418 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)}$$

**Donc** : le réseau principal est **RP1**.

#### 4.2 Détermination de la classe de trafic(TPLi)

Le trafic sera calculé et classifié avec les recommandations de «catalogue algérien du dimensionnement des chaussées neuves (version 2001)».

Le trafic évalué fourni par la DPN (direction du programme neuf) a été considéré comme équilibré (identique) dans les deux sens, soit **0.5**×le trafic par sens unique.

L'évaluation du trafic sur notre section s'exprime sous la forme :

On a :

- Le Pourcentage de poids lourds :  $Z = 7 \%$ .
- Taux de croissance de poids lourds :  $\tau = 3.24\%$ .
- $TJMA_{2009} = 31400 \text{ V/j}$ .
- $TMJA_{PL2009} = 0.07 \times 31400 = 2198 \text{ PL/j}$ .

- $TMJA_{PL2010}$  (mise en service) =  $2198 \times (1+0.0324)^1 = 2270$  PL/j.
- $TMJA_{PL2010} = 2270/2 = 1135$  PL/j/sens.

### a. répartition transversale du trafic

Nous avons une chaussée unidirectionnelle à 4 voies.

D'après le catalogue du dimensionnement algérien La répartition du poids lourd est de 80% sur la voie de droite la plus chargée.

Donc : Le calcul du trafic, selon la répartition transversale de la chaussée est :

$$TPL_{2010} = 1135 \times 0.8 = 908 \text{ (PL/j/sens)}$$

Tableau 11.2  $TLMA_{PL}$  (v/j/sens) de la voie la plus chargée

Année représentée	Taux PL(%)	TPL (PL/j/sens)
2010	<b>3.24</b>	<b>908</b>
2015	<b>2.83</b>	<b>1065</b>
2020	<b>3.60</b>	<b>1224</b>
2025	<b>3.60</b>	<b>1461</b>

Exemple de calcul :

$$TPL_{2015} \text{ (PL/j/sens)} = 908 \times (1+0.0324)^5 = 1065 \text{ PL//j/sens}$$

### b. Le trafic cumulé de poids lourd(TCi)

Le TCi est le trafic de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vue) est donnée par la formule suivante :

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

Puisque nous avons un taux de croissance (PL%) variable donc il faut calculer le trafic de poids lourd cumulé de chaque période.

Tableau 11.3 Nombre cumulé PL TCi

Période	Taux de croissance PL(%)	TJMA <sub>PL</sub> (V/J/sens) de l'année de référence	Nombre cumulé PL TCi ( $\times 10^6$ )
2010-2015	3.24	908	1.768
2015-2020	2.83	1065	2.056
2020-2025	3.60	1224	2.401
2025-2030	3.60	1461	2.865
$TC_{2030} = \sum TC_i$			<b><math>9.09 \times 10^6</math> PL/J/sens.</b>

### - Exemple de calcul

$$TCi_{2015} = 908 \times 365 \times \frac{(1+0.0324)^5 - 1}{0.0324} = 1.768 \times 10^6 \text{ PL/J/sens}$$

Pour la vérification, compte tenu que l'intervalle du temps est le même et vu que les taux sont différents, on peut utiliser le taux moyen pour le calcul simplifié du trafic cumulé sur la durée de vie de l'ouvrage à savoir :

$$(\% = \sum_i = 3.31) \Rightarrow \text{TC}_i = 908 \times 365 \times \frac{(1+0.0331)^{20}-1}{0.0331} = 9.192 \times 10^6 \text{ PL/j/sens}$$

**c. Le trafic cumulé équivalent (TCEi) :**

Il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

$$\text{TCE}_i = \text{TC}_i \times A$$

**A** : coefficient d'agressivité é de poids lourd par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes. En fonction de réseau principal **RP<sub>i</sub>**.

Tableau 11.4 Valeur de coefficient d'agressivité A (fascicule N° 2)

Niveau de réseau principal(RP <sub>i</sub> )	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP <sub>1</sub>	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB /Tuf, GB/GC	0.6
	Chaussées à matériaux traités au liants hydraulique : GL/GL, BCg / GC	1

D'après le tableau de «catalogue du dimensionnement algérien») Le coefficient **A = 0.6**.

$$\text{Donc : TCE}_{i 2030} = 9.090 \times 10^6 \times 0,6 = 5.454 \times 10^6 \text{ PL/J/sens}$$

**d. La classe de trafic**

D'après la classification du catalogue de dimensionnement nous sommes dans un réseau principal de classe 1 pour un TPL<sub>5</sub> « entre 600 et 1500 » voir le tableau ci-dessous.

TPL= 908 (PL/j/sens).  $\longrightarrow$  La classe de trafic est **TPL<sub>5</sub>**.

Tableau 11.5 Classe TPL<sub>i</sub> pour RP1 (fascicule N° 1)

TPL <sub>i</sub>	TPL <sub>3</sub>	TPL <sub>4</sub>	TPL <sub>5</sub>	TPL <sub>6</sub>	TPL <sub>7</sub>
PL/j/sens	150-300	300-600	<b>600-1500</b>	1500-3000	3000-6000

### e. Le risque de calcul

D'après le catalogue de dimensionnement algérien nous avons un risque de **10%**.

Tableau 11.6 Risque adopté pour le réseau RP1

	CLASSE DE TRAFIC	TPL3	TPL4	<b>TPL5</b>	TPL6	TPL7
RISQUE (R%)	GB/GB GB/GNT	20	15	<b>10</b>	5	2

## 5. DETERMINATION DE LA PORTANCE DE SOL-SUPPORT DE CHAUSSEE

### 5.1 Application au projet

Le sol doit être classée selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classes de sols:

CBR = 6 .D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de: **S3**

Tableau 11.7 Présentation des classes de portance des sols

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

### 5.2 Amélioration de la portance du sol support

Dans notre cas on a un sol de faible portance S3 pour RP1, alors l'utilisation d'une couche de forme d'épaisseur 40 cm en 2 couches de TUF permet un sur classement de portance du sol qui sera d'une classe S2.

Le tableau donne des indications sur le choix de la couche de forme :

Classe de portance de sol terrassé (s <sub>i</sub> )	Matériau de couche de Forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (s <sub>j</sub> )
< S4	Matériaux non traités	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	Matériaux non traités	35cm	S3
S4	Matériaux non traités	60cm (en 2 couches)	S2
<b>S3</b>	<b>Matériaux non traités</b>	<b>40 cm (en 2 couches)</b>	<b>S2</b>
S3	Matériaux non traités	70cm (en 2 couches)	S1

### 5.3 Choix des différentes couches constituantes de la chaussée

#### a. Proposition de la structure

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

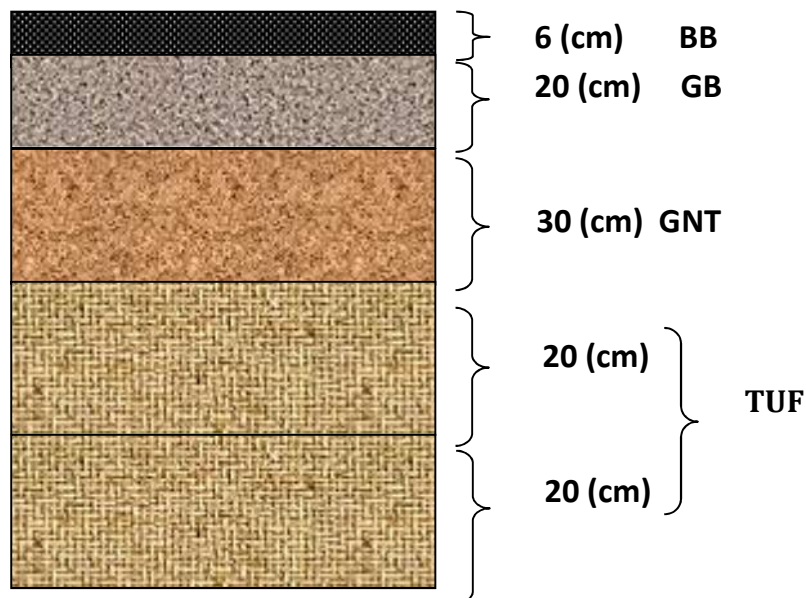
- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.

#### b. Choix de dimensionnement

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement moyen (3.31%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL5).

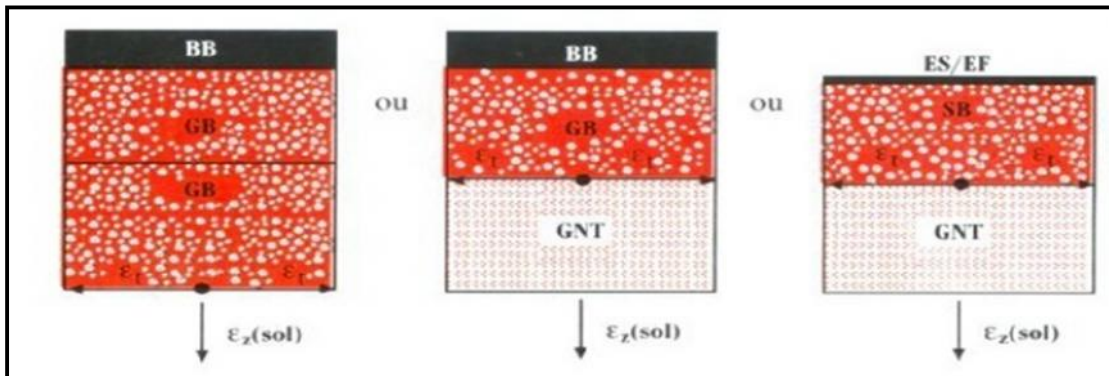
Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

- couche de roulement : BB « béton bitumineux » = 06 cm.
- couche de base : GB « grave concassé » = 20 cm.
- couche de fondation : GNT « grave non traité » = 30 cm.



### 5.4 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

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



$\epsilon_t$  : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.  
 $\epsilon_z$  : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

#### a. Calcul la déformation admissible ( $\epsilon_{z, adm}$ ) De sol support

La valeur admissible est donnée par la relation empirique déduit à partir d'une étude statique de comportement des chaussées algériennes.

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

#### - Application numérique de notre projet

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \times 10^{-3} \times (5,454 \cdot 10^6)^{-0.235} = 5,74 \cdot 10^{-4}$$

$$\epsilon_{z, adm} = 5,74 \cdot 10^{-4}$$

#### b. calcul de la déformation admissible de traction $\epsilon_{t, adm}$

La valeur admissible de tractions est donnée par la relation suivante :

$$\epsilon_{t, ad} = \epsilon_6(10^\circ \text{c}, 25\text{Hz}) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

$\epsilon_6(10^\circ \text{c}, 25\text{Hz})$  : déformation limite détenue au bout de  $10^6$  cycles avec une probabilité de rupture de 50% à  $10^\circ \text{C}$  et 25Hz.

$K$  : facteur lié à la température.

$K_{ne}$  : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

$K_r$  : facteur lié au risque et aux dispersions.

$K_c$  : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.

$$\text{Avec : } K_{ne} = (TCE_i / 10^6)^b, \quad K_r = 10^{-tb\delta}, \quad K = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}}$$

**b** : pente de la droite de fatigue ( $b < 0$ ).

**E(10°C)** : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.

**E(θ<sub>eq</sub>)** : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée .

$$\delta : \text{La dispersion} / = \sqrt{Sn^2 + \left(\frac{C}{b} Sh\right)^2}$$

**SN** : dispersion sur la loi de fatigue.

**Sh** : dispersion sur les épaisseurs.

**C** : coefficient égal à 0.02.

**t** : fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté (r%).

$$\text{Finalement : } \epsilon_{t \text{ adm}} = \epsilon_6(10^\circ c, 25hZ) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times K_c.$$

### c. Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux sont données dans le tableau suivant :

Tableau 11.8 Performances mécaniques des matériaux bitumineux (fascicule 2)

Matériau	E (30°, 10HZ) (MPa)	E (25°, 10HZ) (MPa)	E (20°, 10HZ) (MPa)	E (10°, 10HZ) (MPa)	ε <sub>6</sub> (10°C, 25hZ) 10 <sup>-6</sup>
<b>BB</b>	2500	3500	4000	--	--
<b>GB</b>	3500	5500	7000	12500	100
Matériau	$\frac{C}{b}$	SN	S <sub>H</sub> (cm)	v	K <sub>c</sub> calage
<b>BB</b>	--	--	--	0.35	--
<b>GB</b>	6.84	0.45	3	0.35	1.3

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

- θ<sub>eq</sub> = température équivalent (θ<sub>eq</sub> = 20c°) => E (20°, 10HZ)=7000 MPa.
- Classe de trafic (T<sub>PL5</sub>).
- Risque adopté pour le réseau RP<sub>1</sub> et la classe du trafic T<sub>PL5</sub> (r%=10).
- C : coefficient égal **0.02**
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc (t = - 1.282).

$$\delta = \sqrt{Sn^2 + \left(\frac{C}{b} Sh\right)^2} \quad \Rightarrow \quad \delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2} \quad \Rightarrow \quad \delta = 0.609.$$

**A.N.:**  $\epsilon_{t,adm} = \epsilon(10^\circ C, 25Hz) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb} \times K_c.$

**d. Déformation admissible de traction**

$$t_{adm} = 100 \times 10^{-6} \times (5.454 \times 10^6 / 10^6)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(1.282 \times 0.609 \times 0.146)} \times 1.3$$

$\epsilon_{t,adm} = 1.04 \times 10^{-4}$

**e. Résultats de calcul par Alize III**

Tableau 11.9 Comparaison des déformations admissibles

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par Alizé III
$t_{adm} = 1,04 \cdot 10^{-4}$	$t = 0,779 \cdot 10^{-5}$
$z_{adm} = 5,74 \cdot 10^{-4}$	$z = 1,19 \cdot 10^{-4}$

```

2012
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 4
*****
* Z * EPSILON T * SIGMA T * EPSILON Z * SIGMA Z *
*****
* .00 * .437E-04B * .612E+01B * -.270E-04C * .662E+01A *
* E= 40000. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* H1= 6.00 * * * * *
* 6.00 * .162E-04C * .399E+01B * -.219E-04C * .619E+01B *
* COLLE * * * * *
* 6.00 * .162E-04C * .449E+01B * -.257E-04C * .619E+01B *
* E= 70000. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* H2= 20.00 * * * * *
* 26.00 * -.779E-05B * .176E+00B * .225E-04A * .169E+01B *
* COLLE * * * * *
* 26.00 * -.779E-05B * .176E+00B * .225E-04A * .169E+01B *
* E= 70000. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* H3= 30.00 * * * * *
* 56.00 * -.334E-04C * -.345E+01C * .340E-04C * .411E-01C *
* COLLE * * * * *
* 56.00 * -.334E-04C * .730E-02B * .119E-03C * .411E-01C *
* E= 300. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* H4= INFINI * * * * *
*****
* D * 38.73MM/100 * * R*D *
* R * 1726.41M * * 66862.23M*MM/100 *
*****
MODULES ET CONTRAINTES EN BARS
    
```

## 6. METHODE DE C.B.R (CALIFORNIA – BEARING – RATIO):

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

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

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

Avec:

- **e**: épaisseur équivalente
- **I**: indice CBR (sol support)
- **N**: désigne le nombre journalier de camions de plus 1500 kg à vide
- **P**: charge par roue  $P = 6.5 \text{ t}$  (essieu 13 t).

Pour notre cas :

- $I_{\text{CBR}} = 10.6$
- $N = \text{TPL}_{2030} = 1461 \text{ PL/j/sens}$
- $P = 6.5 \text{ t}$

$$\text{Donc : } E_{\text{totale}} = \frac{100 + \sqrt{6,5} \left[ 75 + 50 \log \left( \frac{1461}{10} \right) \right]}{6 + 5} \Rightarrow \mathbf{E_{\text{Totale}} = 50 \text{ cm}}$$

### – L'épaisseur équivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$\mathbf{E_{\text{equivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3}$$

Où:

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches.

