

République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté de Génie de la Construction  
Département de Génie Civil



# Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master en génie civil.  
Option : Voies et Ouvrages d'Art (VOA).

## THÈME

Etude De la déviation de la ville d'Azazga sur 8.6km  
« Phase APD »



Etudié par :

Encadré par :

- Aouidad Smail
- Meziani Hamid
- Mouri Mouhand

➤ Mr. Dahmousse  
Hocine

PDF Editor

Promotion 2013/2014

# Remerciement

*Louange à Dieu (que son Nom soit glorifié) qui nous a guidés, et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.*

*Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.*

*Nous exprimons toute notre gratitude à Mr DAHMOUSSE HOCINE pour son encadrement, son aide, sa confiance, et son soutien incessant durant notre projet.*

*Nous somme en particulier reconnaissant, à MR DJEMAI et MR ALIK, de nous avoir aidés par les discussions fructueuses que nous avons eues dans le cadre de notre projet.*

*Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants de DEPARTEMENT GENIS CIVIL pour toutes les informations qu'ils nous ont prodigué durant les cinq ans de notre formation.*

*Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.*

# *Dédicaces*

*Tout D'abord je remercie le bon dieu qui m'a donné le courage  
Pour arriver à ce stade.*

*Je dédie ce modeste travail: A ma Chère mère à :*

*La mémoire de mon père*

*(A Dieu nous appartenons et à lui nous retournons.)*

*Mes frères (Omar et hilla) et sœurs (Miassa, Aziza et aida) qui mon  
soutenu et encouragé*

*Et ma chère Kahina qui m'a aidée et encouragé*

*Mes binômes Hamid et Mouhend*

*Mes amis sans exception. et on particulier*

*Sofiane akouche*

*Sofiane boudjemai*

*Aabde rrahmane ouakour*

*Harrouch Annis*



wondershare™

PDF Editor

Smail

# *Dédicaces*

*A mes chers parents à qui je dois tout.*

*A ma chère B.naima qui m'a aidée et épaulée durant mon projet.*

*A mon précieux frère azwaw.*

*A mes Chères sœurs dihia, nadia et sadjia ainsi que son mari Djamal*

*A tous la famille, meziani et benaddache*

*A mes binômes Smail et Mouhend avec qui j'ai partagé ce travail.*

*A tous mes amis avec qui j'ai partagé des moments précieux.*

*En particulier Sofiane akouche et ouakour abde rrahmane en*

*fin Harrouch Annis et boughrara nabile*

**wondershare**<sup>TM</sup>

*Hamid*

**PDF Editor**

# *Dédicaces*

*Tout D'abord je remercie le bon dieu qui m'a donné le courage*

*Pour arriver à ce stade.*

*Je dédie ce modeste travail: A*

*La mémoire de ma grand-mère*

*(A Dieu nous appartenons et à lui nous retournons.)*

*Mes frères et sœurs qui mon soutenu et encouragé*

*Mes binômes Hamid et Smail*

*Mes amis sans exception.*

*Mohand*



wondershare™

PDF Editor





## Introduction générale

La route est l'instrument miracle du transport terrestre et une infrastructure plus que jamais indispensable pour la liberté et le développement économique des pays.

Elle concourt à la satisfaction des besoins essentiels de la population et impulse et conforte le reste de l'économie nationale dont il constitue une véritable locomotive, comme cela a été le cas dans l'histoire des pays actuellement développés, ou en voie de développement.

En Algérie, cet objectif se traduit actuellement par un programme ambitieux de réalisations autoroutières concédées, conjugué à un effort budgétaire conséquent de l'Etat et des collectivités des wilayas connectées à ce réseau.

Comme la wilaya de Tizi-Ouzou qui supporte plus de 90% du trafic de marchandises et de voyageur, sur un réseau routier hérité de la période coloniale qui souffre d'une grande défektivité, pour contenir alors sa forte demande en transport. Elle a repensé à moderniser sa politique sectorielle de transport, en améliorant le niveau de service des routes existantes ou en concevant de nouvelles infrastructures.

Similairement dans notre cas, la direction des travaux publics de la wilaya de Tizi-Ouzou nous a proposées d'élaborer un projet consistant à réaliser la déviation de la ville d'Azazga pour réduire l'embouteillage qui l'asphyxie en ces dernières années à cause de l'accroissement socio-économique, Cette nouvelle infrastructure qui prend naissance dans l'Ouest d'Azazga au niveau de la route nationale RN12 regagnera la même route vers la sortie Est de cette ville, elle devra alors permettre de diminuer la charge sur l'ancienne route et donner une dynamique à l'économie régionale.



wondershare™

PDF Editor

# Chapitre I.

## Présentation du projet



# PDF Editor

### I.1 : Introduction :

La wilaya de Tizi-Ouzou a engagé à travers les plans quinquennaux 1999/2004 et 2005/2009, des programmes de développement et de mise à niveau des infrastructures de base d'un montant global de l'ordre de **252,18 Milliards de Dinars**, en mettant l'accent sur les schémas des principaux secteurs suivants. L'enseignement supérieur et l'éducation, L'habitat et l'urbanisme, L'énergie, (gaz et électricité), L'hydraulique, Les travaux publics, et en fin Les transports

Notre étude se base sur les travaux publics en générale, notamment les routes.

### I.2 : Présentation du projet :

Le projet de la déviation de la ville d'Azazga prend naissance au niveau de la route nationale RN12 au niveau de freha rejoignant la même route à la sortie Est d'Azazga en allant vers Yakourene, sur environ 8,5Km avec une direction Est-Ouest



Figure.I.1 : photos prise sur Google earth pour montre le début et fin du projet

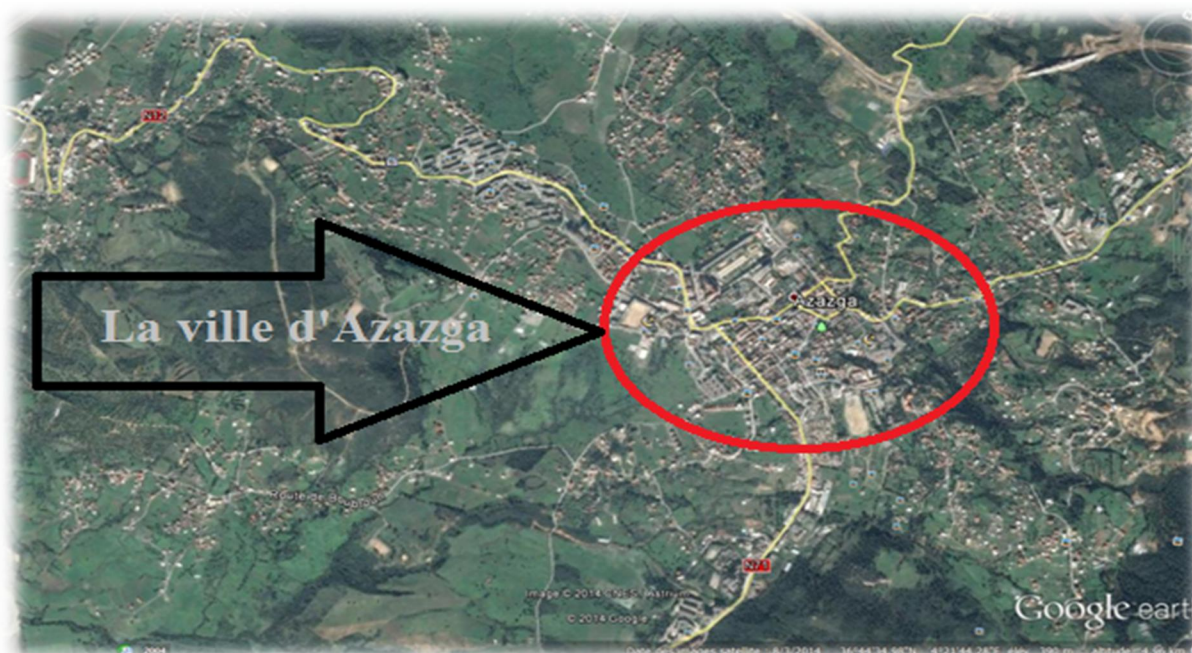


wondershare™

PDF Editor

**I.3 : Aperçu sur la ville d'Azazga :**

La ville d'Azazga se situe dans la wilaya de Tizi-Ouzou, elle est considérée comme une plaque tournante entre le centre et l'est du pays avec une superficie de **77,05 km<sup>2</sup>**. Sa population est de **34 683 habitants**, avec une densité de **450,1hab/km<sup>2</sup>**. Elle est située à **37 km** au nord-est de Tizi Ouzou et à **117 km** au nord-est d'Alger par la route nationale **RN12** à une altitude de **436 m**, **Figure I. 2 :**



**Figure.I.2 : photos prise sur Google earth pour montre la situation de la ville D'Azazga**

**I.4 : Principaux ouvrages :**

Dans le tableau ci-dessous, nous retrouvons la liste des ouvrages d'arts, échangeurs et carrefours installé sur le tronçon :

| <b>Localisation</b> | <b>Type d'ouvrages</b>              | <b>Fonction</b>                     |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Pk 25+146</b>    | échangeur demi trèfle + Dalou       | rétablissement de Communication     |
| <b>Pk28+515</b>     | Ouvrage d'art à poutre précontraint | Franchissement d'oued               |
| <b>Pk29+146</b>     | Echangeur en trèfle                 | Rétablissement de communication     |
| <b>Pk29+744</b>     | Ouvrage d'art à poutre précontraint | Franchissement d'oued <sup>TM</sup> |

**Figure.I.3 : les ouvrages principaux avec leurs types et Fonction**

**I.5 : Démarche de l'étude :**

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

- ✓ Etude du trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu
- ✓ Concevoir la géométrie en plan, en long et en travers du projet
- ✓ Dimensionnement du corps de chaussée
- ✓ Etude d'assainissement
- ✓ Conception de deux échangeurs
- ✓ Conception d'un carrefour
- ✓ Etude des impacts sur l'environnement
- ✓ Etude des dispositifs de sécurité, de signalisation et éclairage

L'itinéraire de la déviation se présente comme suit :

- ✓ Deux chaussées de 7m de largeur pour chacune
- ✓ Des accotements de «3m »
- ✓ Un terreplein central de « 3m »

**I.6 : Objet de l'étude :**

L'objectif principal assigné au projet est de :

- ✓ Dévier la ville d'Azazga
- ✓ D'assurer une fluidité de la circulation
- ✓ De sécuriser le voyageur sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- ✓ Eviter les Pertes de temps Pour les utilisateurs empruntant la route d'Azazga vers Tizi-Ouzou

**I.7 : Les contraintes du projet :**

- La ligne électrifiée sur tout le long de notre projet
- Le glissement du terrain à proximité des ouvrages du tracé au
  - **Pk 25+146**
  - **Pk28+515**
  - **Pk29+146**
  - **Pk29+744**
- Des propriétés privées au **PK 25 +730 TERRIAN RABIA**
- Chemin de fer (ancienne ligne)



wondershare™

PDF Editor

# Chapitre II.

## Etude du trafic



# PDF Editor

## II.1 : Introduction :

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un Pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et Constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, pour partie « stratégie, planification » sur la prévision des Trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- Apprécier la valeur économique des projets
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

## II.2 : Analyse du trafic :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet. Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages.
- Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs : les Enquêtes.

### II.2.1 : Les Comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages automatiques.
- Les comptages manuels.

#### II.2.1.1 : Les comptages automatiques :

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés. Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la Période ou le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de Comptages tournant.

#### II.2.1.2 : Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

**II.2.2 : La Connaissance des flux (les enquêtes):**

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des Comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on Peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée Sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou Seulement un quartier) on parle d'enquête cordon. Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

**II.2.2.1 : Enquêtes papillons ou distributions :**

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

**II.2.2.2 : Relevé des plaques minéralogiques :**

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

**II.2.2.3 : Interview des conducteurs :**

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis. On arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :

- Origine.
- Motif.
- Fréquence et durée.
- Trajet utilisé.

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

**II.2.2.4 : Les enquêtes à domicile – Enquête ménage :**

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un Interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

**Les données du trafic du projet**

Un comptage a été effectué en **2007** par le service concerné de la direction des travaux publique de la wilaya de Tizi Ouzou (D.T.P), pour estimer le trafic à l’horizon. Une projection est faite jusqu’à l’année **2034**, tout en sachant que la durée de vie de notre projet est estimée à **20ans**, et sa mise en service est prévue pour l’année **2014**

| comptage du Trafics (2007)V /J | Pourcentage du poids lourd (%) | Coefficient D’accroissement (%) | environnement | catégorie |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------|
| 27600                          | 10                             | 4                               | E2            | 2         |

**Tableau.II.1 : comptage du trafic**

**II.3 : Calcul de la capacité :**

**II.3.1 : Définition de la capacité :**

La capacité est le nombre de véhicules qui peuvent raisonnablement passer par une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminer.

La capacité s’exprime sous forme d’un débit horaire.

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

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

Avec:

**TJMAh** : Le trafic à l’année horizon.2014

**TJMAo** : Le trafic à l’année de référence.2007

**n** : Nombre d’année. (7ans)

**τ** : Taux d’accroissement du trafic (4%).

AN:

$$TJMA2014 = 27600. (1 + 0,04)^7 = 36319 v/j$$

$$TJMA2014 = 36319 v/j$$

Trafic a l’année (2034) pour une durée de vie de 20ans

$$TJMA2034 = 36319,717x(1 + 0,04)^{20} = 79580 v/j$$

$$TJMA2034 = 79580 v/j$$

**II.3.2 : Calcul des trafics effectifs:**

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

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (**U.V.P**). Le trafic effectif donné par la relation :

$$Teff = [(1 - Z) + P.Z].TJMAh$$

**Teff** : Trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)

**Z** : Pourcentage de poids lourds (10%).

**P**: Coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route. (4)

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

Tableau.II.2 : coefficient d'équivalence

$$P = 4$$

AN :

$$Teff = [(1 - 0,1) + 4x0,1]x79580 = 28649 \text{ uvp/j}$$

**II.3.3 : Débit de point horaire normal :**

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

$$QN = (\frac{1}{n})Teff$$

( $\frac{1}{n}$ ): Coefficient de pointe prise égale à 0,14

**QN**: est exprimé en **UVP/h**.

AN:

$$QN = 0,14x28649 = 4010 \text{ uvp/h} \quad QN = 4010 \text{ uvp/h}$$

**II.3.4 : Débit horaire admissible :**

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

$$Qadm = K1.K2.Cth$$

**K1** : Coefficient lié à l'environnement.

**K2** : Coefficient de réduction de capacité.

**Cth** : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Valeurs de K1

| Environnement | E1   | E2   | E3          |
|---------------|------|------|-------------|
| <b>K1</b>     | 0,75 | 0,85 | 0,90 à 0,95 |

Tableau.II.3 : coefficient lié à l'environnement

$K1 = 0,85$

Valeurs de K2 :

| environnement | Catégorie de la route |      |      |      |      |
|---------------|-----------------------|------|------|------|------|
|               | 1                     | 2    | 3    | 4    | 5    |
| E1            | 1,00                  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| E2            | 0,99                  | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 |
| E3            | 0,91                  | 0,95 | 0,97 | 0,96 | 0,96 |

Tableau.II.4 : coefficient de réduction de capacité

$K2 = 0,99$

Valeurs de Cth :

Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

| Nombre des voies de la route | Capacité théorique <i>uvp /h</i> |
|------------------------------|----------------------------------|
| Route à 2 voies de 3,5 m     | 1500 à 2000                      |
| Route à 3 voies de 3,5 m     | 2400 à 3200                      |
| Route à chaussées séparées   | 1500 à 1800                      |

Tableau.II.5 : Les capacités théoriques

AN:

On a:

$Qadm \leq QN \leftrightarrow K1.K2.Cth \leq QN$

$Cth \geq (QN/K1.K2)$

$Cth \geq (4010/0,99x0,85)$

$Cth \geq 4766 \text{ uvp/h}$

Remarque :

$Cth = 4766 \text{ uvp/h}$  N'existe pas dans le tableau donc: on choisit la valeur -max de la capacité d'une route expresse ce qui est dans notre cas- pour un sens de circulation

$Cth = 1800 \text{ uvp/h.}$

Donc :

$Qadm = 0,85 x 0,99 x 1800$

$Qadm = 1514 \text{ uvp/h}$

Le nombre de voies :

$n = S \times QN/Qadm$

On a  $S = 2/3 \leftrightarrow n = (2/3)x(4010,88/1514,7) = 1,747 \approx 2$

$n = 2 \text{ voie/sens}$

Calcul de la largeur totale :

$$L_{total} = 2.2. \text{ largeur de voie} + TPC + 2. \text{ Accotement}$$

$$L_{total} = 2 \times 2 \times 3,5 + 3 + 2 \times 3$$

$$L_{total} = 23m$$

Calcul de l'année de saturation de notre tracé en 2X2 voies:

$$T_{eff(2014)} = [(1 - 0,1) + 4 \times 0,1] 36319$$

$$T_{eff(2014)} = 47215$$

$$Q_{2012} = 0,14 \times 47215 = 6610 \text{ uvp/h}$$

$$\text{Donc : } Q_{2017} = 6610 \text{ uvp/h}$$

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

$$Q_{saturation} = 4 \times 6610 = 26440 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2017} \Rightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{26440,752}{6610,188}\right)}{\ln(1 + 0,04)} = 35,34 \approx 35 \text{ans}$$

$$\text{Donc : } n = 35 \text{ans}$$

D'où notre route sera saturée **35ans** après la mise en service.

Donc l'année de saturation est à: **L'année : 2049**

Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

| $TJMA_{2007}$<br>(v/j) | $TJMA_{2014}$<br>(v/j) | $TJMA_{2034}$<br>(v/j) | $T_{eff2034}$<br>(uvp/j) | $Q_{2034}$<br>(uvp/h) | N |
|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|---|
| 27600                  | 36319                  | 79580                  | 28649                    | 1514,7                | 2 |

Tableau.II.6 : Les différents trafics calculés

# Chapitre III.

## Étude géométrique du projet



wondershare™

PDF Editor

### III.1 Tracé en plan

#### III.1.1 Généralités :

L'élaboration du tracé en plan s'appuie sur les études préliminaires et en particulier les données recueillies au cours des études d'environnement sous forme de contraintes. Différentes considérations sont à prendre en compte.