$a_1, a_2, a_3$  : coefficients d'équivalence

Tableau 11.10 Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

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

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :  $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 50 \text{ cm}$ .

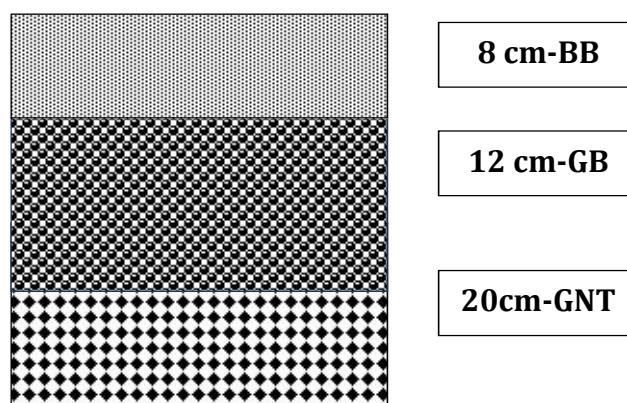
Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3<sup>ème</sup>

- Couche de roulement en béton bitumineux (B.B) :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 8 \text{ cm}$ .
- Couche de base en grave bitume (G.B) :  $a_2 \times e_2 = 1.2 \times 12 \text{ cm}$ .

Donc L'épaisseur de la couche de fondation  $e_3$  en (GC) est :

$$e_3 = \frac{35.45 - e_1 a_1 - e_2 a_2}{a_3} = \frac{35.45 - 2 \times 6 - 1.2 \times 10}{1} = 20 \text{ cm}$$

On prend :  $e_3 = 20 \text{ cm}$



## 7. CONCLUSION

L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants:

Tableau 11.11

indice C.B.R	Méthode	
	C.B.R	catalogue
10.6	8BB+12GB+20GNT	6BB+20GB+30GNT

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes et différentes selon l'indice portant du sol support.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes

- Augmentation de la longévité de la route
- Augmentation de la longévité de la route
- Un meilleur comportement à l'orniérage

Donc La structure est de : **6BB + 20 GB +30 GNT** est La structure retenue.

## 1. INTRODUCTION

« **L'autoroute vaut ce que vaut son assainissement** », en effet sous toutes leurs formes, météorologiques ou superficielles, les phénomènes de ruissellement constituent une des causes premières des dégradations rencontrées sur la chaussée.

L'assainissement routier se divise en deux principaux volets; le premier concerne le drainage des eaux de la plateforme autoroutière; le deuxième concerne le rétablissement des écoulements naturels des bassins versants interceptés par l'infrastructure autoroutière :

-L'assainissement de la plateforme autoroutière consiste à drainer les eaux hors de celle-ci et les évacuer dans les meilleures conditions de sécurité pour les usagers grâce à un ensemble d'ouvrages formant le réseau.

-Le rétablissement des écoulements naturels consiste à assurer la continuité de l'écoulement vers l'aval des eaux des bassins versants naturels franchis par l'infrastructure à travers des ouvrages suffisamment dimensionnés.

## 2. LES DEGRADATIONS PROVOQUEES PAR LES EAUX

### Pour les chaussées

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées)

Affaissement



- Dés enrobages
- Décollement des bords (affouillement des flancs)

Désenrobages.



# 12 ASSAINISSEMENT

## Pour les talus

- Glissement



- Erosion
- Affouillements du pied de talus.

### 3. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).

- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

### 4. SYSTEME DE DRAINAGE LONGITUDINAL

Le système de drainage longitudinal de l'autoroute, soit le système de fossés en parallèle à l'autoroute, doit être conçu de manière à assurer la sécurité à long terme de l'autoroute et de ses composantes, de même que des ouvrages de drainage et de protection contre l'érosion.

Le drainage longitudinal comprend des fossés ouverts (fossés de crête, fossés de déblai, fossés au bas des talus de remblai, fossés de bermes, fossés de terre-plein central (TPC)), Un drain collecteur et des drains perforés.

#### – Sections en remblai de hauteur inférieure à 4m :

Lorsque la hauteur de remblai est inférieure à 4m, la surface du talus n'est pas sujette à l'érosion par les eaux superficielles sur la chaussée qui sont drainées par des dispositifs d'assainissement de la plate-forme jusqu'au secteur en dehors de la plate-forme.

## 12 ASSAINISSEMENT

### – Sections en remblai d'une hauteur supérieure ou égale à 4m :

Pour les sections en remblai d'une hauteur supérieure à 4m, il est prévu des gargouilles de 40cm×10cm à chaque 25m le long du GBA (glissière en béton adhérent), qui seront raccordés aux descentes d'eau. Les eaux pluviales sur chaussée seront évacuées dans les fossés de pied de remblai par des descentes d'eau. Voir le plan

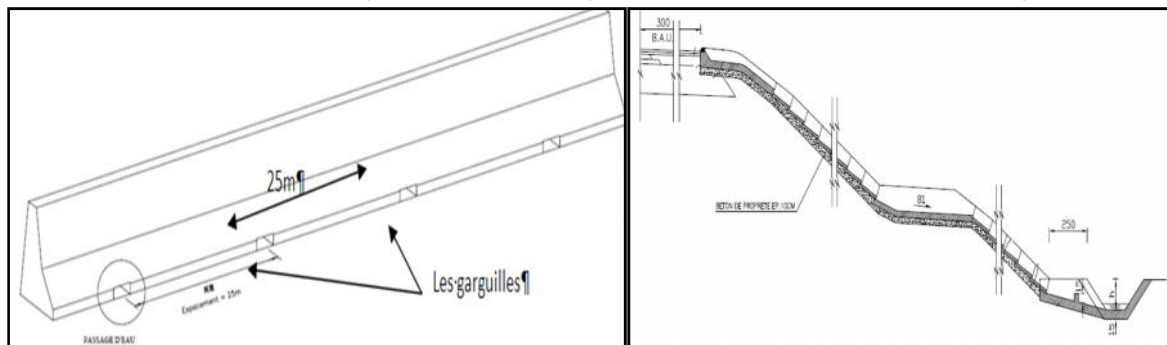


Schéma représente la descente d'eau

### – Sections en déblai de hauteur inférieure à 4m :

Lorsque la hauteur de déblai est inférieure à 4m, les fossés de déblai sont situés dans des coupes de déblai entre la zone de sécurité de la route et la pente de déblai. Les fossés de déblai servent à :

- Recueillir l'eau en surface de la chaussée, des accotements et des pentes de déblai pour l'acheminer vers un cours d'eau.
- Recevoir l'écoulement des fossés de crête pour l'acheminer vers un cours d'eau.

### – Sections en déblai d'une hauteur supérieure ou égale à 4m :

Lorsque la hauteur de déblai est supérieure à 4m, il est prévu fossés de crête. Ce type de fossés est situé à l'extérieur des limites des pentes de déblai. Ils sont conçus pour intercepter l'eau en surface atteignant l'emprise de la route et l'acheminer vers un cours d'eau, soit directement, soit par les fossés de remblai/déblai, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plateforme.

### – Assainissement du TPC :

Le fossé de terre-plein central est placé au centre de la bande médiane. Le fossé à une section triangulaire, revêtu du béton à l'intérieur. Le fossé recueille l'eau de la chaussée et du TPC et la déverse dans les puisards placés dans le TPC à intervalles fréquents. L'eau des puisards est amenée dans des regards et acheminée vers des cours d'eau au moyen d'un conduit collecteur placé sous le TPC.

## 12 ASSAINISSEMENT

### – Collecteur :

Un égout collecteur est placé sous le TPC pour évacuer l'eau du TPC par un système de puisards et de regards, Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constants.

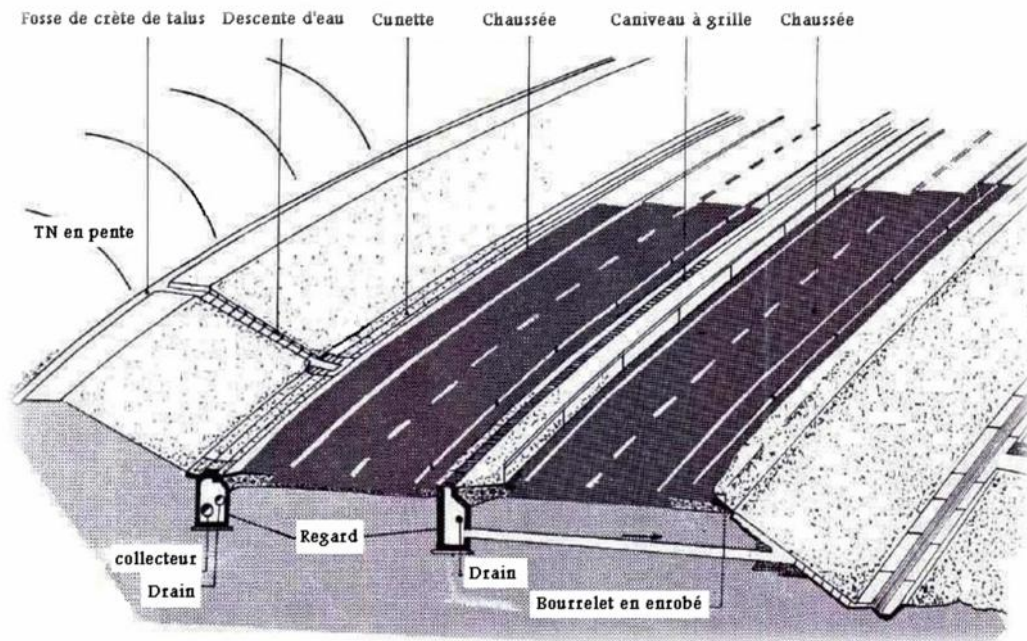


Schéma présenté les éléments du assainissement de chaussée

## 5. LE RESEAU DE LA PLATEFORME (Exemple du calcul)

### 5.1. L'estimation du débit de pointe

#### a. Hypothèses de calcul

- La période de retour pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de la plateforme est égale à 10 ans.
- L'intensité des averses est uniforme dans le temps et dans l'espace.
- La durée est égale au temps de concentration du bassin.
- Les bassins versants sont de petites superficies (inférieurs à 5 km<sup>2</sup>).
- La section transversale des fossés est de forme trapézoïdale (la plus utilisée en Algérie).

# 12 ASSAINISSEMENT

Le calcul se fait par la **méthode rationnelle** dont la formule s'écrit :

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

- $Q_a$  en ( $m^3/s$ ) : Débit de pointe de crue.
- $K$  : Coefficient de conversion des unités  $K = 0.278$ .
- $C$  : Coefficient de ruissellement.
- $I_t$  en ( $mm/h$ ) : Intensité moyenne de l'averse décennale.
- $A$  en ( $km^2$ ) : Superficie du bassin versant.

## b. Données de projet

On cherche à dimensionner un fossé en béton de longueur  $L=450m$ , de pente  $I=0.1\%$ , de coefficient de rugosité de  $n=0.015$ .

Les caractéristiques des sous bassins versants concernées sont les suivantes :

Tableau. 12.1 Les données des sous bassins versants

S.B.V	Largeur(m)	Pente(%)
<b>Chaussée</b>	15	2.5
<b>B.A.U</b>	2.5	4
<b>Berme</b>	1.5	8
<b>Talus de déblai</b>	9.0	66.67

## c. Calcul des coefficients

### c.1. L'intensité moyenne ( $I_t$ )

Les données des averses de courte durée relatives à la zone d'étude ne sont pas disponibles. Une analyse de synthèse effectuée par l'ANRH a montré que, pour la région littorale, l'intensité des averses décennales pour une durée d'une heure est de **35mm/h**. La relation « intensité – durée – fréquence » permettant de calculer l'intensité des pluies inférieures d'une heure, se met sous la forme :

$$i_t = i_1 \times (t)^{-0.7}$$

Dans laquelle :

- $i_t$  : intensité de la pluie de durée  $t$  en heure ( $mm/h$ ).
- $I_1$  : intensité de la pluie de durée d'une heure de même fréquence égale à 35  $mm/h$ .
- $t$  : durée en heure.

L'intensité des averses décennales (10 ans) de courte durée déterminée selon l'expression ci-dessus peut être présentée comme suit :

## 12 ASSAINISSEMENT

Tableau 12.2 Intensité des averses décennales de courte durée

Durée (min)	Intensité (mm/h)
60	35.0
30	56.9
20	75.5
15	92.36
10	122.7

Pour le dimensionnement des fossés, on prend un temps de concentration égale à 15 min donc :  $i_t = 92.36$  mm/h

### c.2. Coefficient de ruissellement (C)

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après.

Tableau. 12.3 Les coefficients de ruissellements

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

### c.3. Surface des S.B.V (A)

La surface est égale à la largeur de SBV  $\times$  la longueur de fossé à dimensionner.

Tableau. 12.4 Les surfaces des sous bassins versants

SBV	A(HA)
(SBV1) Chaussée	$15 \times 450 = \mathbf{0,675}$
(SBV2) B.A.U	$2.5 \times 450 = \mathbf{0,113}$
(SBV3) Berme	$1.5 \times 450 = \mathbf{0,068}$
(SBV4) Talus du déblai	$9 \times 450 = \mathbf{0,405}$

**Remarque importante :** d'après SETRA: la formule  $Q_a = K.C. i. A$  est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes :

$Q_a$  en ( $m^3/s$ ) valable pour :  $i$  en (mm/h) ;  $A$  en ( $km^2$ ) ;  $K= 0.278$

Ou

$Q_a$  en (L/s) valable pour :  $i$  en (mm/h) ;  $A$  en (ha) ;  $K= 2.78$

## d. Calcul du débit équivalent

Tableau. 12.5 Le débit équivalent des bassins versants

SBV	A(HA)	C	I(%)	L(m)	$I_t$ (mm/h)	$Q_a$ (L/s)	$Q_a(m^3/s)$
(SBV1) Chaussée	0,675	0,95	2,5	450	92.36	164.64	0,165
(SBV2) B.A.U	0,113	0,95	4	450	92.36	27.56	0,028
(SBV3) Berme	0,068	0,40	8	450	92.36	6.98	0,007
(SBV4) Talus du déblai	0,405	0,30	66,67	450	92.36	31.19	0,031
<b>(SBV<sub>eq</sub>) Total</b>	<b>1.261</b>	<b>0.712</b>	<b>11.46</b>	<b>450</b>	<b>92.36</b>	<b>230.53</b>	<b>0,231</b>

## 5.2. Dimensionnement des fossés

Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, où il ya un grand espace, entre le PK 2+ 175 et PK 2+625 de longueur 450 m.