Autrefois, le tracé d'une route n'était arrêté qu'en fonction des normes de l'époque et de la topographie. Puis la recherche de l'équilibre des terres déblais remblais a été intégrée, ensuite le trafic, et en fin l'économie.

Aujourd'hui, c'est l'environnement : faune, flore, sources, forêts, esthétique et bruit, toutes ces considérations sont à prendre en compte dès le début de l'étude, ce qui conduit à travailler par approches successives, en affinant les échelles au fur et à mesure des dossiers, depuis l'inscription jusqu'au projet détaillé. De ces éléments se dégagent 5 aspects essentiels :

- L'Aspect Génie Civil : c'est l'art du Volume.
- L'Aspect Fonctionnel : c'est l'art de la Surface.
- L'Aspect Economique : c'est l'art du Compromis.
- L'Aspect Environnement : c'est l'art de l'Ouverture.
- L'Aspect Politique : c'est l'art du Réalisme.

#### III.1.2 les règles à respecter pour le tracé en plan

- Eviter de passer sur les terrains agricoles si c'est possible.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques ; si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Appliquer les normes du B40 si c'est possible.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

#### III.1.3 Eléments du tracé en plan :

##### III.1.3.1 Les alignements droits :

La droite est l'élément géométrique le plus simple, mais les grands alignements droits sont très déconseillés. La longueur maximale d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute.

➤ **Longueur maximale :**

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

$$L_{max} = \frac{60 \times V(Km/h)}{3,6}$$

➤ **Longueur minimale :**

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

$$L_{min} = \frac{5 \times V(Km/h)}{3,6}$$

➤ **Application au projet**

| Vitesse                | 60 km/h | 80 km/h |
|------------------------|---------|---------|
| La longueur maximum(m) | 1000    | 1333,34 |
| La longueur minimum(m) | 83,34   | 111,11  |

Tableau III.1.1 : Calcul des alignements droit

### III.1.3.2 Les arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

➤ **La stabilité en courbe :**

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

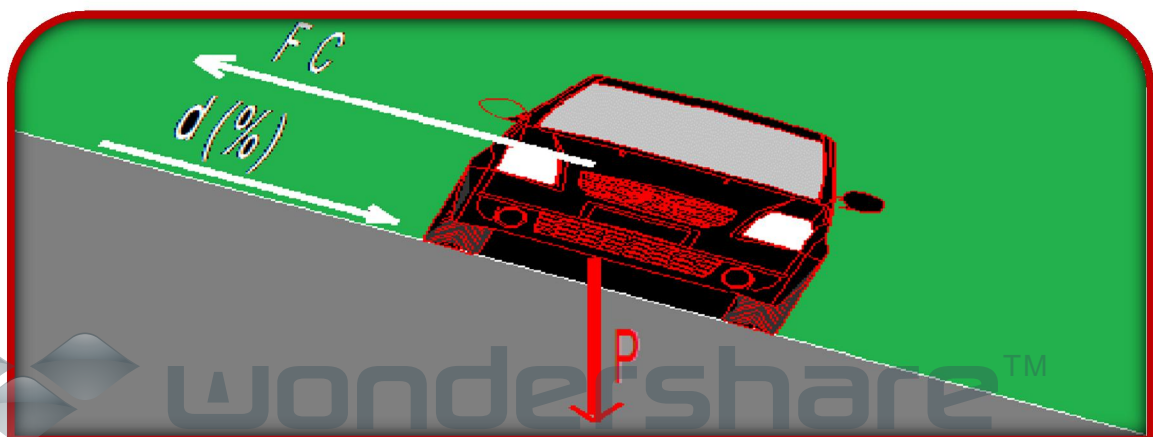


Figure III.1.1 : forces agissant sur un véhicule dans un virage

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

$$R \geq \frac{Vr^2}{130(ft+d)} \quad \text{Pour } g = 10 (m/s^2)$$

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127 (ft+d)} \quad \text{Pour } g = 9,81 (m/s^2)$$

**NB:** le Devers, ne doit pas être trop grand (risque de glissement), ni trop petit pour assurer un bon écoulement des eaux. Ceci nous conduit à la série de couples  $(R, d)$ . Le devers maximum correspond au rayon minimum absolu  $RHm$  avec :

**$d_{max} = 7\%$  Pour les catégories (1– 2).**

**$d_{max} = 8\%$  Pour les catégories (3 – 4).**

**$d_{max} = 9\%$  Pour la catégorie (5).**

➤ **Application au projet de B40**

|  | 60km /h     | 80km/h      |
|--|-------------|-------------|
| <b>Coefficient de frottement longitudinal (fl)</b> | <b>0.42</b> | <b>0.39</b> |
| <b>Temps de perception réaction (tpr)</b>          | <b>2s</b>   | <b>2s</b>   |

**Tableau III.1.2 : Coefficient de frottement longitudinal**

➤ **Conséquences de la stabilité :**

➤ **Rayon horizontal minimal absolu :**

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

$$RHm = \frac{Vr^2}{127 (ft + d_{max})}$$

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

➤ **Rayon minimal normal :**

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

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

➤ **Rayon au dévers minimal :**

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

Dévers associé  **$d_{min} = 2.5\%$ .**

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times d \text{ min}}$$

➤ **Rayon minimal non déversé :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (*Rhnd*).

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127 \times 0,035}$$

➤ **Application au projet**

| Rayon                     | 60km/h        |            | 80km/h         |             |
|---------------------------|---------------|------------|----------------|-------------|
|                           | Calculer      | du B40     | Calculer       | du B40      |
| <b><i>RHm</i>(7%)</b>     | <b>141,73</b> | <b>125</b> | <b>251,97</b>  | <b>250</b>  |
| <b><i>RHN</i>(5%)</b>     | <b>279,96</b> | <b>250</b> | <b>437,45</b>  | <b>450</b>  |
| <b><i>RHd</i>(2,5%)</b>   | <b>566,93</b> | <b>550</b> | <b>1007,87</b> | <b>1000</b> |
| <b><i>RHnd</i>(-2,5%)</b> | <b>809,90</b> | <b>800</b> | <b>1439,82</b> | <b>1400</b> |

Tableau III.1.3 : les différents Rayons

❖ **Remarque :**

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

➤ **Sur largeur :**

La sur largeur sera toujours reportée à l'intérieur de la courbe :  $S=50/R$

La largeur de voie minimale permettant à un poids lourd de type semi-remorque de ne pas déborder de sa voie est d'environ  $3,5 + (25 / R)$ ,  $R$  étant le rayon interne de la courbe exprimé en mètres.

Pour les petits rayons internes (5 à 10 m) cette largeur est plus proche de  $3,5 + (30 / R)$ .

Lorsqu'on ne peut pas offrir cette largeur, on peut admettre dans certains cas que le semi-remorque sorte de sa voie sur la gauche (lacet et autres virages avec bonne visibilité sur les routes à trafic lourd très faible), ou bien qu'il morde sur une bande dérasée, qui dans ce cas doit être revêtue et d'une structure suffisante.

$R$ : Rayon de l'axe de la route.

| Rayon(m)       | 15   | 25 | 30   | 40   | 50  | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 125 | 150  | 180  | 200   |
|----------------|------|----|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|
| Sur largeur(m) | 1,66 | 1  | 0,84 | 0,63 | 0,5 | 0,42 | 0,36 | 0,31 | 0,28 | 0,25 | 0,2 | 0,17 | 0,14 | 0,125 |

Tableau III.1.4 : Valeurs des sur largeurs

➤ **Courbe de raccordement:**

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbure lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer:

- La stabilité transversale du véhicule.
- La variation progressive des devers, et la courbure afin de respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique.
- Un trac élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

➤ **Types de courbe de raccordement:**

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

- **Parabole cubique:**

Est définie par l'équation :  $y=c.x^3$ . elle est peu utilisée et sa en raison de sa courbure vite atteinte (utilisé sur tout dans le tracé de chemin de fer).

- **Lemniscate:**

Est défini par l'équation est:  $K.F=(1/R)$ , sa courbe est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur  $F$ .

### III.1.3.3 Clothoïde:

C'est une spirale dont le rayon de courbure décroît dès l'origine jusqu'au point asymptotique ou il est nul.

➤ **Eléments de la clothoïde**

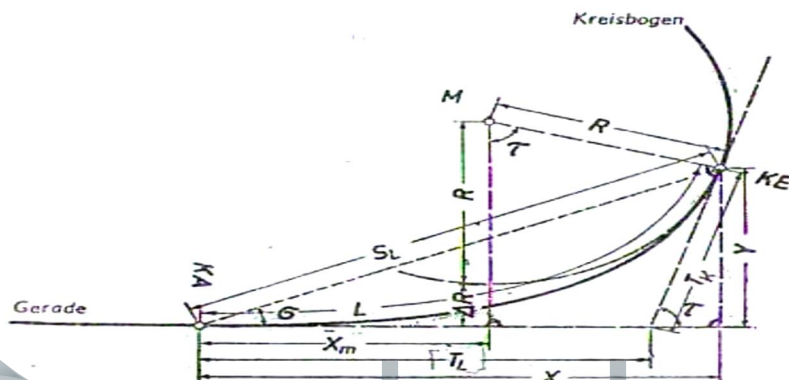


Figure III.1.2 : Elément de la clothoïde

**R:** Rayon du cercle.

**X:** Longueur de la branche de clothoïde.

**A:** Paramètre de la clothoïde.

**KA:** Origine de la clothoïde.

**KE**: Extrémité de la clothoïde.

**$\Delta R$** : Ripage.

**$\tau$** : Angle des tangentes.

**Tk**: Tangente courte.

**TL**: Tangente longue

**$\sigma$** : Angle polaire.

**SL**: Corde  $KE - KA$ .

**M**: Centre du cercle d'abscisse  $XM$

**XM**: Abscisse du centre du cercle  $M$  à partir de  $KA$ .

**Y**: Ordonnée du centre du cercle  $M$  à partir de  $KA$

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

- **Condition de confort optique :**

Elle permet d'assurer à l'utilisateur d'une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure ou égale à  $3^\circ$ . soit  $1/18$ ème de radian  $\tau \geq 3^\circ$  soit  $\tau \geq 1/18$

**Règles générales (B40) :**

$$A_{min} = R/3 \quad \text{Et} \quad R > A \geq R/3$$

Pour  $R < 1500 \rightarrow \Delta R = 1m$  (éventuellement 0,5m) d'où  $L_1 = (24R\Delta R)^{1/2}$

Pour  $1500 < R < 5000 m$   $\tau \geq 3^\circ$  c'est-à-dire  $L_1 = R/9$

Pour  $R < 5000 \rightarrow \Delta R$  limité à  $2.5 m$  soit  $L_1 = 7.75(R)^{1/2}$

- **Condition de confort dynamique:**

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération Transversale, est imposé à une variation limitée.

**D'où :**

$$L = \left[ \frac{Vr^2}{18} \left( \frac{Vr^2}{127 R} - \Delta R \right) \right]$$

**Vr**: vitesse de référence en (Km /h).

**R** : Rayon en (m).

**$\Delta d$**  : Variation de dévers.

- **Condition de gauchissement :**

Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

$$L \geq (l \times \Delta d \times Vr)$$

**L**: Longueur de raccordement.

***l***: Largeur de la chaussée.

**$\Delta d$** : Variation de dévers.

**Nota:** on peut vérifier la condition de gauchissement et de confort dynamique en appliquons la formule :

Cette variation est limitée à 2% :  $L \geq \frac{5 \times \Delta d \times v_r}{36}$

#### III.1.3.4 Combinaison des éléments du tracé en plan :

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

- **Courbe en S :**

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



Figure III.1.3 : Courbe en S

- **Courbe à sommet :**

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

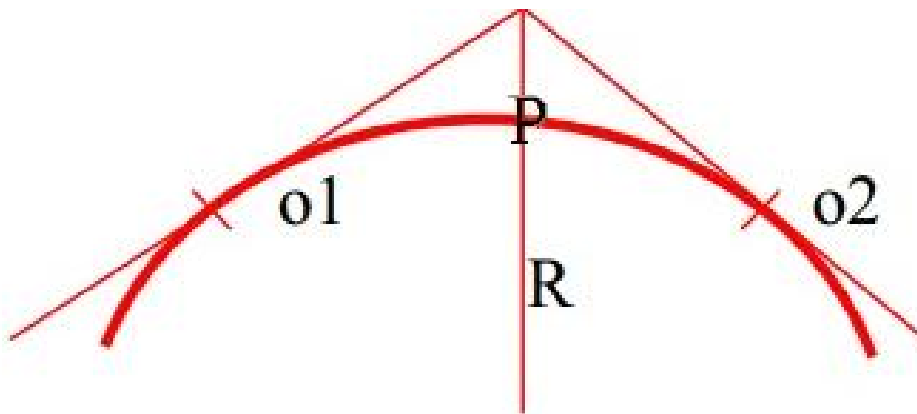


Figure III.1.4 : Courbe à sommet

- **Courbe en C :**

Une courbe constituée de deux (02) arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre

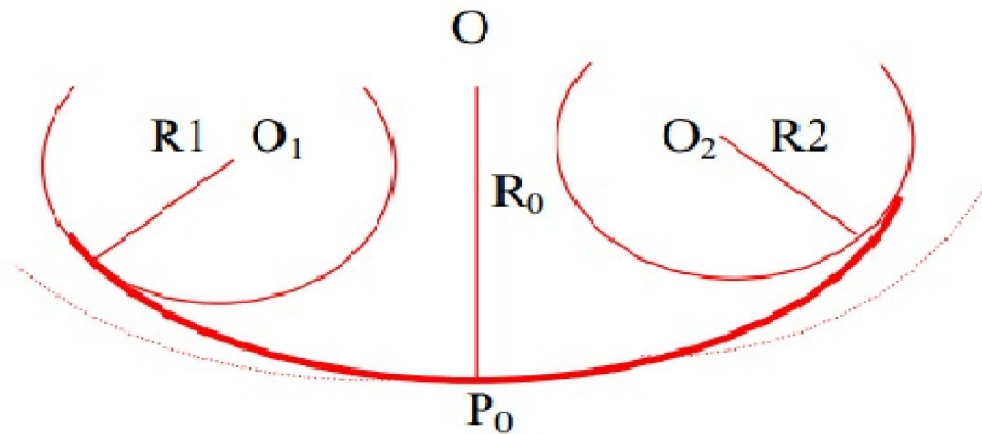


Figure III.1.5 : Courbe en C

- **Ove:**

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

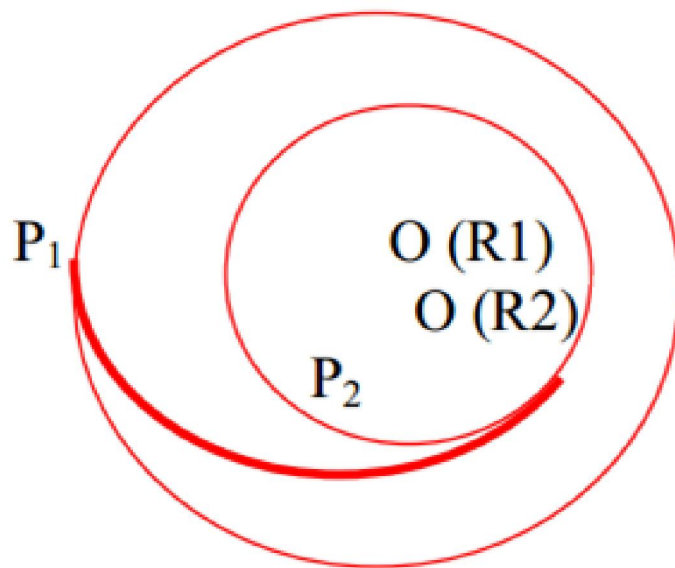


Figure III.1.6 : Ove

### III.1.3.5 La vitesse de référence:

La vitesse de référence ( $V_r$ ) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route. Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief...etc.).

**Choix de la vitesse de référence :** Le choix de la vitesse de référence dépend de

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

**Vitesse de projet :**

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

**Pour notre projet la vitesse de référence est comme suit :**

- **La RN 12**  $V_r = 80 \text{ Km/h.}$
- **La déviation**  $V_r = 80 \text{ Km/h.}$
- **Les rampes**  $V_r = 60 \text{ Km/h.}$

**Les normes(B40) sont résumées dans le tableau suivant :**

| Paramètres          | Symboles          | ENV.2. |     |     |
|---------------------|-------------------|--------|-----|-----|
| Catégorie -2        | $V_r$             | 80     | 60  | 40  |
| Rayon min absolu    | $RH_m(7\%)$       | 250    | 125 | 47  |
| Rayon min normal    | $RH_N(5\%)$       | 450    | 250 | 125 |
| Rayon au dévers min | $RH_d(2.5\%)$     | 1000   | 567 | 250 |
| Rayon non déversé   | $RH_{nd}(-2.5\%)$ | 1400   | 810 | 360 |

**Tableau III.1.5 : Rayons en plan et devers associés (C2-E2)**

**III.1.4) : Calcul d'axe :**

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin.

On a le tableau des coordonnées (x, y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte topographique et les rayons choisis pour les différentes directions.

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

- Calcul des gisements.
- Calcul de l'angle  $\gamma$  entre les alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Calcul de la corde polaire SL
- Vérification de non- chevauchement.
- Calcul de l'arc en cercle.
- Calcul de des coordonnées de points particuliers.
- Calcul de kilométrage des points particuliers.

### III.I.5) : Exemple de calcul du tracé en plan :

Nous avons calculé une partie de l'axe (boucle)

Rayon  $R = 450m < R_{hnd}$  (Raccordement avec Clothoïde)

**S0 (648855.849, 385604.558)**

**S1 (649357.749, 385314.754)**

**S2 (650110.077, 385892.250)**

#### III.1.5.1) : Caractéristiques de la courbe de raccordement :

- **Détermination de A :**

$$R = 450m < 1400m \Rightarrow R/3 < A < R$$

$$\Rightarrow 450/3 < A < 450$$

$$\Rightarrow 150 < A < 450$$

On prend:  $A = 200m$  (raccordement symétrique).