La hauteur des talus est important alors on prévoit des fossés en béton. Armé d'une forme trapézoïdale

### – Calcul du débit de saturation (QS):

#### La section mouillée :

$$S_m = bh + 2(eh/2).$$

Avec :  $1/\text{tg } \alpha = m$ , d'où :  $e = m.h$

$$S_m = bh + mh^2 \Rightarrow S_m = h(b + mh).$$

#### Le périmètre mouillé :

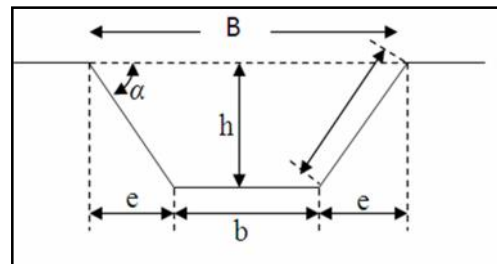
$$P_m = b + 2.B$$

$$\text{Avec : } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + hm^2} = h \sqrt{1 + m^2}$$

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

#### Le Rayon hydraulique :

$$R_h = S_m / P_m = h(b + mh) / (b + 2h \sqrt{1 + m^2}).$$



# 12 ASSAINISSEMENT

$$\begin{aligned} \text{On a } Q_s = Q_a &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S \\ &= \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times \left[ \left[ \frac{h(b+mh)}{b+2h\sqrt{1+m^2}} \right]^{2/3} \times h(b+mh) \right] \end{aligned}$$

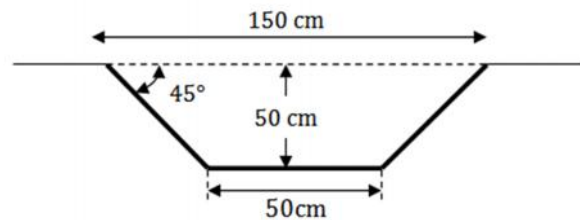
On pose :  $b=0.5$  m et Pour un angle de  $45^\circ \Rightarrow m=1$ .

Pour la pente hydraulique du fossé « I », on met :  $I=10^{-3}$  c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

$K_{ST}=\frac{1}{n}$ : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton collé sur place).

Donc on obtient la formule suivante :

$$\begin{aligned} H &= \left[ \frac{Q_a}{K_{St} \times b \times I^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1+2\sqrt{2} \times \frac{h}{b}]^{2/5}}{1+\frac{h}{b}} \\ H &= \left[ \frac{0.231}{70 \times 0.5 \times 0.001^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1+5.65 \times h]^{2/5}}{1+2h} \end{aligned}$$



D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur  $H=0.355$  m.

Pour des raisons de sécurité on prend un fossé standard ( $b=50$  cm,  $H=50$  cm,  $B=150$  cm).

## 6. SYSTEME DE DRAINAGE TRANSVERSAL

L'écoulement des bassins versants se draine à travers l'autoroute via des ponts, des dalots et des buses.

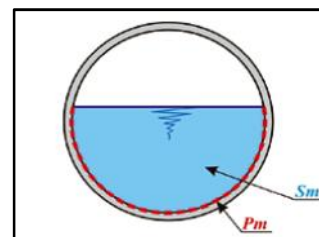
### 6.1. Dimensionnement des buses :

On a fait le dimensionnement des buses au PK 0+712, où nous avons un petit oued (drain) qui a un débit  $Q=1.76$  m<sup>3</sup>/s

Donc le débit de saturation devient la somme du : (débit de fossé Est (0.231 m<sup>3</sup>/s) + débit de fossé ouest (0.231 m<sup>3</sup>/s) + le débit de deux bassins (1 m<sup>3</sup>/s)

$$\text{D'où : } Q_T = 0.231 + 0.231 + 1.76 = 2.22/\text{s.}$$

Pour dimensionner les buses on prend  $Q_a = Q_s$



# 12 ASSAINISSEMENT

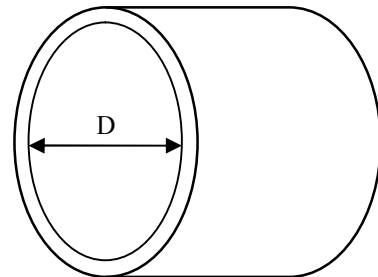
Tel que :  $Q_s = S \times K_{ST} \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$

- Section et périmètre mouillés

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

$$P_m = 1 \times D$$

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



Pour la pente hydraulique des buses « I », on met :  $I=2\%$  est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

$K_{ST}$ : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 80 (aux buses préfabriqués).

Nous avons :  $Q_a = 2.22 \text{ m}^3/\text{s}$ .

$$Q_s = Q_a = S \times K_{ST} \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$D = 2 \left[ \frac{Q \times 2^{2/3}}{1 \times K_{ST} I^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$D = 2 \left[ \frac{2.22 \times 2^{2/3}}{1 \times 80 (0.02)^{1/2}} \right]^{3/8} \approx 0,839 \text{ m.}$$

Alors : on prend des buses de diamètre **900** ou **1000 mm**. Selon la disponibilité dans le marché

## 6.2. Dimensionnement des dalots :

Pour le dimensionnement des dalots il faut que le débit rapporté par le bassin doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot Ce débit est donné par la formule de MANNING -STRICKLER :  $Q_s = S \cdot K_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

## 12 ASSAINISSEMENT

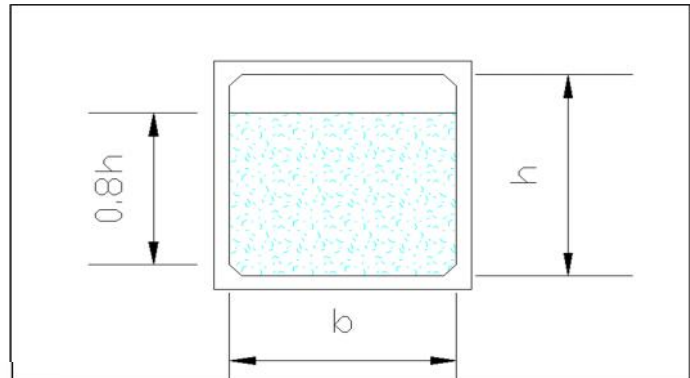
Dans notre site, nous n'avons le bassin versant au PK 03+875 qui a une surface  $S=12.42\text{Km}^2$  et un débit  $Q_a=24.1 \text{ m}^3/\text{s}$

Avec :

- $K_{ST}$  : pour les dalots (béton armé) nous avons pris un coefficient de rugosité égal à 70
- Pour les dalots, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

$$H_r = 0,80 H$$

$H$  : hauteur du dalot.



Donc :

$$\text{La section mouillée} : S_m = (0.8H) \times b$$

$$\text{Le périmètre mouillé} : P_m = 2 \cdot (0.8H) + b$$

$$\text{Le rayon hydraulique} : R_h = \frac{S_m}{P} = \frac{0.8H \times b}{1.6H + b}$$

$$\Rightarrow Q_s = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times (0.8H) \times b \times \left( \frac{0.8H \times b}{1.6H + b} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Donc: } Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A = Q_s = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times (0.8H) \times b \times \left( \frac{0.8H \times b}{1.6H + b} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Et par calcul itérative, on tire la valeur de  $h$  qui vérifie cette inégalité.

**AN :** On pose une pente longitudinale de l'ouvrage:  $I=0.1\%$

Et en fixant la largeur  $L=6 \text{ m}$

$$Q_a = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times (0.8H) \times L \times \left( \frac{0.8H \times b}{1.6H + b} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H = \frac{1}{0.8b} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot I^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} (1.6h + b)^{\frac{2}{5}}$$

D'après le calcul itérative, on tire la valeur de  $H = 2.13 \text{ m}$

## 7. TABLEAU RECAPITULATIF DES DALOTS ET BUSES :

Les résultats calculés dans le cadre de notre projet sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau.12.6                      Tableau récapitulatif des dalots et buses

OUVRAGE HYDRAULIQUE	PK	DIMENSIONS
<b>Dalots</b>	02+675	L=4m, h=2.1
	03+875	2x (L=5m, h=2.5)
	04+834	2x (L=3m, h=2)
	05+636	2x (L=5m, h=2.5)
	06+672	L=5m, h=2.3
	07+250	L=4m, h=2.3
	07+721	L=5m, h=2.1
	08+210	L=4m, h=2.1
	08+515	L=4m, h=2.1
<b>Buses</b>	0+712	Ø=1000 mm
	04+310	Ø=1200 mm
	06+135	Ø=1000 mm

## 1. INTRODUCTION

On appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation. Selon le cas, on distingue : pont-route, pont-rail, pont canal.

Ce chapitre présentera les types de l'ouvrage à concevoir pour franchir les obstacles existants (les routes, les pistes, les voies ferrées)

## 2. DESCRIPTION DES OUVRAGES

Les ouvrages ont été catégorisés selon la voie portée. Ainsi les ouvrages sont divisés en deux types, soit les passages supérieurs (l'autoroute franchit l'obstacle) ou le passage inférieur (le pont franchit l'autoroute). Les voies portées des passages supérieurs et inférieurs sont des chemins agricoles, wilaya, routes nationales et voie ferrée

## 3. LES VOIES DE RETABLISSEMENT

### 2.1 Généralités

Les passages dénivelés sont inférieurs ou supérieurs, selon la topographie existante, l'utilisation du sol, le profil en long de la route existante et la pente du terrain naturel. Il a aussi été pris en considération que la reconstruction ou le réalignement de la route transversale, afin de fournir un passage de 90 degrés, est souvent préférable à un ouvrage d'art en biais.

Pour réaliser la remise en service des voies, on a tenu compte des facteurs suivants :

- Les normes techniques, comme la classification de la route, la vitesse de référence, le tracé en plan et profil et les éléments du profil transversal, utilisées pour la conception de chaque catégorie de route,
- Le gabarit pour les passages inférieurs ou supérieurs, selon les normes algériennes, est au minimum de 5,25 mètres pour les routes et 6,35 mètres pour les voies ferrées;
- Les caractéristiques des ouvrages d'art

# 13 Ouvrage d'art

## 2.2 Présentation des ouvrages

### OA 01 ETOA 05

#### Passage supérieur sur CW30 (chemin agricole)

##### -SITUATION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage 02 est composée par deux ponts séparer (indépendant l'un de l'autre).C'est un passage supérieur au niveau du PK1+820(8+880) suivant un biais de 83.33(95.4) grades.

##### -DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

- Pont portique
- Tablier de portée totale 21(15) m
- Largeur de tablier est de 16.5m chacun
- Gabarit de 5.25 m

L'infrastructure de l'ouvrage est constituée de deux culées reposantes sur des fondations profondes.

### OA 02

#### Passage supérieur sur voie ferrée

##### -SITUATION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage 02 est composée par deux ponts séparer (indépendant l'un de l'autre).C'est un passage supérieur au niveau du PK1+980suivant un biais de 80.2 grades. Il permet le franchissement d'une voie ferrée.

##### -DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

- Pont portique en béton armé
- Tablier de portée totale 21 m
- Largeur de tablier est de 16.5m chacun
- Gabarit de 6.35 m

L'infrastructure de l'ouvrage est constituée de deux culées reposantes sur des fondations profondes

## OA 03 ET04

### Passage inférieur Rétablissement d'une RN04(CW92)

#### -SITUATION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage 04 C'est un passage inférieur qui croise l'axe de l'autoroute au niveau du PK 3+240(6+260) suivant un biais de 73.4(75) grades. Il permet le franchissement d'une route nationale

#### -DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Il est composé de :

- Un pont de deux travées de portée de 21m chacune, et une la largeur de 10.5m, Le gabarit minimum à respecter est de 5.25 m
- L'infrastructure de l'ouvrage est constituée de pile et deux culées reposants sur des fondations profondes.

# 14 Conception de l'échangeur

## 1. DEFINITION DE L'ECHANGEUR

L'échangeur est un ouvrage permettant d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquent des pertes de temps.

**On distingue :**

- Les bifurcations ou nœuds qui assurent les liaisons entre voies de type "autoroute"
- Les diffuseurs qui relient l'autoroute à la voirie ordinaire.

Pour notre cas : l'échangeur relie l'autoroute EST-OUEST à la **Route Nationale 04**  
Donc on a un **diffuseur**

## 2. BUT DE L'ECHANGEUR

Cet échangeur assure la liaison de l'AEO avec la ville d'ORAN, via la route nationale 04. Les mouvements principaux de circulation dans cet échangeur sont dans le corridor AEO-Oran, dans les deux directions, ainsi que le corridor AEO-Sig-Mascara, dans les deux directions. D'où la conception finale s'agit d'un diffuseur à quatre(4) bretelles

## 3. ELEMENTS DE L'ECHANGEUR

Tout échangeur quelque soit son importance, sa classe ou sa forme, est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

- L'ouvrage d'art (pont)
- Les Carrefour (s) plan (s).
- Les bretelles.

# 14 Conception de l'échangeur

## 4. LES DIFFERENTS TYPES D'ECHANGEURS

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et d'étendue aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types donnant des formes plus complexes. Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- Echangeur majeur : raccordement autoroute- autoroute.
- Echangeur mineur : raccordement autoroute - route.

### – Echangeurs majeurs :

L'échangeur majeur raccordement entre autoroute et autoroute sans qu'il y a de cisaillement dans les deux autoroutes à raccorder sont :

- Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.

### – Echangeur mineur :

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », les schémas concernant par le raccordement sont :

- Losange.
- Demi-trèfle.
- La trempette.

## 5. CHOIX DE L'ECHANGEUR

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés « Avantages, Inconvénients » et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adoptée au cas qui se présente.

### a. Variante(I) Type demi –trèfle avec deux carrefours en T

Comporte deux boucles et deux diagonales et un carrefour à niveau sur la Route secondaire, il est envisagé de préférence au schéma de type losange dans le cas en particulier d'une distribution nettement dissymétrique des trafics d'échange dans la mesure de possible utilisation des boucles en voies d'entrée ce qui améliore les conditions de visibilité et de sécurité

Généralement on a deux types de demi-trèfle :

- Demi-trèfle symétrique.
- Demi-trèfle asymétrique

# 14 Conception de l'échangeur

## Les avantages

- Coût de réalisation moins élevé (un seul pont).
- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace.

## Les inconvénients

- Amélioration des conflits entre les véhicules.
- Imposer à une partie de véhicules circulant sur un grand itinéraire des arrêts des attentes et des démarrages.
- Accidents impliquant un véhicule tournant à gauche heurté par un véhicule en mouvement direct venant en sens inverse.

### b. Variante (II) Trompette avec un giratoire

Utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches il comporte :

- Alignement droit commun à toutes les bretelles.
- Une boucle « entrée ou sortie ».
- Une diagonale de sortie.

## Les avantages

- Faciliter d'insertion d'un grand nombre de branches.
- Modération de la vitesse.
- Amélioration des nuisances

## Les inconvénients

- Crée un autre pont.
- Coupe la route d'une chaussée séparée qui diminué la fluidité de circulation

### c. Conclusion

Pour relier ces deux axes routiers nous avons choisis un échangeur mineur de type **Trompette** pour les raisons suivantes :

- L'échangeur trompette assurer une bonne sécurité aux usagers et offrant une bonne visibilité.
- Pour éviter les contraintes existantes

# 14 Conception de l'échangeur

## 6. VITESSE DE REFERENCE

La vitesse de référence de notre projet est de **120** kilomètres par heure, pour cela nous recommandons une vitesse de référence de **50** kilomètres par heure pour les bretelles. Une vitesse de conception élevée dans les bretelles augmente la fluidité de la circulation dans l'échangeur mais augmente aussi les coûts de construction et nécessite une superficie supérieure pour implanter l'échangeur (rayons plus longs). Par contre, les utilisateurs de l'autoroute qui circulent à des vitesses supérieures à 120Km/h peuvent trouver inconfortable une décélération prononcée jusqu'à une vitesse basse de 50km/h dans les bretelles.

## 7. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES BRETelles

Pour les diffuseurs, généralement, les bretelles sont à **1** voie (d'après l'ICTAAL 2000).