- **Détermination de L :**

$$L = A^2/R = 200^2/450 = 88.889m$$

- **A partir des tables de clothoïdes on tire :**

$$L/R = 88.889/450 = 0.1975308$$

$$X_m/R = 0.098733$$

$$\frac{DR}{R} = 0.001623$$

$$\frac{X}{R} = 0.197338$$

$$X_m = 44.429 \text{ m}$$

$$DR = 0.730 \text{ m}$$

$$X = 88.802 \text{ m}$$

$$Y/R = 0.006499$$

$$Y = 2.924 \text{ m}$$

- **Calcul des gisements**

$$|DX| = |XS1 - XS0| = 501.9 \text{ m}$$

$$|DY| = |YS1 - YS0| = 289.804 \text{ m}$$

$$|DX1| = |XS2 - XS1| = 752.328 \text{ m}$$

$$|DY1| = |YS2 - YS1| = 577.496 \text{ m}$$

D'ou:

$$\left\{ \begin{aligned} G_{s1}^{s0} &= 300 + \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) = 330.002 \text{ grade} \\ G_{s2}^{s1} &= 200 - \arctg\left(\frac{|\Delta y_1|}{|\Delta x_1|}\right) = 162.489 \text{ grade} \end{aligned} \right.$$

- **Calcul des distances:**

$$\overline{s_1 s_0} = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta Y^2)} = 579.560 \text{ m}$$

$$\overline{s_2 s_0} = \sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2)} = 948.419 \text{ m}$$

- **Calcul de l'angle  $\gamma$**

$$\gamma = |200 + G_{s2}^{s1} - G_{s1}^{s0}| = 32.487 \text{ grade} \Rightarrow \gamma = 32.487 \text{ grade}$$

- **Condition optique**

$$\tau > \frac{1}{18} \text{ rad}$$

- **Calcul de l'angle de braquage ( $\tau$ ):**

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = 6.287 \text{ grade}$$

- **Vérification de non chevauchement :**

$$\gamma/2 = 16.243$$

- **Calcul De Tangente :**

$$T = X m + (R + \Delta R) \text{tg}(\gamma/2) = 175.745 \text{ M}$$

- **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = 88.850 \text{ m}$$

- Calcul de  $\sigma$  :

$$\sigma = \arctg \frac{Y}{X} = 1.885 \text{ grades}$$

- Calcul de l'arc de cercle :

$$b = KE1 K E2$$

$$b = \frac{[\pi.R(\gamma-2\tau)]}{200} = 140.756 \text{ m}$$

- Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - T \times \sin(G_{S0}^{S1}) = -324.571m \\ Y_{KA1} = X_{S1} - T \times \cos(G_{S0}^{S1}) = 649.205m \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - S_L \times \sin(G_{S0}^{S1} - 200 + \sigma) = -390.716m \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - S_L \times \cos(G_{S0}^{S1} - 200 + \sigma) = -374.128m \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = X_{S1} + T \times \sin(G_{S2}^{S1} - 200) = -395.509m \\ Y_{KA2} = X_{S1} + T \times \cos(G_{S2}^{S1} - 200) = 515.233m \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - S_L \times \sin(G_{S0}^{S1} - 200 - \sigma) = -381.070 \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S_L \times \cos(G_{S0}^{S1} - 200 - \sigma) = -263.193 \end{cases}$$



wondershare™

PDF Editor

## III.2 Profil en long

### III.2.1 Définition :

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

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

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

- Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.
- Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue : le premier et le problème de confort pour le deuxième.

### III.2.2 Tracé de la ligne rouge :

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu :

- D'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux.
- De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- D'éviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais qui risque de créer de contraintes à savoir :

Celles qui sont liées aux difficultés de terrassement et à l'évacuation des eaux pluviales.

Le remède est soit de relever ce point au dessus du terrain naturel soit d'atténuer les déclivités arrivant de chaque côté de ce point bas.

- D'éviter les hauteurs excessives de remblais.
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- D'adapter une déclivité minimale de 0.5% qui permettent d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

### III.2.2.1 Définition de la déclivité:

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

#### III.2.2.1.1 Déclivité minimale :

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0,5 % et de préférence 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la chaussée.

#### III.2.2.1.2 Déclivité maximale :

Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au niveau de service. Selon le B-40 on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Catégorie C2} \\ \text{Environnement E2} \end{array} \right. \quad P_{max} = 7 \%$$

### III.2.2.2 Raccordement du profil en long :

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long. A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

#### III.2.2.2.1 Raccordement convexe (angle saillant) :

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

- de confort.
- de visibilité.
- D'esthétique.

**A- Condition de confort :** Lorsque le profil en long comporte une forte convexité, le véhicule subit une accélération verticale importante qui modifie sa stabilité et gêne les usagers. La condition de confort consiste à limiter l'accélération verticale est représentée par la formule suivante :

Pour la catégorie 1-2

$$\frac{V^2 r}{Rv} \leq \frac{g}{40} \Rightarrow Rv \geq \frac{V^2 r \times 40}{g}$$

Pour la catégorie 3-4-5

$$\frac{V^2 r}{Rv} \leq \frac{g}{30} \Rightarrow Rv \geq \frac{V^2 r \times 30}{g}$$

Avec :

$v = V/3.6$  Et  $g$  (accélérations de la pesanteur) =  $10\text{m/s}^2$ .

$Rv$  : Étant le rayon de raccordement.

Donc :

$$Rv \text{ min} \geq 0,3V^2B \quad \text{Cat 1-2}$$

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base ( $VB = 80\text{km/h}$ ) est de :

$$Rv \text{ min} \geq 0,3V^2B \geq 1920 \text{ m}$$

### B- Condition de visibilité:

La visibilité est assurée lorsque l'œil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance de manœuvre de dépassement  $d_1$  déterminée par la relation :

$$R = \frac{d_1^2}{2(\sqrt{h_0} + h_1)}$$

$h_0$  : étant la hauteur de l'œil et  $h_1$  la hauteur de l'obstacle. Pour les chaussées bidirectionnelles, les valeurs obtenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 0,10m de hauteur la visibilité d'un véhicule de 0,20m de hauteur à la distance de visibilité de manœuvre de dépassement  $dM$ .

$$Rvm = 0,09 \times dM^2 \times Vr$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après leB40) sont récapitulées dans le tableau suivant :

| Valeurs (m) | Rayon   | Symbole |
|-------------|---|---------|
| 2500        | Min absolu  | $RVm$   |
| 6000        | Min normale                                       | $RVn$   |
| 11000       | Assurant la distance de visibilité de dépassement | $RVD$   |

Tableau III.2.1 : Rayon convexe (C2, E2)

### C- Condition esthétique :

Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie,

d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte.

### III.2.2.2.2 Raccordement concave :

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

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant

| Valeurs (m) | Rayon      | symbole |
|-------------|------------|---------|
| Min absolu  | <i>RVm</i> | 4500    |
| Min normale | <i>RVn</i> | 4500    |

Tableau III.2.2 : Rayons concaves (C2, E2)

### III.2.3 Exemple de calcul de profil en long:

#### III.2.3.1 Cas d'un rayon concave :

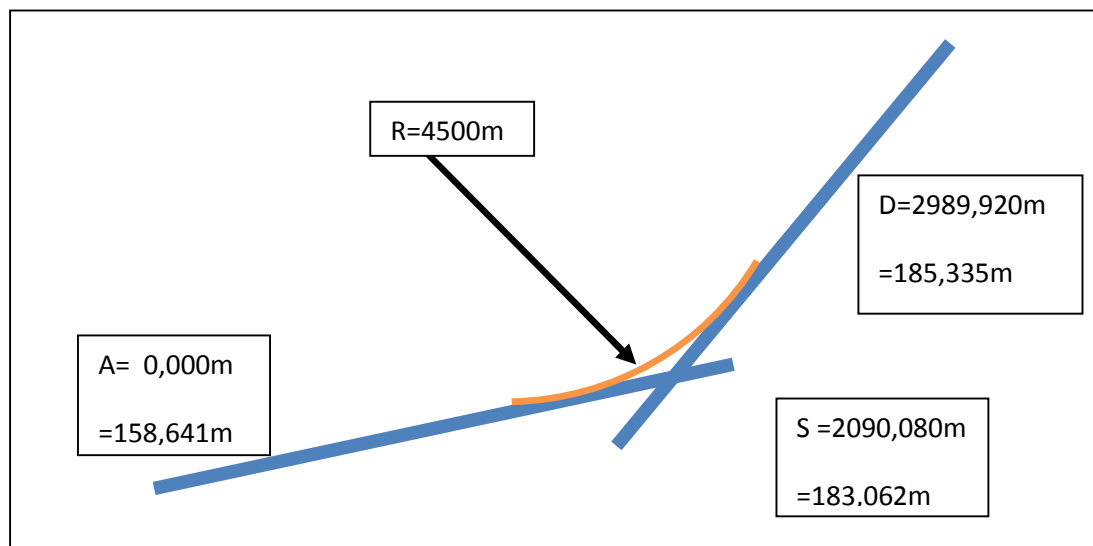


Figure III.2.1 : courbe concave

- Calcul des pentes :

$$P1 = \frac{\Delta Z}{\Delta X} \times 100 = 1,167 \%$$

$$P_2 = \frac{\Delta Z}{\Delta X} \times 100 = 3,385 \quad \%$$

- Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} \times (P_2 - P_1) = 49,905 \quad m$$

- Calcul de la bissectrice :

$$H = \frac{T^2}{2 \times R} = 0,276 \quad m$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T = 2041,015 \quad m \\ Z_B = Z_S + T - |P_1| = 2,718 \quad m \end{cases}$$

$$C \begin{cases} X_C = X_S + T = 2140,825 \quad m \\ Z_C = Z_S - T \times |P_2| = 4,507 \quad m \end{cases}$$

- Calcul de la longueur de raccordement :

$$L = 2 \times T = 99,81 \quad m$$

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

$$J/A \begin{cases} X_{J/A} = R \times P_1 = 52,515 \quad m \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P_1 - \frac{(X_{J/A})^2}{2 \times R} = 0,306 \quad m \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_B + X_{J/A} = 2093,53 \quad m \\ Z_J = Z_B - Z_{J/A} = 2,412 \quad m \end{cases}$$

### III.2.4 . Conclusion :

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel PISTE 5.05 et les résultats du calcul sont joints dans l'annexe. On remarque bien que le calcul et le même que le calcul automatique



wondershare™

PDF Editor

### III.3 : Profil en travers

#### III.3.1 Définition :

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

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, système d'évacuation des eaux etc....)



Figure III.3.1 : profile en travers en section

#### III.3.2 Les éléments du profil en travers :

- **La chaussée:**

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

- **La largeur roulable :**

Elle comprend les sur largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt.

#### **Plate forme:**

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

- **L'assiette:**

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

- **L'emprise:**

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

- **Les accotements:**

En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt
- Une berme extérieure.
- Le terre-plein central:

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

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

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

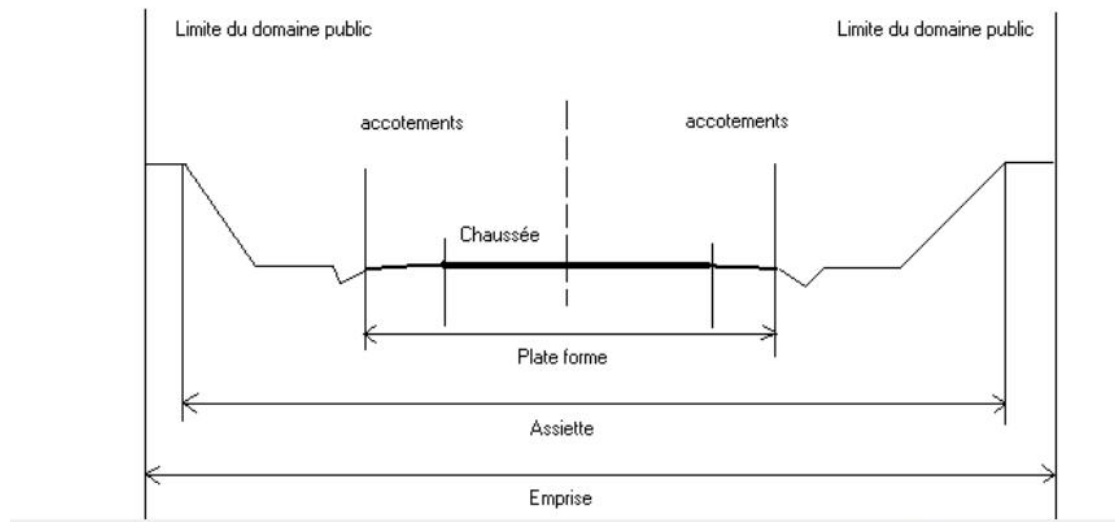


Figure III.3.2 : Éléments constitutifs du profil en travers.

### III.3.3 Classification du profil en travers :

Il existe deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.
- 

#### III.3.3.1 Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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

### III.3.3.2 Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance de 20 m.

**III.3.3.2.1 Profil en travers type de la déviation de la ville d'Azazga :** Le profil en Travers type est ( $2 \times 2$  voies), est constitué de:

- Chaussée  $2 \times (2 \times 3.50)$  ..... 14.00m
- Accotement  $2 \times 3$  ..... 6.00m
- TPC ..... 3.00m

Donc la largeur totale de la déviation de la ville d'Azazga est égale à 23 m.

### III.3.3.2.2 Profil en travers type de l'évitement :

Le profil en Travers type est ( $2 \times 1$  voies), est constitué de:

- Chaussée  $2 \times 3.50$  ..... 7.00m
- Accotement  $2 \times 3$  ..... 6.00m

Donc la largeur totale de l'évitement est égale à 13.00m.

### III.3.3.2.3 Profil en travers sous l'ouvrage d'art :

La route qui passe sous l'ouvrage d'art a des bandes d'arrêts en section courante, et les sont en générale maintenues sous l'ouvrage sans réduction de largeur. D'après l'ICTAAL, la distance de parement intérieur d'un appui latéral aux bords de la chaussée la plus proche est fixée à 2m quel que soit la vitesse de référence.

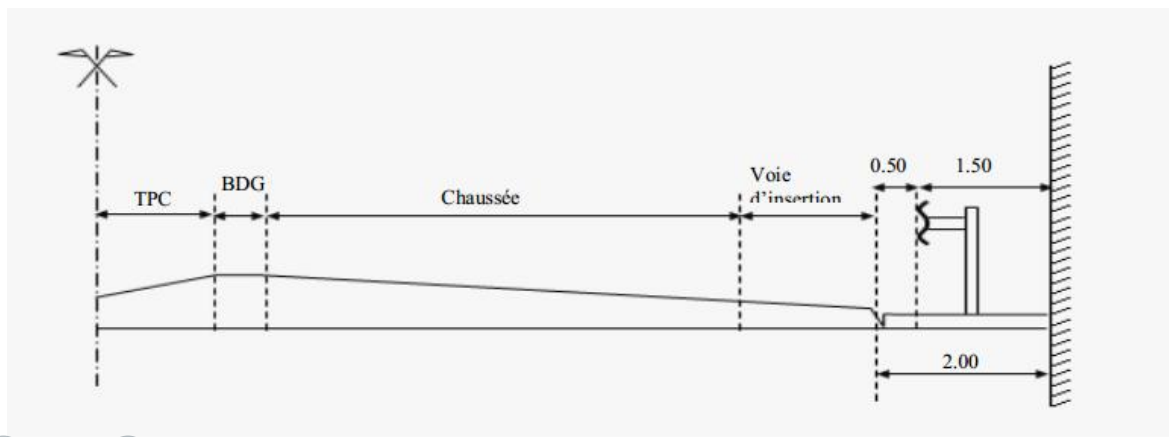


Figure III.3.3 : Profil en travers sous l'ouvrage d'art.

### III.3.4 Conclusion

La Largeur des voies d'insertion est de 3.50 m pour la déviation de la ville d'Azazga et 3.50 m pour l'évitement.

### III.4 Cubatures

#### III.4.1 Introduction :

La réalisation d'une infrastructure de travaux publics nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet. Pour les voies de circulations celles ci sont très visibles sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport à la terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements))

#### III.4.2 Définition:

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet à fin 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.

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

#### III.4.3 La méthode de calcul des cubatures :

Ayant dessiné le profil en travers du terrain au droit des section transversales de la plate forme de voie (une fois tous les 25m et à chaque point de changement de déclivité) de la ligne rouge ou du profil en long du terrain naturel). Nous considérons (sur ce profil en travers du terrain naturel, le profil type lui correspondant (profil en travers type en remblai, en alignement droit ou en courbe)

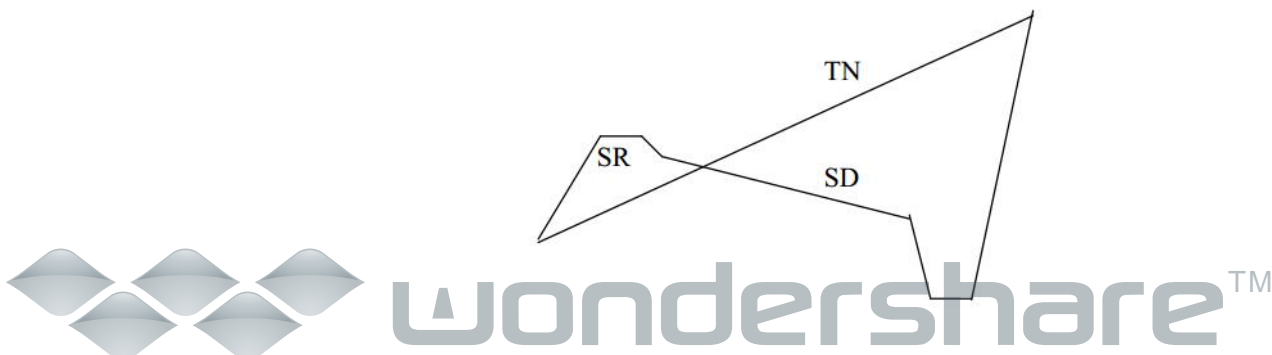


Figure III.4.1 : Exemple d'une surface de remblai et déblai

Nous calculons les surfaces SD et SR de déblai et de remblai pour chaque profil en travers

### III.4.3.1 La formule de SARRAUS :

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux ou formule au prismoïde

$$V = \frac{h}{2}(S1 + S2 + S3)$$

Où  $h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_0$  désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.
- Surface limitée à mi-distances des profils.