### 7.1 Tracé en plan d'une bretelle

#### a. Valeurs limites des rayons

Tableau. 13.1 Valeurs limites des rayons du tracé en plan

		<b>1 voie sortie</b>	<b>1 voie boucle</b>
Rayon minimal	<b>Rm (m)</b>	40(7%) et 100(le premier rayon rencontré)	40 (7%)
Rayon minimal non déversé	<b>Rnd (m)</b>	300	
Rayon maximal dans la partie circulaire des boucles(m)		----	60
Dévers entre Rnd et Rm	<b>d (m)</b>	$d = (675/R) + 0.25$ entre 300 et 100	-----

– Dans une courbe de rayon inférieur à **100** m, une surlargeur de **50/R** par voie est à introduire à l'intérieur de la courbe. Préconisé

#### b. Enchaînement des éléments du tracé en plan

- Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par des arcs de clothoïdes.
- Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition :  
 $R_1 \geq 2R_2$ , où  $R_1$  et  $R_2$  notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées dans le sens de circulation sauf si  $R_1 > 1.5R_{nd}$  et si  $R_1 > R_2$ .
- Deux courbes successives de même sens doivent être séparées par un alignement droit de longueur correspondant à **3s** à la vitesse autorisée hors clothoïdes.

# 14 Conception de l'échangeur

## c. Raccordement progressif

Pour les bretelles à une voie ou les branches, une courbe circulaire de rayon inférieur ou égal à  $1.5R_{nd}$  (450m) est encadrée par deux arcs de clothoïde dont la longueur est égale à la plus grande des deux valeurs :  $6R^{0.4}$  et  $7|\Delta\delta|$  ; où  $R$  note le rayon de courbure (en m), et  $\Delta\delta$  la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

Toutefois si cette condition est trop contraignante, on pourra limiter son application aux courbes de rayon inférieur ou égal à  $R_{nd}$  (300m).

Pour les courbes à droite, c'est toujours  $6R^{0.4}$  qui est la plus grande sauf pour les rayons compris entre 40m et 65m.

Pour les courbes à gauche, pour les rayons compris entre 40m et 170m c'est  $7|\Delta\delta|$  et au-delà c'est  $6R^{0.4}$  qui est la plus grande.

## 7.2 Zones de décélération et d'accélération

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

### a. La zone de décélération

Les sorties à 1 voie c'est le cas le plus courant pour les **diffuseurs**.

Le dispositif de sortie comporte successivement :

- une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m ;
- une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de  $1,5 \text{ m/s}^2$ .

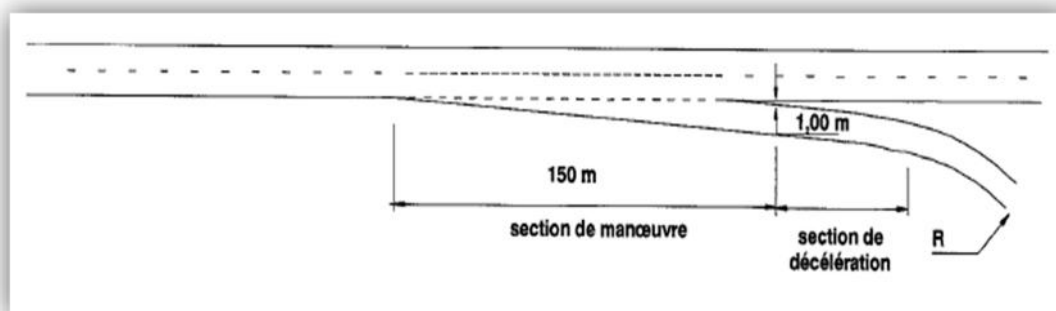


Fig. 13.1 La zone de décélération

# 14 Conception de l'échangeur

## b. La zone de d'accélération

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s<sup>2</sup>.
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m.
- Un biseau long de 75 m.

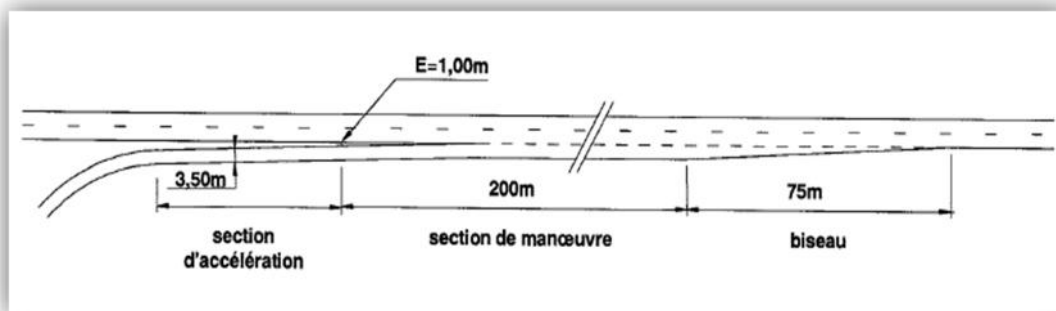


Fig. 13.2 La zone de d'accélération

## 7.3 Profil en long d'une bretelle

Tableau. 13.2 Les valeurs limites des paramètres du profil en long

déclivité maximale	6 %
rayon minimal en angle saillant	1 500 m
rayon minimal en angle rentrant	800 m

## 7.4 Profil en travers d'une bretelle

### a. Largeur des bretelles

Tableau. 13.3 Largeurs des composantes du profil en travers

Chaussée	unidirectionnelle	3,50 m+S
	Bidirectionnelle	7,00 m+ S
B.D.D.		2,00 m
B.D.G.		0,50 m

Avec une surlargeur en courbe (par voie) :  $S = 50/R$  pour  $R < 100$  m

# 14 Conception de l'échangeur

## b. Pente transversale d'une bretelle

Le profil d'une chaussée bidirectionnelle est constitué de deux versants plans raccordés sur l'axe, celui d'une chaussée unidirectionnelle d'un seul versant. Les bandes dérasées ont la même pente transversale que la voie adjacente.

Tableau. 13.4 Dévers de la chaussée

Elément	Rayons (m)	Valeur du dévers
Alignement ou rayon $\geq R_{nd}$	$300 \leq R < \infty$	2.5 % orientés vers la droite
Rayon déversé $R < R_{nd}$	$100 < R < 300$	Variation en $1/R$ entre 2.5 % (R300) et 7 % (R100)
	$R \leq 100$ m	7 %

## Profils en travers types des bretelles

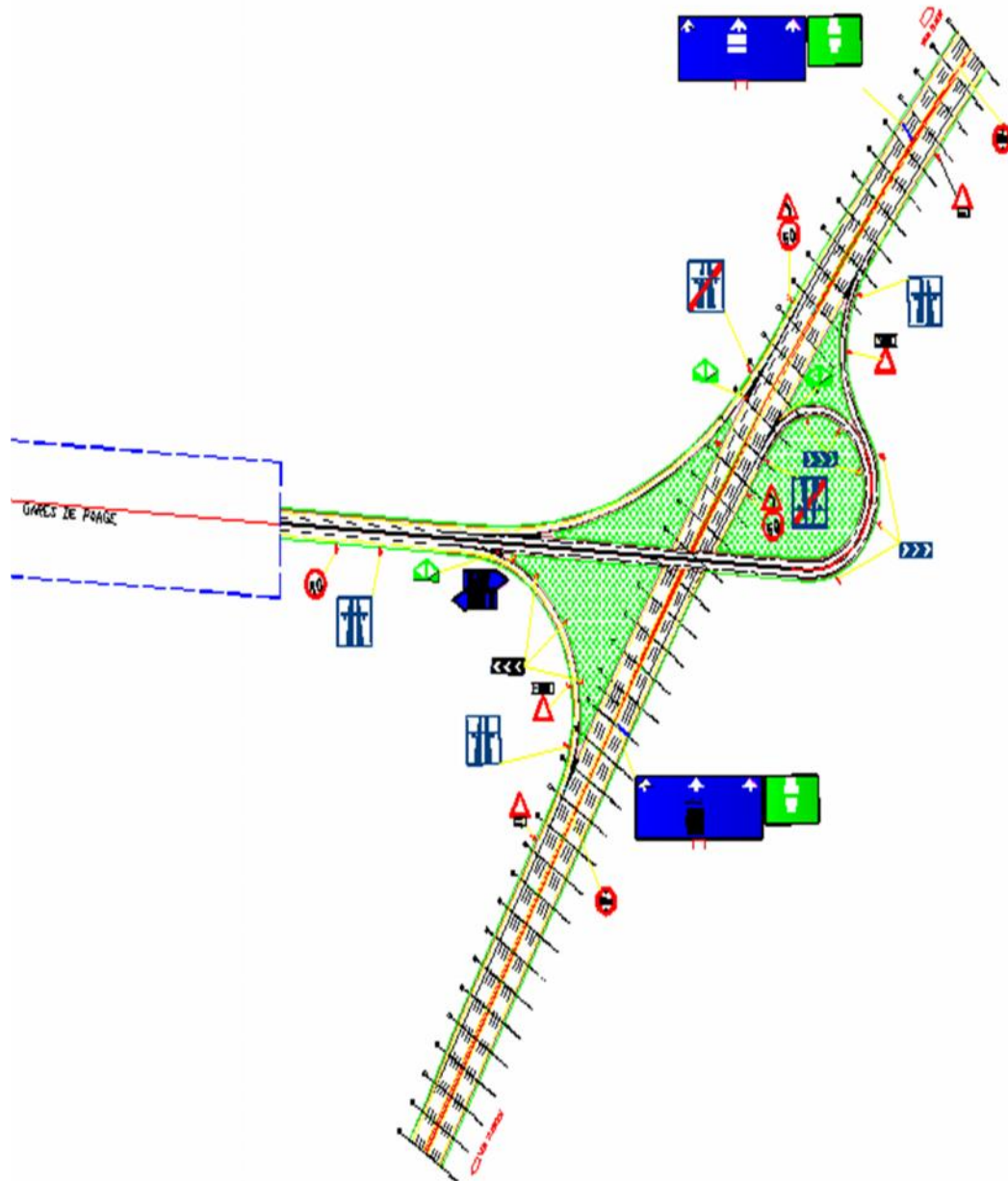
Tableau. 13.5 Bretelle unidirectionnelle à une voie

Berme	BDG	Chaussée	BDD	Berme
1.00	0.50	3.50 + S	2.00	1.00

Tableau. 13.6 Bretelle bidirectionnelle à 2 voies

Berme	BDD	Chaussée	BDG	BM	BDG	Chaussée	BDD	Berme
1.00	2.00	3.50 + S	0.50	0.50	0.50	3.5.00 + S	2.00	1.00

# 14 Conception de l'échangeur



## 1. INTRODUCTION

Ce chapitre traite des installations reliées à la sécurité du trafic, aux opérations autoroutières et aux informations pour les usagers.

La signalisation routière est un moyen de communication avec les usagers.

Bien signaler c'est bien communiquer.

Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière.

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

## 2. SIGNALISATION HORIZONTALE

La signalisation horizontale a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation ou à certaines catégories d'usages.

Le rôle essentiel de ce type de signalisation est de délimiter les voies de circulation afin d'augmenter la sécurité routière, et de compléter la signalisation verticale.

### 2.1 Catégories de marques de chaussée

a. Lignes longitudinales :

- Continues, de largeur variable.
- Discontinues, de largeur et modulation variables.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité " u "

Les valeurs de U sont :

U = 7,5 cm     Sur l'Autoroute et les bretelles des diffuseurs, des nœuds autoroutiers et D'entrée/sortie sur aires.

U = 6 cm     Sur les bretelles de sortie de l'Autoroute après les péages, sur les bretelles D'entrée de l'Autoroute avant les péages et sur les RN,

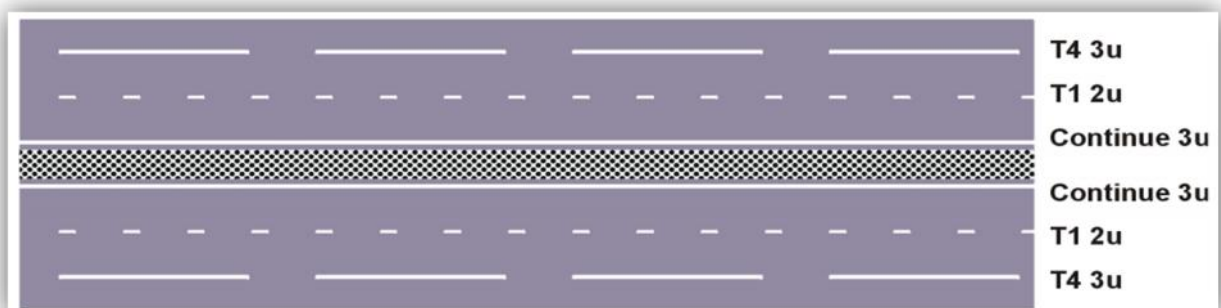
U = 5 cm     sur toutes les autres routes qui ne sont pas nationales.

# 15 SIGNALISATION

Pour notre projet la route est de type "autoroute" , Donc la valeur de U est 7.5 cm.

Tableau. 14.1 Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées

modulation	désignation des marques	largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5U
	Ligne de rive de chaussée	3U
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T'3	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3U
T'2	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50 cm



# 15 SIGNALISATION

## – Caractéristiques des lignes discontinues

Tableau. 14.2 Les caractéristiques des lignes discontinues

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs	Couleur
Axial longitudinal	<b>T1</b>	3	10	Blanc
	<b>T'1</b>	1.5	5	Blanc
	<b>T3</b>	3	1.33	Blanc
rive	<b>T2</b>	3	3.5	Blanc
	<b>T'3</b>	20	6	Blanc
	<b>T4</b>	39	13	Jaune
transversal	<b>T'2</b>	0.5	0.5	Blanc
délimitation du TPC	<b>LC</b>			Jaune

### b. Lignes transversales :

- Ligne “Stop”, largeur de 50 cm.
- Ligne “Cédez le Passage”, largeur de Type 2.

### c. Les flèches :

- Flèches de rabattement.
- Flèches de sélection unidirectionnelle.
- Flèches de sélection bidirectionnelle.

### d. Autres marques :

- Marquage d’îlots séparateurs avec hachures.
- Marquage spécial pour stationnement ou aires d’arrêt d’appel d’urgence.

## 2.2 Couleur des marques de chaussée

Les couleurs utilisées pour les marquages sur la chaussée sont le blanc et le jaune, dont le jaune est pour la BDU et le marquage temporaire, et le blanc pour d’autres marquages.

Les caractéristiques des peintures et matériaux utilisés sont particulières, notamment la durabilité et le rétro-réfléchissement.

## 3. SIGNALISATION VERTICALE

La signalisation verticale est divisée en deux grandes catégories :

- signalisation de danger, de prescription et d'indication.
- signalisation de direction.

### a. Signalisation de danger, de prescription et d'indication

La signalisation de danger, de prescription et d'indication est utilisée pour régler, en conditions de sécurité, la circulation autant sur la section de type autoroutier, que sur le réseau routier existant.

Les éléments à signaler aux usagers sont principalement : la vitesse légale de circulation, le régime de priorité, les dangers rencontrés (ex : à la sortie de la section autoroutière), le péage, les utilités disponibles (aires de services, réseau d'appel d'urgence, etc.)

#### La signalisation est conforme aux normes européennes.

- Le dimensionnement des panneaux concorde avec le type de route, comme suit :
  - Dimension grande gamme pour les voies rapides de l'autoroute.
  - Dimension normale pour les entrées et les sorties de l'autoroute, ainsi que pour les bretelles d'accès aux gares de péage aux routes nationales.

À part les panneaux et les panonceaux, utilisés pour la signalisation verticale, la signalisation de danger est réalisée avec des balises.

Les types de balises sont les suivantes :

- balise de virage;
- balise de limite de chaussée;
- balise de musoir, balise pour les gares de péages, etc.

Les panneaux ainsi que les panonceaux et les balises sont couverts d'une couche rétro réfléchissante (de classe II ou supérieure).

- Taille des panneaux sur autoroute : Très Grande Gamme (TGG)
- Sur entrées et sortie : Grande Gamme (GG)
- Bretelle d'accès aux gares de péage et rétablissements : Gamme Normale (GN)

Tableau. 14.3 Les dimensions détaillées des panneaux

Dimensions	Côté du triangle (mm)	Diamètre du rond (mm)	Double de l'apothème de l'octogone (mm)	Côté du carré (mm)
<b>TGG</b>	1500	1250	1200	1050
<b>GG</b>	1250	1050	1000	900
<b>GN</b>	1000	850	800	700

# 15 SIGNALISATION

## b. Signalisation de direction

La signalisation de direction tient compte des destinations importantes pour le tronçon à l'étude. Généralement on retrouve 3 types de destination à indiquer sur les panneaux de direction, comme suit :

- la capitale, Alger dans la direction est, et la ville de Tlemcen (ou la limite de l'autoroute est ouest) dans la direction ouest.
- les villes importantes qui se situent sur l'axe de l'autoroute (sans avoir nécessairement un lien direct autoroutier) : il s'agit d'Oran, Mascara.
- les premières villes ou villages en lien direct, via les échangeurs Sig.

Le texte figurant sur les panneaux doit être en écriture double, avec des caractères arabe et latin, dont l'arabe en premier et latin en deuxième.

Sur l'autoroute, les panneaux sont installés en latéral (pré-signalisation de sortie et confirmation de direction) et sur portiques (signalisation pour les sorties d'autoroute).

## 4. APPLICATION AU PROJET

### 4.1 Signalisation horizontale

#### a. Le marquage du tracé

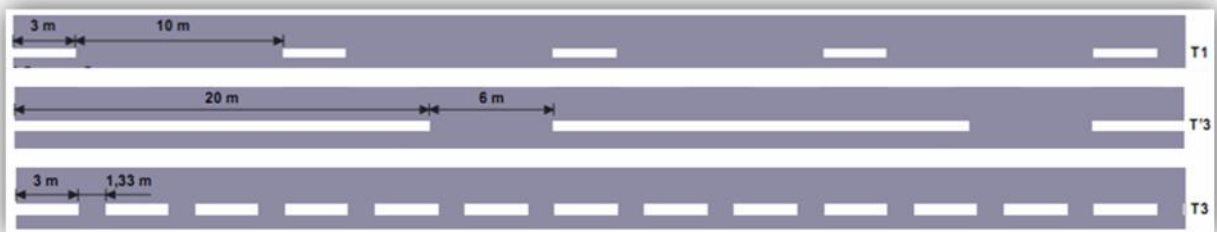


Fig. 14.1 Les lignes longitudinal

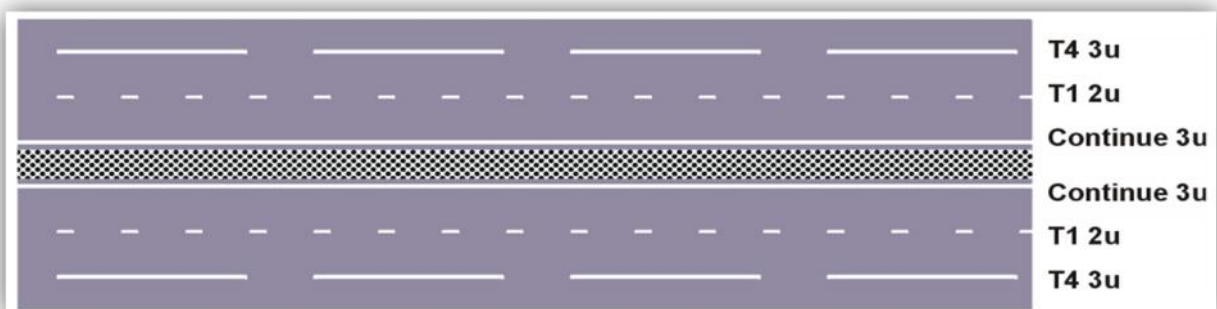


Fig. 14.2 Les lignes de délimitation de voies dans le tracé



# 15 SIGNALISATION

## 4.2 Signalisation verticale



C207  
Début d'une section  
d'autoroute.



C208  
Fin d'une section d'autoroute.



J4  
Balisage de virages



J14a  
Balises de musoir, signalant la  
divergence des voies



AB25  
Carrefour à sens giratoire



AB3a  
Cédez le passage à  
l'intersection. Signal de  
position



B2a  
Interdiction de tourner à  
gauche à la prochaine  
intersection



B14  
Limitation de vitesse. Ce  
panneau notifie l'interdiction  
de dépasser la vitesse  
indiquée

(120 sur l'autoroute, 80 à l'entrée d'une bretelle, 60 sur l'ouvrage et 40 dans la boucle)

## 4.3 Signalisation de direction



# 15 SIGNALISATION

## 4.4 Signalisation de l'échangeur

Tableau 14.3 Implantation de la signalisation directionnelle sur une sortie

	Distance d'implantation	But
V (km/h)		120
Avertissement D(a)50	2000 m	pour attirer l'attention des usagers
Pré signalisation D(a)40	1000 m	pour marquer le début de la manœuvre de sortie et notamment inciter les usagers à gagner la voie de droite
Signalisation avancée D30	au point S= 1.50 m	pour marquer la fin de la manœuvre de sortie sur la chaussée émettrice.

Signalisation des bretelles de sorties (diffuseurs)

	A droite	A gauche
Avertissement D50		
Pré-signalisation D40		
Signalisation avancée D30		

# 16 DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire DA	Prix Total DA
<b>1</b>	<b>Logistiques du chantier</b>				
1.1	Installation et repliement du chantier (lot route)	forfait	1	200 000 000,00	200 000 000,00
<b>Total partiel 1</b>					<b>200 000 000,00</b>
<b>2</b>	<b>Travaux préparatoires</b>				
2.1	Acquisition de terrain	m <sup>2</sup>	500690	500,00	250 345 000,00
2.2	Débroussaillage, évacuation de blocs rocheux et nettoyage d'emprise	m <sup>2</sup>	486000	150,00	72 900 000,00
2.3	Abattage, arrachage et dessouchage des arbres singuliers et mise en stock	unité	220	5 000,00	1 100 000,00
2.4	Déplacement de lignes électriques	unité	4	350 000,00	1 400 000,00
2.5	Ouvrage de protection pour conduite de gaz existante (en béton)	ml	130	30 000,00	1 500 000,00
<b>Total partiel 2</b>					<b>327 245 000,00</b>
<b>3</b>	<b>Terrassement et couche de forme</b>				
3.1	Décapage de terre végétale	m <sup>3</sup>	146843.3	350,00	51 395 155,00
3.2	Remblai en provenance de carrière	m <sup>3</sup>	538579	850,00	457 792 150,00
3.3	Déblais mis en Dépôt	m <sup>3</sup>	921742.1	900,00	829 567 890,00
<b>Total partiel 3</b>					<b>1 338 755 195,00</b>
<b>4</b>	<b>Chaussée et accotement</b>				
4.1	Couche de fondation en Grave non traité (GNT)	m <sup>3</sup>	92579.9	2 200,00	203 675 780,00
4.2	Couche de base Grave bitume (GB)	t	140022.39	6 000,00	840 134 340,00
4.3	Couche de roulement en béton bitumineux(BB)	t	37584	6 400,00	240 537 600,00
4.4	Couche d'imprégnation 0.8 kg/m <sup>2</sup>	t	247.68	30 000,00	7 430 400,00
4.5	Couche d'accrochage 0.3 kg/m <sup>2</sup>	t	44.55	20 000,00	891 000,00
<b>Total partiel 4</b>					<b>1 292 696 120,00</b>
<b>5</b>	<b>Assainissement, réseaux et protections hydrauliques</b>				
5.1	Fossés trapézoïdaux	ml	14497	4 500,00	65 236 500,00
5.2	Descentes d'eau	ml	942	3 500,00	3 297 000,00
5.4	Buse de diamètre 1000 mm	ml	200	17 000,00	3 400 000,00
5.5	Buse de diamètre 1200 mm	ml	100	20 000,00	2 000 000,00
5.6	Dalots en béton armé	m <sup>3</sup>	4546.4	25 000,00	113 660 000,00
<b>Total partiel 5</b>					<b>187 593 500,00</b>

# 16 DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire DA	Prix Total DA
<b>6</b>	<b>Signalisation</b>				
6.1	Marquage sur chaussée	m	54000	12 00,00	64 800 000,00
6.2	Panneau Très Grande Gamme (TGG)	unité	18	30 000,00	540 000,00
6.3	Panneau Grande Gamme (GG)	unité	25	15 000,00	375 000,00
6.4	Panneau Gamme Normale (GN)	unité	12	8 000,00	96 000,00
6.5	Glissières de sécurité métalliques	m	240	3 600,00	468 000,00
6.6	Séparateurs en Béton	m <sup>3</sup>	8640	8 000,00	69 120000,00
<b>Total partiel 6</b>					<b>135 399 000,00</b>
<b>7</b>	<b>Environnement et paysage</b>				
7.1	Impact sur l'environnement	forfait	1	1%	37 529 168,20
<b>Total partiel 7</b>					<b>37 529 168,20</b>
<b>8</b>	<b>Ouvrage d'art</b>				
8.1	ouvrage d'art	m <sup>2</sup>	2394	250 000,00	598 500 000,00
<b>Total partiel 8</b>					<b>598 500 000,00</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>3 790 445 983,00 DA</b>		

**Trois Milliards sept cent quatre Vingt dix Millions quatre Cent quarante Cinq Milles neuf Cent quatre-vingt-trois Dinars Algériens.**

## CONCLUSION GENERALE

Dans la conclusion de ce projet intitulé « étude d'un tronçon Autoroutier sur 9 Km, avec conception d'un échangeur », nous voudrions revenir brièvement sur les obstacles que nous avons rencontrés lors de ce travail.

Sachant que pour ce tracé, on a fait une étude complète qui englobe une étude géométrique « le tracé en plan, profil en long...etc. », géotechnique, une étude hydraulique malgré le manque de certaines données; avec la proposition de solutions concernant les ouvrages hydrauliques et leurs dimensionnements.

Ayant finalisé la conception, à cause du délai insuffisant et de la quantité de travail importante, il nous a pas été permis de bien détaillé certain chapitre de l'étude.

Enfin, on peut dire que ce projet nous a été enrichissant pour finaliser notre formation, en touchant une multitude de branches du domaine des travaux publics, qu'un bon ingénieur doit connaitre. Le projet du siècle de notre pays « L'autoroute Est –Ouest » est bénéfique non seulement en matière économique et social, mais aussi en matière technique d'où la formation des futurs ingénieurs au sein de l'ENSTP.

# BIBLIOGRAPHIE

- ICTAAL 2000 : instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.
- ICTAAL2000 Guide Echangeur.
- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTP ».
- Fascicule\_61 \_ titre II.
- Cours de dimensionnement des chaussées ENSTP 5<sup>ème</sup> année.
- Cours des routes ENSTP 4<sup>ème</sup> année.
- Cours d'hydraulique ENSTP 4<sup>ème</sup> année.
- Cours de mécanique de sol ENSTP 3<sup>ème</sup> année.
- Normes technique d'aménagement des carrefours dénivelent « SAETI Norme IV 1892 »
- Signalisation routière.
- Aide-mémoire Routes.
- Site Internet « [www.SETRA.com](http://www.SETRA.com) ».

## Profil En Long Projet

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -2.19 %	1173.645	-0.003	210.222
Parabole 1	Pente -2.19 %	441.078	1173.642	184.528
	Rayon 15000.000 m			
	Sommet Absc. 1502.038 m			
	Sommet Alt. 180.933 m			
Pente 2	Pente 0.75 %	148.092	1614.721	181.356
Parabole 2	Pente 0.75 %	167.677	1762.812	182.469
	Rayon -12500.000 m			
	Sommet Absc. 1856.715 m			
	Sommet Alt. 182.821 m			
Pente 3	Pente -0.61 %	1147.639	1930.490	182.604
Parabole 3	Pente -0.61 %	343.198	3078.129	175.577
	Rayon -12500.000 m			
	Sommet Absc. 3001.599 m			
	Sommet Alt. 175.812 m			
Pente 4	Pente -3.36 %	354.808	3421.327	168.765
Parabole 4	Pente -3.48 %	201.508	3776.135	156.851
	Rayon 4200.000 m			
	Sommet Absc. 3922.135 m			
	Sommet Alt. 154.313 m			
Pente 5	Pente 1.32 %	806.617	3977.643	154.680
Parabole 5	Pente 1.32 %	649.620	4784.261	165.341
	Rayon -12500.000 m			
	Sommet Absc. 4949.466 m			
	Sommet Alt. 166.433 m			
Pente 6	Pente -3.88 %	170.736	5433.881	157.046
Parabole 6	Pente -3.88 %	266.444	5604.617	150.430
	Rayon 4200.000 m			
	Sommet Absc. 5767.380 m			
	Sommet Alt. 147.276 m			
Pente 7	Pente 2.52 %	534.739	5871.061	148.556
Parabole 7	Pente 2.52 %	415.120	6405.799	162.033
	Rayon -13500.000 m			
	Sommet Absc. 6746.058 m			
	Sommet Alt. 166.321 m			
Pente 8	Pente -0.55 %	395.798	6820.919	166.114
Parabole 8	Pente -0.55 %	273.850	7216.717	163.919
	Rayon -12500.000 m			
	Sommet Absc. 7147.401 m			
	Sommet Alt. 164.111 m			
Pente 9	Pente -2.75 %	661.859	7490.567	159.401
Parabole 9	Pente -2.75 %	224.510	8152.426	141.230
	Rayon 10000.000 m			
	Sommet Absc. 8426.959 m			
	Sommet Alt. 137.462 m			
Pente 10	Pente -0.50 %	623.065	8376.936	137.587
			9000.000	134.470
Longueur totale de l'axe 9000.000 mètre(s)				

## Axe En Plan

Axe En Plan					
Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 37.9676 g	667.925	0.000	739297.296	3932882.061
Arc 1	Rayon 3800.000 m	1041.905	667.925	739672.444	3933434.680
	Centre X 736528.450 m				
	Centre Y 3935568.995 m				
Droite 2	Gisement 20.5124 g	560.614	1709.830	740132.897	3934365.683
Arc 2	Rayon -3300.000 m	767.391	2270.444	740310.421	3934897.447
	Centre X 743440.599 m				
	Centre Y 3933852.465 m				
Droite 3	Gisement 35.3165 g	400.868	3037.835	740635.493	3935590.677
Arc 3	Rayon -3300.000 m	902.010	3438.703	740846.643	3935931.428
	Centre X 743651.749 m				
	Centre Y 3934193.216 m				
Droite 4	Gisement 52.7176 g	355.436	4340.714	741420.003	3936624.123
Arc 4	Rayon 6500.000 m	1390.613	4696.150	741681.831	3936864.500
	Centre X 737285.969 m				
	Centre Y 3941652.652 m				
Droite 5	Gisement 39.0978 g	768.042	6086.763	742598.197	3937906.956
Clothoïde 1	Paramètre -680.000	231.200	6854.805	743040.790	3938534.651
Arc 5	Rayon -2000.000 m	1003.156	7086.005	743177.616	3938720.973
	Centre X 744742.840 m				
	Centre Y 3937475.953 m				
Clothoïde 2	Paramètre 680.000	231.200	8089.161	743969.031	3939320.193
Droite 6	Gisement 78.3885 g	679.639	8320.361	744185.481	3939401.353
			9000.000	744826.333	3939627.666
Longueur totale de l'axe 9000.000 mètre(s)					