Adoptons la figure ci-dessous qui présente les profils en long d'un tracé donné.

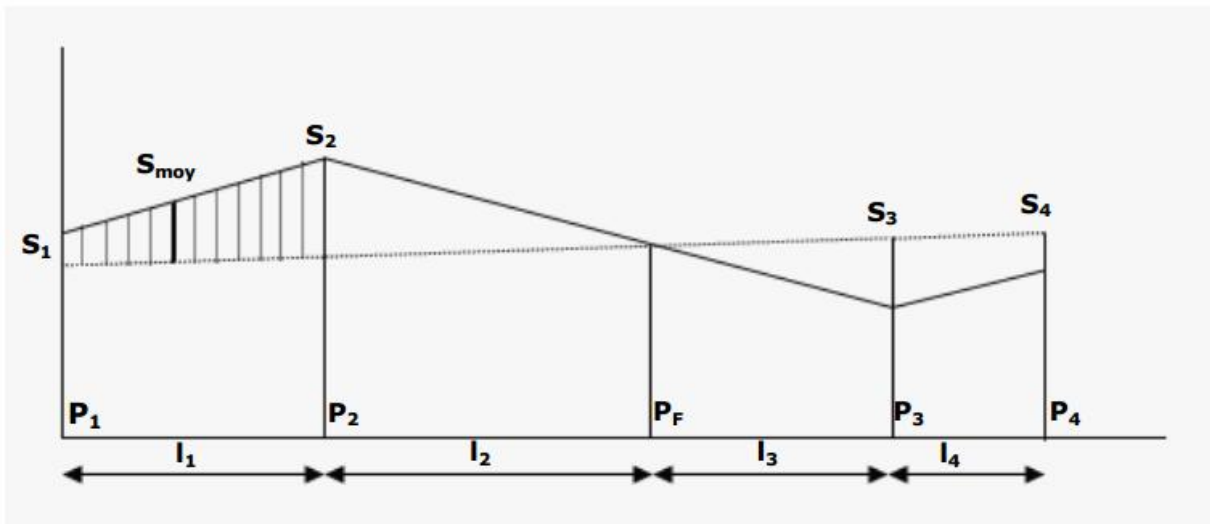


Figure III.4.2 : Profil en long d'un tracé donné

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

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S1 + S2 + 4S_{moy})$$

$P_f$ : profil fictif ne surface nulle

$S_1$ : et  $S_2$  : surface des deux profils en travers  $P_1$  et  $P_2$

$l_i$  : distance entre ces deux profils

$S$ : Base intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance de  $P_1$  et  $P_2$ )

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

Donc les volumes seront:

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = \frac{l_1}{2}(S_1 + S_2) \quad \text{Entre } P_2 \text{ et } P_f : V_2 = \frac{l_2}{2}(S_1 + S_0)$$

$$\text{Entre } P_f \text{ et } P_3 : V_3 = \frac{l_3}{2}(S_0 + S_3) \quad \text{Entre } P_3 \text{ et } P_4 : V_4 = \frac{l_4}{2}(S_3 + S_4)$$

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

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

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

### III.4.3.2 La méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné. Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

### III.4.3.3 La méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

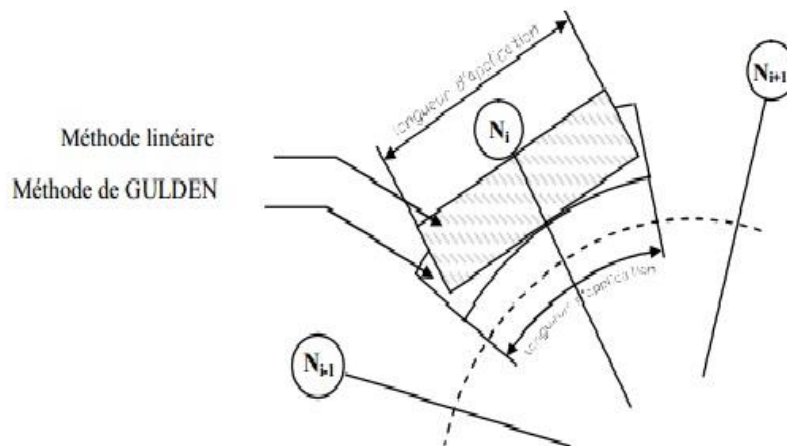


Figure III.4.3 : Exemple de la méthode linéaire et de GULDAEN

### III.4.4 Calcul des cubatures de terrassement :

La méthode choisie pour le calcul est celle de GULDEN et elle a été effectuée à l'aide du logiciel piste (5.05). Les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe.

# Chapitre IV.

## Etude géotechnique



# PDF Editor

### IV.1 : Introduction :

Les études géotechniques sont nécessaires pour mesurer l'avant projet sommaire, l'incident des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en termes de coût. On peut dire aussi que La géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur les données recueillies lors d'essais en laboratoire et sur terrain.

L'étude géotechnique du site est basée essentiellement sur la description géomorphologique et lithologique, l'interprétation des mouvements gravitaires et l'estimation des tassements, le recensement des gîtes à matériaux et en fin le dimensionnement des couches d'assise.

### IV.2 : Les études géologiques :

#### Introduction

L'étude géologique s'avère d'une nécessité et importance indiscutable, et doit intervenir bien en amont de toute étude pour contribuer au choix du tracé, à détecter ses points critiques (durs), et à bien connaître la nature du terrain qui servira d'assise pour le projet, afin d'éviter ou du moins limiter d'éventuels problèmes pouvant se poser en phase de réalisation ou après.

- **Géologie de site :**

La description litho stratigraphique de la région d'étude est basée essentiellement sur les essais in situ représentés par les puits de reconnaissance, et les sondages carottés.

La topographie de notre site est plane elle est représentée en superficie par les argiles et les marnes qui couvre la totalité de la surface de notre projet.

- **Géologie locale :**

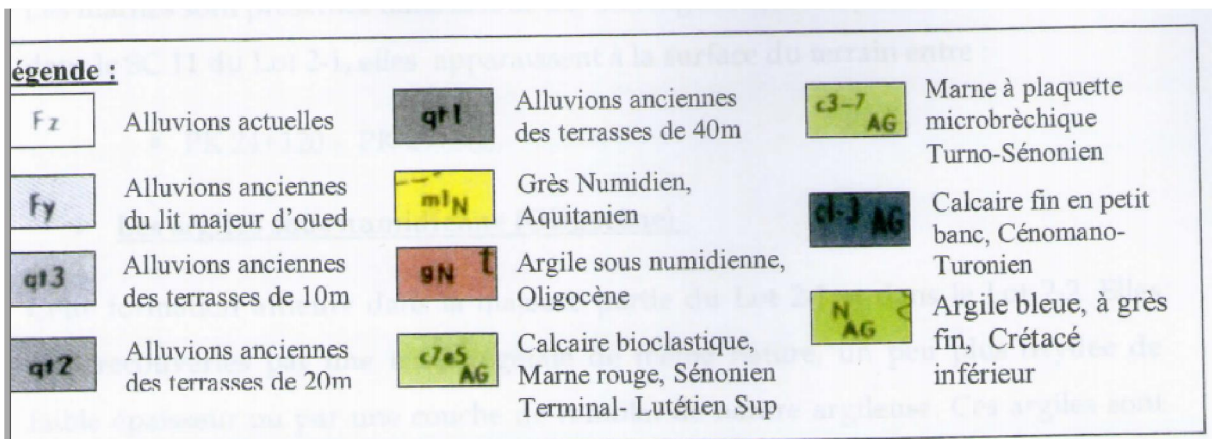
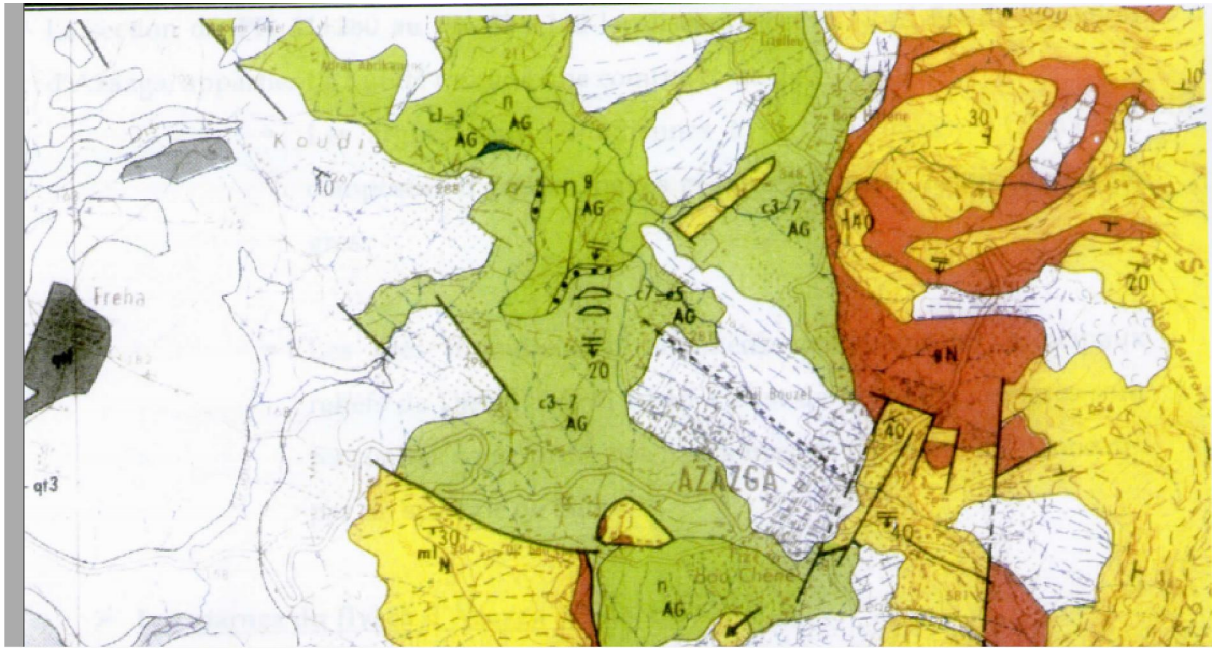
La consultation de la carte géologique Azefoune-Azazga (Feuille N° 9/24au1/50 000e), montre que le tracé traverse deux unités géologiques principales allochtones séparées par un contact anormal majeur passant à l'Est d'Azazga de direction Nord Sud, et des dépôts quaternaire et actuels (**Figure IV.1**).