## Profils En Travers

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	0.000	Droite 1	Pente 1	213.850	210.222	137.968	739297.296	3932882.061	2.50	-2.50
P.2	25.000	Droite 1	Pente 1	213.365	209.675	137.968	739311.337	3932902.745	2.50	-2.50
P.3	50.000	Droite 1	Pente 1	212.820	209.128	137.968	739325.379	3932923.430	2.50	-2.50
P.4	75.000	Droite 1	Pente 1	212.245	208.580	137.968	739339.420	3932944.114	2.50	-2.50
P.5	100.000	Droite 1	Pente 1	211.525	208.033	137.968	739353.462	3932964.798	2.50	-2.50
P.6	125.000	Droite 1	Pente 1	210.800	207.486	137.968	739367.503	3932985.482	2.50	-2.50
P.7	150.000	Droite 1	Pente 1	209.665	206.938	137.968	739381.545	3933006.166	2.50	-2.50
P.8	175.000	Droite 1	Pente 1	208.663	206.391	137.968	739395.587	3933026.850	2.50	-2.50
P.9	200.000	Droite 1	Pente 1	207.415	205.844	137.968	739409.628	3933047.535	2.50	-2.50
P.10	225.000	Droite 1	Pente 1	206.378	205.296	137.968	739423.670	3933068.219	2.50	-2.50
P.11	250.000	Droite 1	Pente 1	205.446	204.749	137.968	739437.711	3933088.903	2.50	-2.50
P.12	275.000	Droite 1	Pente 1	204.791	204.202	137.968	739451.753	3933109.587	2.50	-2.50
P.13	300.000	Droite 1	Pente 1	203.761	203.655	137.968	739465.794	3933130.271	2.50	-2.50
P.14	325.000	Droite 1	Pente 1	202.646	203.107	137.968	739479.836	3933150.955	2.50	-2.50
P.15	350.000	Droite 1	Pente 1	201.155	202.560	137.968	739493.877	3933171.640	2.50	-2.50
P.16	375.000	Droite 1	Pente 1	199.854	202.013	137.968	739507.919	3933192.324	2.50	-2.50
P.17	400.000	Droite 1	Pente 1	198.434	201.465	137.968	739521.960	3933213.008	2.50	-2.50
P.18	425.000	Droite 1	Pente 1	196.960	200.918	137.968	739536.002	3933233.692	2.50	-2.50
P.19	450.000	Droite 1	Pente 1	195.584	200.371	137.968	739550.044	3933254.376	2.50	-2.50
P.20	475.000	Droite 1	Pente 1	194.714	199.823	137.968	739564.085	3933275.060	2.50	-2.50
P.21	500.000	Droite 1	Pente 1	194.304	199.276	137.968	739578.127	3933295.745	2.50	-2.50
P.22	525.000	Droite 1	Pente 1	194.101	198.729	137.968	739592.168	3933316.429	2.50	-2.50
P.23	550.000	Droite 1	Pente 1	193.908	198.181	137.968	739606.210	3933337.113	2.50	-2.50
P.24	575.000	Droite 1	Pente 1	193.653	197.634	137.968	739620.251	3933357.797	2.50	-2.50
P.25	600.000	Droite 1	Pente 1	193.388	197.087	137.968	739634.293	3933378.481	2.50	-2.50
P.26	625.000	Droite 1	Pente 1	193.191	196.539	137.968	739648.334	3933399.165	2.50	-2.50
P.27	650.000	Droite 1	Pente 1	192.775	195.992	137.968	739662.376	3933419.850	2.50	-2.50
P.28	675.000	Arc 1	Pente 1	192.304	195.445	137.849	739676.412	3933440.538	2.50	-2.50
P.29	700.000	Arc 1	Pente 1	191.504	194.897	137.430	739690.347	3933461.294	2.50	-2.50
P.30	725.000	Arc 1	Pente 1	191.562	194.350	137.011	739704.145	3933482.141	2.50	-2.50
P.31	750.000	Arc 1	Pente 1	191.376	193.803	136.593	739717.805	3933503.079	2.50	-2.50
P.32	775.000	Arc 1	Pente 1	191.014	193.255	136.174	739731.328	3933524.106	2.50	-2.50
P.33	800.000	Arc 1	Pente 1	190.721	192.708	135.755	739744.711	3933545.222	2.50	-2.50
P.34	825.000	Arc 1	Pente 1	190.397	192.161	135.336	739757.956	3933566.425	2.50	-2.50
P.35	850.000	Arc 1	Pente 1	190.084	191.613	134.917	739771.061	3933587.715	2.50	-2.50
P.36	875.000	Arc 1	Pente 1	189.600	191.066	134.498	739784.025	3933609.091	2.50	-2.50
P.37	900.000	Arc 1	Pente 1	189.233	190.519	134.080	739796.849	3933630.551	2.50	-2.50
P.38	925.000	Arc 1	Pente 1	188.937	189.971	133.661	739809.531	3933652.096	2.50	-2.50
P.39	950.000	Arc 1	Pente 1	188.627	189.424	133.242	739822.071	3933673.723	2.50	-2.50
P.40	975.000	Arc 1	Pente 1	188.276	188.877	132.823	739834.469	3933695.432	2.50	-2.50
P.41	1000.000	Arc 1	Pente 1	187.866	188.329	132.404	739846.723	3933717.223	2.50	-2.50
P.42	1025.000	Arc 1	Pente 1	187.453	187.782	131.985	739858.834	3933739.094	2.50	-2.50
P.43	1050.000	Arc 1	Pente 1	187.059	187.235	131.567	739870.801	3933761.043	2.50	-2.50
P.44	1075.000	Arc 1	Pente 1	186.658	186.687	131.148	739882.623	3933783.072	2.50	-2.50
P.45	1100.000	Arc 1	Pente 1	186.177	186.140	130.729	739894.299	3933805.177	2.50	-2.50
P.46	1125.000	Arc 1	Pente 1	185.681	185.593	130.310	739905.831	3933827.359	2.50	-2.50
P.47	1150.000	Arc 1	Pente 1	185.276	185.045	129.891	739917.216	3933849.616	2.50	-2.50
P.48	1175.000	Arc 1	Parabole 1	184.954	184.498	129.472	739928.454	3933871.947	2.50	-2.50
P.49	1200.000	Arc 1	Parabole 1	184.577	183.974	129.054	739939.545	3933894.352	2.50	-2.50
P.50	1225.000	Arc 1	Parabole 1	184.297	183.491	128.635	739950.488	3933916.830	2.50	-2.50
P.51	1250.000	Arc 1	Parabole 1	183.991	183.050	128.216	739961.284	3933939.379	2.50	-2.50
P.52	1275.000	Arc 1	Parabole 1	183.678	182.651	127.797	739971.931	3933961.998	2.50	-2.50
P.53	1300.000	Arc 1	Parabole 1	183.144	182.294	127.378	739982.428	3933984.688	2.50	-2.50
P.54	1325.000	Arc 1	Parabole 1	182.816	181.978	126.959	739992.777	3934007.445	2.50	-2.50
P.55	1350.000	Arc 1	Parabole 1	181.235	181.704	126.541	740002.975	3934030.270	2.50	-2.50
P.56	1375.000	Arc 1	Parabole 1	181.128	181.471	126.122	740013.023	3934053.162	2.50	-2.50
P.57	1400.000	Arc 1	Parabole 1	180.867	181.280	125.703	740022.920	3934076.120	2.50	-2.50
P.58	1425.000	Arc 1	Parabole 1	180.245	181.131	125.284	740032.666	3934099.142	2.50	-2.50
P.59	1450.000	Arc 1	Parabole 1	179.773	181.023	124.865	740042.260	3934122.228	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	1475.000	Arc 1	Parabole 1	179.863	180.957	124.447	740051.702	3934145.376	2.50	-2.50
P.61	1500.000	Arc 1	Parabole 1	179.700	180.933	124.028	740060.992	3934168.586	2.50	-2.50
P.62	1525.000	Arc 1	Parabole 1	179.563	180.951	123.609	740070.128	3934191.856	2.50	-2.50
P.63	1550.000	Arc 1	Parabole 1	179.428	181.010	123.190	740079.112	3934215.187	2.50	-2.50
P.64	1575.000	Arc 1	Parabole 1	179.377	181.110	122.771	740087.942	3934238.575	2.50	-2.50
P.65	1600.000	Arc 1	Parabole 1	179.047	181.253	122.352	740096.617	3934262.022	2.50	-2.50
P.66	1625.000	Arc 1	Pente 2	178.776	181.434	121.934	740105.138	3934285.524	2.50	-2.50
P.67	1650.000	Arc 1	Pente 2	178.466	181.621	121.515	740113.505	3934309.083	2.50	-2.50
P.68	1675.000	Arc 1	Pente 2	178.132	181.809	121.096	740121.716	3934332.696	2.50	-2.50
P.69	1700.000	Arc 1	Pente 2	177.788	181.997	120.677	740129.772	3934356.362	2.50	-2.50
P.70	1725.000	Droite 2	Pente 2	177.435	182.185	120.512	740137.700	3934380.072	2.50	-2.50
P.71	1750.000	Droite 2	Pente 2	177.063	182.373	120.512	740145.617	3934403.785	2.50	-2.50
P.72	1775.000	Droite 2	Parabole 2	176.635	182.554	120.512	740153.533	3934427.499	2.50	-2.50
P.73	1800.000	Droite 2	Parabole 2	176.255	182.693	120.512	740161.450	3934451.212	2.50	-2.50
P.73-1	1810.000	Droite 2	Parabole 2	176.192	182.734	120.512	740164.617	3934460.698	2.50	-2.50
P.74	1825.000	Droite 2	Parabole 2	175.942	182.781	120.512	740169.367	3934474.926	2.50	-2.50
P.75	1850.000	Droite 2	Parabole 2	174.956	182.820	120.512	740177.283	3934498.639	2.50	-2.50
P.76	1875.000	Droite 2	Parabole 2	174.148	182.808	120.512	740185.200	3934522.353	2.50	-2.50
P.77	1900.000	Droite 2	Parabole 2	173.631	182.747	120.512	740193.116	3934546.066	2.50	-2.50
P.78	1925.000	Droite 2	Parabole 2	173.259	182.635	120.512	740201.033	3934569.780	2.50	-2.50
P.79	1950.000	Droite 2	Pente 3	173.116	182.484	120.512	740208.949	3934593.493	2.50	-2.50
P.80	1975.000	Droite 2	Pente 3	173.425	182.331	120.512	740216.866	3934617.207	2.50	-2.50
P.81	2000.000	Droite 2	Pente 3	172.076	182.178	120.512	740224.782	3934640.920	2.50	-2.50
P.82	2025.000	Droite 2	Pente 3	171.283	182.025	120.512	740232.699	3934664.633	2.50	-2.50
P.83	2050.000	Droite 2	Pente 3	172.314	181.872	120.512	740240.615	3934688.347	2.50	-2.50
P.84	2075.000	Droite 2	Pente 3	174.020	181.719	120.512	740248.532	3934712.060	2.50	-2.50
P.85	2100.000	Droite 2	Pente 3	176.443	181.566	120.512	740256.448	3934735.774	2.50	-2.50
P.86	2125.000	Droite 2	Pente 3	180.176	181.413	120.512	740264.365	3934759.487	2.50	-2.50
P.87	2150.000	Droite 2	Pente 3	182.157	181.260	120.512	740272.281	3934783.201	2.50	-2.50
P.88	2175.000	Droite 2	Pente 3	184.234	181.107	120.512	740280.198	3934806.914	2.50	-2.50
P.89	2200.000	Droite 2	Pente 3	185.016	180.954	120.512	740288.114	3934830.628	2.50	-2.50
P.90	2225.000	Droite 2	Pente 3	185.116	180.801	120.512	740296.031	3934854.341	2.50	-2.50
P.91	2250.000	Droite 2	Pente 3	185.046	180.648	120.512	740303.948	3934878.055	2.50	-2.50
P.92	2275.000	Arc 2	Pente 3	185.245	180.495	120.600	740311.867	3934901.767	2.50	-2.50
P.93	2300.000	Arc 2	Pente 3	185.024	180.341	121.083	740319.906	3934925.439	2.50	-2.50
P.94	2325.000	Arc 2	Pente 3	184.824	180.188	121.565	740328.124	3934949.050	2.50	-2.50
P.95	2350.000	Arc 2	Pente 3	184.724	180.035	122.047	740336.521	3934972.598	2.50	-2.50
P.96	2375.000	Arc 2	Pente 3	184.579	179.882	122.529	740345.096	3934996.081	2.50	-2.50
P.97	2400.000	Arc 2	Pente 3	184.615	179.729	123.012	740353.848	3935019.499	2.50	-2.50
P.98	2425.000	Arc 2	Pente 3	184.621	179.576	123.494	740362.778	3935042.849	2.50	-2.50
P.99	2450.000	Arc 2	Pente 3	184.403	179.423	123.976	740371.884	3935066.132	2.50	-2.50
P.100	2475.000	Arc 2	Pente 3	184.154	179.270	124.459	740381.166	3935089.345	2.50	-2.50
P.101	2500.000	Arc 2	Pente 3	183.897	179.117	124.941	740390.625	3935112.487	2.50	-2.50
P.102	2525.000	Arc 2	Pente 3	183.667	178.964	125.423	740400.258	3935135.556	2.50	-2.50
P.103	2550.000	Arc 2	Pente 3	183.512	178.811	125.905	740410.065	3935158.552	2.50	-2.50
P.104	2575.000	Arc 2	Pente 3	182.980	178.658	126.388	740420.047	3935181.473	2.50	-2.50
P.105	2600.000	Arc 2	Pente 3	179.723	178.505	126.870	740430.201	3935204.317	2.50	-2.50
P.106	2625.000	Arc 2	Pente 3	175.267	178.352	127.352	740440.529	3935227.084	2.50	-2.50
P.107	2650.000	Arc 2	Pente 3	171.492	178.199	127.835	740451.029	3935249.773	2.50	-2.50
P.108	2675.000	Arc 2	Pente 3	169.753	178.046	128.317	740461.700	3935272.380	2.50	-2.50
P.109	2700.000	Arc 2	Pente 3	172.618	177.893	128.799	740472.542	3935294.907	2.50	-2.50
P.110	2725.000	Arc 2	Pente 3	177.221	177.739	129.281	740483.555	3935317.351	2.50	-2.50
P.111	2750.000	Arc 2	Pente 3	181.023	177.586	129.764	740494.737	3935339.710	2.50	-2.50
P.112	2775.000	Arc 2	Pente 3	180.994	177.433	130.246	740506.089	3935361.984	2.50	-2.50
P.113	2800.000	Arc 2	Pente 3	180.553	177.280	130.728	740517.609	3935384.172	2.50	-2.50
P.114	2825.000	Arc 2	Pente 3	180.042	177.127	131.211	740529.296	3935406.272	2.50	-2.50
P.115	2850.000	Arc 2	Pente 3	179.561	176.974	131.693	740541.151	3935428.282	2.50	-2.50
P.116	2875.000	Arc 2	Pente 3	179.166	176.821	132.175	740553.172	3935450.202	2.50	-2.50
P.117	2900.000	Arc 2	Pente 3	178.902	176.668	132.657	740565.359	3935472.031	2.50	-2.50
P.118	2925.000	Arc 2	Pente 3	178.623	176.515	133.140	740577.711	3935493.766	2.50	-2.50
P.119	2950.000	Arc 2	Pente 3	178.280	176.362	133.622	740590.227	3935515.407	2.50	-2.50
P.120	2975.000	Arc 2	Pente 3	177.955	176.209	134.104	740602.907	3935536.953	2.50	-2.50
P.121	3000.000	Arc 2	Pente 3	177.818	176.056	134.587	740615.749	3935558.402	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.122	3025.000	Arc 2	Pente 3	177.617	175.903	135.069	740628.754	3935579.754	2.50	-2.50
P.123	3050.000	Droite 3	Pente 3	177.366	175.750	135.316	740641.901	3935601.018	2.50	-2.50
P.124	3075.000	Droite 3	Pente 3	177.012	175.597	135.316	740655.069	3935622.268	2.50	-2.50
P.125	3100.000	Droite 3	Parabole 3	176.677	175.424	135.316	740668.238	3935643.519	2.50	-2.50
P.126	3125.000	Droite 3	Parabole 3	176.300	175.203	135.316	740681.406	3935664.770	2.50	-2.50
P.127	3150.000	Droite 3	Parabole 3	176.112	174.931	135.316	740694.574	3935686.021	2.50	-2.50
P.128	3175.000	Droite 3	Parabole 3	175.964	174.609	135.316	740707.742	3935707.272	2.50	-2.50
P.129	3200.000	Droite 3	Parabole 3	175.251	174.237	135.316	740720.911	3935728.522	2.50	-2.50
P.130	3225.000	Droite 3	Parabole 3	174.521	173.815	135.316	740734.079	3935749.773	2.50	-2.50
P.131	3250.000	Droite 3	Parabole 3	174.080	173.344	135.316	740747.247	3935771.024	2.50	-2.50
P.132	3275.000	Droite 3	Parabole 3	174.545	172.822	135.316	740760.415	3935792.275	2.50	-2.50
P.133	3300.000	Droite 3	Parabole 3	174.211	172.250	135.316	740773.584	3935813.526	2.50	-2.50
P.134	3325.000	Droite 3	Parabole 3	173.666	171.628	135.316	740786.752	3935834.776	2.50	-2.50
P.135	3350.000	Droite 3	Parabole 3	173.060	170.956	135.316	740799.920	3935856.027	2.50	-2.50
P.136	3375.000	Droite 3	Parabole 3	172.505	170.235	135.316	740813.088	3935877.278	2.50	-2.50
P.137	3400.000	Droite 3	Parabole 3	172.153	169.463	135.316	740826.257	3935898.529	2.50	-2.50
P.138	3425.000	Droite 3	Pente 4	171.219	168.642	135.316	740839.425	3935919.780	2.50	-2.50
P.139	3450.000	Arc 3	Pente 4	170.712	167.802	135.534	740852.610	3935941.020	2.50	-2.50
P.140	3475.000	Arc 3	Pente 4	170.755	166.963	136.017	740865.931	3935962.175	2.50	-2.50
P.141	3500.000	Arc 3	Pente 4	170.269	166.123	136.499	740879.412	3935983.229	2.50	-2.50
P.142	3525.000	Arc 3	Pente 4	170.028	165.284	136.981	740893.052	3936004.180	2.50	-2.50
P.143	3550.000	Arc 3	Pente 4	169.840	164.444	137.464	740906.850	3936025.027	2.50	-2.50
P.144	3575.000	Arc 3	Pente 4	169.181	163.605	137.946	740920.806	3936045.769	2.50	-2.50
P.145	3600.000	Arc 3	Pente 4	168.563	162.765	138.428	740934.919	3936066.405	2.50	-2.50
P.146	3625.000	Arc 3	Pente 4	168.029	161.926	138.910	740949.188	3936086.933	2.50	-2.50
P.147	3650.000	Arc 3	Pente 4	167.514	161.086	139.393	740963.612	3936107.352	2.50	-2.50
P.148	3675.000	Arc 3	Pente 4	167.113	160.247	139.875	740978.190	3936127.662	2.50	-2.50
P.149	3700.000	Arc 3	Pente 4	166.835	159.408	140.357	740992.921	3936147.860	2.50	-2.50
P.150	3725.000	Arc 3	Pente 4	166.102	158.568	140.840	741007.805	3936167.947	2.50	-2.50
P.151	3750.000	Arc 3	Pente 4	158.822	157.729	141.322	741022.841	3936187.920	2.50	-2.50
P.152	3775.000	Arc 3	Pente 4	156.679	156.889	141.804	741038.028	3936207.778	2.50	-2.50
P.153	3800.000	Arc 3	Parabole 4	154.132	156.089	142.286	741053.364	3936227.521	2.50	-2.50
P.154	3825.000	Arc 3	Parabole 4	151.244	155.437	142.769	741068.850	3936247.147	2.50	-2.50
P.155	3850.000	Arc 3	Parabole 4	149.288	154.933	143.251	741084.484	3936266.656	2.50	-2.50
P.156	3875.000	Arc 3	Parabole 4	146.112	154.578	143.733	741100.266	3936286.045	2.50	-2.50
P.157	3900.000	Arc 3	Parabole 4	147.975	154.372	144.216	741116.193	3936305.314	2.50	-2.50
P.158	3925.000	Arc 3	Parabole 4	148.582	154.314	144.698	741132.267	3936324.462	2.50	-2.50
P.159	3950.000	Arc 3	Parabole 4	149.239	154.406	145.180	741148.485	3936343.488	2.50	-2.50
P.160	3975.000	Arc 3	Parabole 4	151.784	154.646	145.662	741164.846	3936362.390	2.50	-2.50
P.161	4000.000	Arc 3	Pente 5	154.016	154.976	146.145	741181.351	3936381.168	2.50	-2.50
P.162	4025.000	Arc 3	Pente 5	155.967	155.306	146.627	741197.997	3936399.820	2.50	-2.50
P.163	4050.000	Arc 3	Pente 5	157.072	155.637	147.109	741214.784	3936418.345	2.50	-2.50
P.164	4075.000	Arc 3	Pente 5	157.496	155.967	147.592	741231.711	3936436.743	2.50	-2.50
P.165	4100.000	Arc 3	Pente 5	158.434	156.297	148.074	741248.776	3936455.012	2.50	-2.50
P.166	4125.000	Arc 3	Pente 5	158.544	156.628	148.556	741265.980	3936473.151	2.50	-2.50
P.167	4150.000	Arc 3	Pente 5	157.803	156.958	149.038	741283.320	3936491.160	2.50	-2.50
P.168	4175.000	Arc 3	Pente 5	158.136	157.289	149.521	741300.797	3936509.036	2.50	-2.50
P.169	4200.000	Arc 3	Pente 5	158.406	157.619	150.003	741318.408	3936526.780	2.50	-2.50
P.170	4225.000	Arc 3	Pente 5	157.741	157.949	150.485	741336.154	3936544.390	2.50	-2.50
P.171	4250.000	Arc 3	Pente 5	156.746	158.280	150.968	741354.032	3936561.864	2.50	-2.50
P.172	4275.000	Arc 3	Pente 5	155.924	158.610	151.450	741372.042	3936579.203	2.50	-2.50
P.173	4300.000	Arc 3	Pente 5	155.284	158.941	151.932	741390.183	3936596.405	2.50	-2.50
P.174	4325.000	Arc 3	Pente 5	155.672	159.271	152.414	741408.454	3936613.469	2.50	-2.50
P.175	4350.000	Droite 4	Pente 5	157.560	159.601	152.718	741426.844	3936630.404	2.50	-2.50
P.176	4375.000	Droite 4	Pente 5	159.208	159.932	152.718	741445.260	3936647.311	2.50	-2.50
P.177	4400.000	Droite 4	Pente 5	161.252	160.262	152.718	741463.676	3936664.218	2.50	-2.50
P.178	4425.000	Droite 4	Pente 5	163.341	160.593	152.718	741482.092	3936681.125	2.50	-2.50
P.179	4450.000	Droite 4	Pente 5	164.079	160.923	152.718	741500.508	3936698.032	2.50	-2.50
P.180	4475.000	Droite 4	Pente 5	164.272	161.254	152.718	741518.924	3936714.940	2.50	-2.50
P.181	4500.000	Droite 4	Pente 5	164.443	161.584	152.718	741537.340	3936731.847	2.50	-2.50
P.182	4525.000	Droite 4	Pente 5	164.562	161.914	152.718	741555.756	3936748.754	2.50	-2.50
P.183	4550.000	Droite 4	Pente 5	164.725	162.245	152.718	741574.172	3936765.661	2.50	-2.50
P.184	4575.000	Droite 4	Pente 5	164.957	162.575	152.718	741592.588	3936782.568	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.185	4600.000	Droite 4	Pente 5	165.148	162.906	152.718	741611.004	3936799.475	2.50	-2.50
P.186	4625.000	Droite 4	Pente 5	165.312	163.236	152.718	741629.420	3936816.383	2.50	-2.50
P.187	4650.000	Droite 4	Pente 5	165.292	163.566	152.718	741647.836	3936833.290	2.50	-2.50
P.188	4675.000	Droite 4	Pente 5	165.223	163.897	152.718	741666.252	3936850.197	2.50	-2.50
P.189	4700.000	Arc 4	Pente 5	165.208	164.227	152.680	741684.667	3936867.105	2.50	-2.50
P.190	4725.000	Arc 4	Pente 5	165.031	164.558	152.435	741703.040	3936884.058	2.50	-2.50
P.191	4750.000	Arc 4	Pente 5	164.700	164.888	152.190	741721.348	3936901.082	2.50	-2.50
P.192	4775.000	Arc 4	Pente 5	163.471	165.218	151.945	741739.591	3936918.177	2.50	-2.50
P.193	4800.000	Arc 4	Parabole 5	160.060	165.539	151.701	741757.767	3936935.341	2.50	-2.50
P.194	4825.000	Arc 4	Parabole 5	158.208	165.813	151.456	741775.878	3936952.575	2.50	-2.50
P.195	4850.000	Arc 4	Parabole 5	157.772	166.037	151.211	741793.922	3936969.879	2.50	-2.50
P.196	4875.000	Arc 4	Parabole 5	159.036	166.211	150.966	741811.899	3936987.251	2.50	-2.50
P.197	4900.000	Arc 4	Parabole 5	160.359	166.335	150.721	741829.809	3937004.693	2.50	-2.50
P.198	4925.000	Arc 4	Parabole 5	161.424	166.409	150.476	741847.652	3937022.204	2.50	-2.50
P.199	4950.000	Arc 4	Parabole 5	162.690	166.433	150.231	741865.428	3937039.783	2.50	-2.50
P.200	4975.000	Arc 4	Parabole 5	164.050	166.406	149.987	741883.136	3937057.430	2.50	-2.50
P.201	5000.000	Arc 4	Parabole 5	164.955	166.330	149.742	741900.776	3937075.146	2.50	-2.50
P.202	5025.000	Arc 4	Parabole 5	165.735	166.204	149.497	741918.347	3937092.929	2.50	-2.50
P.203	5050.000	Arc 4	Parabole 5	165.906	166.028	149.252	741935.850	3937110.779	2.50	-2.50
P.204	5075.000	Arc 4	Parabole 5	165.892	165.802	149.007	741953.285	3937128.697	2.50	-2.50
P.205	5100.000	Arc 4	Parabole 5	165.735	165.526	148.762	741970.650	3937146.682	2.50	-2.50
P.206	5125.000	Arc 4	Parabole 5	165.523	165.200	148.517	741987.946	3937164.733	2.50	-2.50
P.207	5150.000	Arc 4	Parabole 5	165.237	164.824	148.273	742005.172	3937182.851	2.50	-2.50
P.208	5175.000	Arc 4	Parabole 5	164.944	164.398	148.028	742022.329	3937201.034	2.50	-2.50
P.209	5200.000	Arc 4	Parabole 5	164.555	163.922	147.783	742039.415	3937219.284	2.50	-2.50
P.210	5225.000	Arc 4	Parabole 5	164.037	163.396	147.538	742056.432	3937237.599	2.50	-2.50
P.211	5250.000	Arc 4	Parabole 5	163.537	162.820	147.293	742073.377	3937255.980	2.50	-2.50
P.212	5275.000	Arc 4	Parabole 5	162.785	162.194	147.048	742090.252	3937274.425	2.50	-2.50
P.213	5300.000	Arc 4	Parabole 5	161.882	161.518	146.803	742107.056	3937292.936	2.50	-2.50
P.214	5325.000	Arc 4	Parabole 5	161.592	160.792	146.559	742123.788	3937311.511	2.50	-2.50
P.215	5350.000	Arc 4	Parabole 5	162.137	160.015	146.314	742140.449	3937330.150	2.50	-2.50
P.216	5375.000	Arc 4	Parabole 5	162.687	159.189	146.069	742157.038	3937348.853	2.50	-2.50
P.217	5400.000	Arc 4	Parabole 5	163.179	158.313	145.824	742173.555	3937367.619	2.50	-2.50
P.218	5425.000	Arc 4	Parabole 5	163.594	157.387	145.579	742190.000	3937386.449	2.50	-2.50
P.219	5450.000	Arc 4	Pente 6	163.977	156.422	145.334	742206.372	3937405.343	2.50	-2.50
P.220	5475.000	Arc 4	Pente 6	164.380	155.453	145.089	742222.671	3937424.299	2.50	-2.50
P.221	5500.000	Arc 4	Pente 6	163.623	154.484	144.845	742238.898	3937443.317	2.50	-2.50
P.222	5525.000	Arc 4	Pente 6	159.240	153.515	144.600	742255.051	3937462.398	2.50	-2.50
P.223	5550.000	Arc 4	Pente 6	154.075	152.546	144.355	742271.130	3937481.541	2.50	-2.50
P.224	5575.000	Arc 4	Pente 6	148.767	151.577	144.110	742287.136	3937500.745	2.50	-2.50
P.225	5600.000	Arc 4	Pente 6	145.834	150.609	143.865	742303.068	3937520.011	2.50	-2.50
P.226	5625.000	Arc 4	Parabole 6	143.974	149.689	143.620	742318.926	3937539.338	2.50	-2.50
P.227	5650.000	Arc 4	Parabole 6	144.477	148.916	143.375	742334.709	3937558.726	2.50	-2.50
P.228	5675.000	Arc 4	Parabole 6	145.673	148.292	143.131	742350.417	3937578.175	2.50	-2.50
P.229	5700.000	Arc 4	Parabole 6	146.857	147.816	142.886	742366.051	3937597.683	2.50	-2.50
P.230	5725.000	Arc 4	Parabole 6	148.456	147.490	142.641	742381.609	3937617.252	2.50	-2.50
P.231	5750.000	Arc 4	Parabole 6	149.379	147.312	142.396	742397.092	3937636.881	2.50	-2.50
P.232	5775.000	Arc 4	Parabole 6	149.074	147.283	142.151	742412.500	3937656.568	2.50	-2.50
P.233	5800.000	Arc 4	Parabole 6	149.141	147.403	141.906	742427.831	3937676.315	2.50	-2.50
P.234	5825.000	Arc 4	Parabole 6	149.220	147.671	141.661	742443.087	3937696.121	2.50	-2.50
P.235	5850.000	Arc 4	Parabole 6	149.356	148.088	141.417	742458.266	3937715.985	2.50	-2.50
P.236	5875.000	Arc 4	Pente 7	149.481	148.655	141.172	742473.369	3937735.908	2.50	-2.50
P.237	5900.000	Arc 4	Pente 7	149.443	149.285	140.927	742488.395	3937755.888	2.50	-2.50
P.238	5925.000	Arc 4	Pente 7	151.250	149.915	140.682	742503.344	3937775.926	2.50	-2.50
P.239	5950.000	Arc 4	Pente 7	153.655	150.545	140.437	742518.216	3937796.022	2.50	-2.50
P.240	5975.000	Arc 4	Pente 7	155.858	151.175	140.192	742533.010	3937816.174	2.50	-2.50
P.241	6000.000	Arc 4	Pente 7	157.606	151.805	139.948	742547.727	3937836.384	2.50	-2.50
P.242	6025.000	Arc 4	Pente 7	158.489	152.436	139.703	742562.366	3937856.649	2.50	-2.50
P.243	6050.000	Arc 4	Pente 7	158.650	153.066	139.458	742576.927	3937876.971	2.50	-2.50
P.244	6075.000	Arc 4	Pente 7	158.423	153.696	139.213	742591.410	3937897.349	2.50	-2.50
P.245	6100.000	Droite 5	Pente 7	157.720	154.326	139.098	742605.825	3937917.774	2.50	-2.50
P.246	6125.000	Droite 5	Pente 7	156.373	154.956	139.098	742620.232	3937938.206	2.50	-2.50
P.247	6150.000	Droite 5	Pente 7	153.898	155.586	139.098	742634.638	3937958.638	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.248	6175.000	Droite 5	Pente 7	156.862	156.216	139.098	742649.045	3937979.069	2.50	-2.50
P.249	6200.000	Droite 5	Pente 7	159.947	156.846	139.098	742663.451	3937999.501	2.50	-2.50
P.250	6225.000	Droite 5	Pente 7	164.176	157.476	139.098	742677.858	3938019.933	2.50	-2.50
P.251	6250.000	Droite 5	Pente 7	165.088	158.107	139.098	742692.264	3938040.364	2.50	-2.50
P.252	6275.000	Droite 5	Pente 7	165.733	158.737	139.098	742706.671	3938060.796	2.50	-2.50
P.253	6300.000	Droite 5	Pente 7	165.916	159.367	139.098	742721.077	3938081.228	2.50	-2.50
P.254	6325.000	Droite 5	Pente 7	166.074	159.997	139.098	742735.484	3938101.659	2.50	-2.50
P.255	6350.000	Droite 5	Pente 7	165.757	160.627	139.098	742749.890	3938122.091	2.50	-2.50
P.256	6375.000	Droite 5	Pente 7	165.269	161.257	139.098	742764.297	3938142.522	2.50	-2.50
P.257	6400.000	Droite 5	Pente 7	164.472	161.887	139.098	742778.703	3938162.954	2.50	-2.50
P.258	6425.000	Droite 5	Parabole 7	163.789	162.504	139.098	742793.110	3938183.386	2.50	-2.50
P.259	6450.000	Droite 5	Parabole 7	163.630	163.075	139.098	742807.516	3938203.817	2.50	-2.50
P.260	6475.000	Droite 5	Parabole 7	164.145	163.600	139.098	742821.923	3938224.249	2.50	-2.50
P.261	6500.000	Droite 5	Parabole 7	164.685	164.079	139.098	742836.329	3938244.681	2.50	-2.50
P.262	6525.000	Droite 5	Parabole 7	165.290	164.511	139.098	742850.736	3938265.112	2.50	-2.50
P.263	6550.000	Droite 5	Parabole 7	165.663	164.898	139.098	742865.142	3938285.544	2.50	-2.50
P.264	6575.000	Droite 5	Parabole 7	165.885	165.238	139.098	742879.549	3938305.976	2.50	-2.50
P.265	6600.000	Droite 5	Parabole 7	165.791	165.531	139.098	742893.955	3938326.407	2.50	-2.50
P.266	6625.000	Droite 5	Parabole 7	164.385	165.779	139.098	742908.362	3938346.839	2.50	-2.50
P.267	6650.000	Droite 5	Parabole 7	161.265	165.980	139.098	742922.768	3938367.271	2.50	-2.50
P.268	6675.000	Droite 5	Parabole 7	159.986	166.134	139.098	742937.175	3938387.702	2.50	-2.50
P.269	6700.000	Droite 5	Parabole 7	162.221	166.243	139.098	742951.581	3938408.134	2.50	-2.50
P.270	6725.000	Droite 5	Parabole 7	165.801	166.305	139.098	742965.988	3938428.566	2.50	-2.50
P.271	6750.000	Droite 5	Parabole 7	166.347	166.321	139.098	742980.395	3938448.997	2.50	-2.50
P.272	6775.000	Droite 5	Parabole 7	166.556	166.290	139.098	742994.801	3938469.429	2.50	-2.50
P.273	6800.000	Droite 5	Parabole 7	166.776	166.214	139.098	743009.208	3938489.860	2.50	-2.50
P.274	6825.000	Droite 5	Pente 8	167.092	166.091	139.098	743023.614	3938510.292	2.50	-2.50
P.275	6850.000	Droite 5	Pente 8	167.586	165.953	139.098	743038.021	3938530.724	2.50	-2.50
P.276	6875.000	Clothoïde 1	Pente 8	168.086	165.814	139.126	743052.430	3938551.154	2.50	-2.50
P.277	6900.000	Clothoïde 1	Pente 8	168.447	165.675	139.238	743066.861	3938571.568	2.50	-2.50
P.278	6925.000	Clothoïde 1	Pente 8	168.923	165.537	139.437	743081.342	3938591.947	2.50	-2.50
P.279	6950.000	Clothoïde 1	Pente 8	169.101	165.398	139.722	743095.900	3938612.270	2.50	-2.50
P.280	6975.000	Clothoïde 1	Pente 8	169.212	165.259	140.092	743110.563	3938632.519	2.50	-2.50
P.281	7000.000	Clothoïde 1	Pente 8	169.193	165.121	140.549	743125.357	3938652.672	2.50	-2.50
P.282	7025.000	Clothoïde 1	Pente 8	168.771	164.982	141.092	743140.309	3938672.708	2.50	-2.50
P.283	7050.000	Clothoïde 1	Pente 8	168.444	164.843	141.721	743155.444	3938692.605	2.50	-2.50
P.284	7075.000	Clothoïde 1	Pente 8	168.649	164.705	142.435	743170.789	3938712.342	2.50	-2.50
P.285	7100.000	Arc 5	Pente 8	168.084	164.566	143.223	743186.366	3938731.895	2.50	-2.50
P.286	7125.000	Arc 5	Pente 8	167.644	164.428	144.019	743202.187	3938751.253	2.50	-2.50
P.287	7150.000	Arc 5	Pente 8	167.025	164.289	144.814	743218.248	3938770.411	2.50	-2.50
P.288	7175.000	Arc 5	Pente 8	166.759	164.150	145.610	743234.547	3938789.366	2.50	-2.50
P.289	7200.000	Arc 5	Pente 8	165.781	164.012	146.406	743251.083	3938808.117	2.50	-2.50
P.290	7225.000	Arc 5	Parabole 8	162.330	163.870	147.202	743267.851	3938826.659	2.50	-2.50
P.291	7250.000	Arc 5	Parabole 8	158.508	163.690	147.998	743284.849	3938844.991	2.50	-2.50
P.292	7275.000	Arc 5	Parabole 8	162.352	163.460	148.793	743302.076	3938863.108	2.50	-2.50
P.293	7300.000	Arc 5	Parabole 8	165.239	163.180	149.589	743319.527	3938881.009	2.50	-2.50
P.294	7325.000	Arc 5	Parabole 8	165.098	162.849	150.385	743337.201	3938898.690	2.50	-2.50
P.295	7350.000	Arc 5	Parabole 8	164.348	162.469	151.181	743355.095	3938916.149	2.50	-2.50
P.296	7375.000	Arc 5	Parabole 8	163.770	162.039	151.976	743373.205	3938933.383	2.50	-2.50
P.297	7400.000	Arc 5	Parabole 8	162.693	161.559	152.772	743391.530	3938950.389	2.50	-2.50
P.298	7425.000	Arc 5	Parabole 8	162.053	161.029	153.568	743410.065	3938967.165	2.50	-2.50
P.299	7450.000	Arc 5	Parabole 8	162.641	160.449	154.364	743428.809	3938983.707	2.50	-2.50
P.300	7475.000	Arc 5	Parabole 8	162.244	159.818	155.160	743447.758	3939000.014	2.50	-2.50
P.301	7500.000	Arc 5	Pente 9	161.816	159.142	155.955	743466.909	3939016.084	2.50	-2.50
P.302	7525.000	Arc 5	Pente 9	161.083	158.455	156.751	743486.260	3939031.912	2.50	-2.50
P.303	7550.000	Arc 5	Pente 9	160.520	157.769	157.547	743505.807	3939047.497	2.50	-2.50
P.304	7575.000	Arc 5	Pente 9	160.047	157.083	158.343	743525.548	3939062.837	2.50	-2.50
P.305	7600.000	Arc 5	Pente 9	158.713	156.396	159.138	743545.479	3939077.929	2.50	-2.50
P.306	7625.000	Arc 5	Pente 9	155.810	155.710	159.934	743565.596	3939092.770	2.50	-2.50
P.307	7650.000	Arc 5	Pente 9	152.753	155.024	160.730	743585.898	3939107.359	2.50	-2.50
P.308	7675.000	Arc 5	Pente 9	150.138	154.337	161.526	743606.380	3939121.693	2.50	-2.50
P.309	7700.000	Arc 5	Pente 9	148.014	153.651	162.321	743627.040	3939135.770	2.50	-2.50
P.310	7725.000	Arc 5	Pente 9	145.837	152.965	163.117	743647.875	3939149.587	2.50	-2.50

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.311	7750.000	Arc 5	Pente 9	148.120	152.278	163.913	743668.880	3939163.143	2.50	-2.50
P.312	7775.000	Arc 5	Pente 9	149.977	151.592	164.709	743690.053	3939176.435	2.50	-2.50
P.313	7800.000	Arc 5	Pente 9	151.808	150.906	165.505	743711.391	3939189.462	2.50	-2.50
P.314	7825.000	Arc 5	Pente 9	153.630	150.219	166.300	743732.890	3939202.221	2.50	-2.50
P.315	7850.000	Arc 5	Pente 9	154.086	149.533	167.096	743754.547	3939214.710	2.50	-2.50
P.316	7875.000	Arc 5	Pente 9	153.425	148.847	167.892	743776.358	3939226.928	2.50	-2.50
P.317	7900.000	Arc 5	Pente 9	152.815	148.160	168.688	743798.320	3939238.872	2.50	-2.50
P.318	7925.000	Arc 5	Pente 9	151.817	147.474	169.483	743820.430	3939250.540	2.50	-2.50
P.319	7950.000	Arc 5	Pente 9	149.321	146.788	170.279	743842.683	3939261.931	2.50	-2.50
P.320	7975.000	Arc 5	Pente 9	146.619	146.101	171.075	743865.078	3939273.043	2.50	-2.50
P.321	8000.000	Arc 5	Pente 9	143.648	145.415	171.871	743887.609	3939283.875	2.50	-2.50
P.322	8025.000	Arc 5	Pente 9	140.690	144.729	172.667	743910.275	3939294.424	2.50	-2.50
P.323	8050.000	Arc 5	Pente 9	138.317	144.042	173.462	743933.070	3939304.688	2.50	-2.50
P.324	8075.000	Arc 5	Pente 9	135.933	143.356	174.258	743955.992	3939314.667	2.50	-2.50
P.325	8100.000	Clothoïde 2	Pente 9	136.000	142.670	175.046	743979.037	3939324.359	2.50	-2.50
P.326	8125.000	Clothoïde 2	Pente 9	136.759	141.983	175.761	744002.195	3939333.777	2.50	-2.50
P.327	8150.000	Clothoïde 2	Pente 9	137.247	141.297	176.391	744025.451	3939342.950	2.50	-2.50
P.328	8175.000	Clothoïde 2	Parabole 9	136.505	140.636	176.934	744048.791	3939351.908	2.50	-2.50
P.329	8200.000	Clothoïde 2	Parabole 9	134.879	140.038	177.391	744072.200	3939360.683	2.50	-2.50
P.330	8225.000	Clothoïde 2	Parabole 9	136.321	139.501	177.763	744095.666	3939369.305	2.50	-2.50
P.331	8250.000	Clothoïde 2	Parabole 9	138.882	139.028	178.048	744119.177	3939377.805	2.50	-2.50
P.332	8275.000	Clothoïde 2	Parabole 9	141.184	138.617	178.247	744142.719	3939386.217	2.50	-2.50
P.333	8300.000	Clothoïde 2	Parabole 9	142.161	138.268	178.360	744166.282	3939394.570	2.50	-2.50
P.334	8325.000	Droite 6	Parabole 9	141.404	137.982	178.389	744189.855	3939402.898	2.50	-2.50
P.335	8350.000	Droite 6	Parabole 9	139.856	137.758	178.389	744213.428	3939411.223	2.50	-2.50
P.336	8375.000	Droite 6	Parabole 9	138.212	137.597	178.389	744237.001	3939419.547	2.50	-2.50
P.337	8400.000	Droite 6	Pente 10	136.757	137.472	178.389	744260.574	3939427.872	2.50	-2.50
P.338	8425.000	Droite 6	Pente 10	135.146	137.347	178.389	744284.148	3939436.197	2.50	-2.50
P.339	8450.000	Droite 6	Pente 10	133.655	137.222	178.389	744307.721	3939444.522	2.50	-2.50
P.340	8475.000	Droite 6	Pente 10	132.470	137.097	178.389	744331.294	3939452.846	2.50	-2.50
P.341	8500.000	Droite 6	Pente 10	130.965	136.972	178.389	744354.867	3939461.171	2.50	-2.50
P.342	8525.000	Droite 6	Pente 10	131.659	136.846	178.389	744378.441	3939469.496	2.50	-2.50
P.343	8550.000	Droite 6	Pente 10	134.197	136.721	178.389	744402.014	3939477.820	2.50	-2.50
P.344	8575.000	Droite 6	Pente 10	136.532	136.596	178.389	744425.587	3939486.145	2.50	-2.50
P.345	8600.000	Droite 6	Pente 10	137.263	136.471	178.389	744449.161	3939494.470	2.50	-2.50
P.346	8625.000	Droite 6	Pente 10	136.797	136.346	178.389	744472.734	3939502.795	2.50	-2.50
P.347	8650.000	Droite 6	Pente 10	136.263	136.221	178.389	744496.307	3939511.119	2.50	-2.50
P.348	8675.000	Droite 6	Pente 10	135.780	136.096	178.389	744519.880	3939519.444	2.50	-2.50
P.349	8700.000	Droite 6	Pente 10	134.803	135.971	178.389	744543.454	3939527.769	2.50	-2.50
P.350	8725.000	Droite 6	Pente 10	134.161	135.846	178.389	744567.027	3939536.094	2.50	-2.50
P.351	8750.000	Droite 6	Pente 10	133.426	135.721	178.389	744590.600	3939544.418	2.50	-2.50
P.352	8775.000	Droite 6	Pente 10	132.836	135.596	178.389	744614.173	3939552.743	2.50	-2.50
P.353	8800.000	Droite 6	Pente 10	132.177	135.471	178.389	744637.747	3939561.068	2.50	-2.50
P.354	8825.000	Droite 6	Pente 10	131.443	135.346	178.389	744661.320	3939569.393	2.50	-2.50
P.355	8850.000	Droite 6	Pente 10	130.499	135.221	178.389	744684.893	3939577.717	2.50	-2.50
P.356	8875.000	Droite 6	Pente 10	129.126	135.096	178.389	744708.466	3939586.042	2.50	-2.50
P.356-1	8890.000	Droite 6	Pente 10	129.105	135.021	178.389	744722.610	3939591.037	2.50	-2.50
P.357	8900.000	Droite 6	Pente 10	129.188	134.971	178.389	744732.040	3939594.367	2.50	-2.50
P.358	8925.000	Droite 6	Pente 10	129.542	134.846	178.389	744755.613	3939602.691	2.50	-2.50
P.359	8950.000	Droite 6	Pente 10	129.516	134.721	178.389	744779.186	3939611.016	2.50	-2.50
P.360	8975.000	Droite 6	Pente 10	129.039	134.595	178.389	744802.759	3939619.341	2.50	-2.50
P.361	9000.000	Droite 6	Pente 10	128.561	134.470	178.389	744826.333	3939627.666	2.50	-2.50