- **Sismicité:**

En se référant au document technique réglementaire **DTR BC2-48** des règles parasismiques algériennes **RPA 99/2003**, le site d'Azazga est classée dans la zone de moyenne sismicité **Zone IIa**, avec un coefficient d'accélération horizontale égal à  **$A_g = 0,20g$**

- **Conclusion :**

Les sondages carottés et les puits de reconnaissances proche de notre site, montre que la géologie du tracé est : **argilo et marneux a petits bancs de grès**



**Figure IV.1 : Extrait de la carte géologique d'Azefoune-Azazga (Feuille 9/24 au 1/5 0000, publié, 1998 par le Service Géologique de l'Algérie)**

**IV.3 : Les études Hydrographie et hydrogéologie:**

**IV.3.1 : Introduction :**

Le drainage judicieux des eaux superficielles et souterraines garantit la pérennité de l'infrastructure, par conséquent la connaissance de l'hydrogéologie du présent projet est nécessaire, on distingue les :

- Les eaux superficielles (les oueds, la pluie,...)

- Les eaux souterraines (les nappes d'eaux,...)

### IV.3.2 : Hydrographie et hydrogéologie du site :

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface, ces études détermineront ensuite l'incident du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

- **Hydrographie :**

C'est une science qui traite des cours d'eaux et des eaux stable d'une région. L'examen des chiffres mensuels des débits correspondants aux différents oueds de la région d'étude, fait ressortir un régime simple, et n'observant pas des crues violentes sur ces oueds. L'objectif principal de l'étude hydrologique et de donner au préalable les dimensions des obstacles hydrauliques.

- **Hydrogéologie :**

C'est une Branche de géologie spécialisée dans la découverte et le captage des eaux du sous-sol. L'étude hydrogéologique de la région montre que la nappe phréatique se trouve à une profondeur qui varie entre 11,50 m, et 14,80 m. (terrain agricoles).

### IV.4 : Objectif :

Afin d'appréhender le comportement du sol support / structure, une campagne de reconnaissance géotechnique a été élaborée conformément aux besoins du projet, et Ce pour :

- Calculer les contraintes admissibles aux droits des fondations des ouvrages d'art et dalots.
- Etudier la stabilité des parois des talus de déblais et remblais importants, en préconisant par besoin les modalités de confortements ou de protections nécessaires à leur stabilité.
- Classer les matériaux issus des déblais, et des gites d'emprunts, selon le guide GTR, pour leur éventuelle réutilisation en remblai, couche de forme et structure de chaussée; avec estimation de leur volumes.
- Dimensionner la structure de chaussée.



**IV.5 : Les étapes à suivre pour faire un rapport géotechnique routier :****Etape 01 : Etude préalable**

Nous prenons connaissance de la documentation géologiques du site sur lequel le projet doit être implanté grâce aux cartes géologiques et aux données récoltées sur les chantiers antérieurement réalisés dans le secteur. Nous prenons également connaissance de l'atlas des carrières afin de savoir s'il se trouve sur le site.

Grâce à ces données, nous pouvons déterminer le type de sondage qui nous permettra d'étudier le sous-sol.

**Etape. 02 : Collecte d'information**

Nous rassemblons un maximum d'informations auprès de notre client sur la topographie des réseaux (gaz eau électricité, etc ..... ) et nous nous informons sur son projet de construction

**Etape. 03 : Visite du site**

Cette visite effectuée par des ingénieurs géotechniciens nous permet d'évaluer concrètement les données de l'étude

**Etape. 04 : Etablissements du devis****Etape. 05 : Acceptation du devis par le client****Etape. 06 : Programmation des travaux et organisation du chantier****Etape. 07 : Réalisation des forages et des sondages**

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

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

Les forages peuvent être réalisés soit :

- **Manuellement :** ce sont des puits creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas **3 à 4m**
- **A la tarière :** la tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol la profondeur de la reconnaissance est limitée à une dizaine de mètres et la nature de sol est identifiée visuellement



WonderShare™

PDF Editor



**Figure IV.2 : outil de forage**

- **A la sondeuse :** On peut atteindre des dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées. les couches de sols sont identifiées visuellement

**B : Le programme de reconnaissances à suivre l'or d'un remblai de  $H < 5m$**

Cette zone ne présente pas un danger particulier vu de sa hauteur  $H < 5m$ , quelque soit la nature du sol donc pas de reconnaissance spécifique pour cela on doit réaliser :

- Quelque puits (une dizaine bien répartie)
- Quelque pénétromètre statique dont 1 ou 2 à proximité des puits
- Prélèvement d'échantillons intacts pour les essais de laboratoires

**Le cas d'un remblai de hauteur de  $H > 10m$**

Cette zone nécessite une reconnaissance spécifique pour vérifier

- La stabilité à long terme des remblais
- La stabilité à court terme des remblais
- Le tassement de consolidation (odomètre)
- Le de consolidation (perméabilité à l'odomètre)

Tous ces essais nécessitent :

- Le prélèvement d'échantillon intact à différentes profondeurs
- (2) à (3) sondage carottés de 12m à 14m jusque à atteindre la couche de calcaire d'au moins 1m dans cette couche
- (5) ou (6) pénétromètre un au moins sera implanté à proximité d'un sondage
- (4) à (6) essais de cisaillement au triaxial

**C. Le programme de reconnaissance à suivre l'or d'un déblai de H<10m**

A. fixer définitivement les pentes de talus (réalisé des sondages carottés, dans le cas de présence d'eau on équipe les sondages par des piézomètres)

- Prélèvement d'échantillons intacts
- Réalisation d'essais de laboratoire
- Définir les technique d'extraction et la possibilité de réutilisation des sols rencontré ainsi que les travaux au niveau de l'arase des déblais

**B. prélever des échantillons remaniés pour définir et délimiter les types de sol rencontré**

- Etablir les coupes de puits (3 à 4)
- Faire des essais de laboratoire (d'identification)

**ETAPE 08 : Réalisation des essais mécanique du sol (Elasticité compactage ETC .....**

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place
- Soit le prélèvement d'échantillon pour les besoins d'essais de laboratoire dans la plupart des cas ces deux éléments sont combinés

**IV.6 :Etude géotechnique****IV.6.1 : Les différents essais en laboratoire :**

- Les essais caractérisent la nature des sols. La granulométrie est réalisée par analyse granulométrique par tamisage pour **D >100mic** et par **sédimentrométrie** pour **D <100mic**. la mesure d'argilosité est réalisée soit par la mesure des **limites d'Atterberg**, soit par la mesure de l'équivalent de sable, soit par essai au bleu de méthylène.
- Des essais caractérisent l'état des matériaux. la mesure de la teneur en eau par comparaison avec des critères spécifiques au matériau permet de définir la quantité d'eau correspondant à la **résistance maximum**.
- Des essais caractérisent le comportement du sol au compactage on a recourt le plus souvent à l'essai **Proctor** normal ou modifié.
- Des essais déterminent le comportement mécanique du sol sous le trafic. Il s'agit de l'**essai CBR** (immédiat et après immersion) ; de l'essai à la plaque, de l'essai à la **dyn plaque** et de l'essai de déflexion sous jumelage.

- Des essais caractérisent le comportement vis-à-vis des agressions mécaniques. il s'agit principalement de la mesure de la fragmentabilité :
- Essai **micro-deval** et **los Angeles**
- Essai de **gélifraction**
- Essai **d'altérabilité**

#### IV.7 : Les essais d'identification:

##### IV.7.1 : Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (**soit au passant de 2 mm, soit au passant de 80  $\mu\text{m}$  (52 – 98%)**) Qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (pauvres en fines) ; C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

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

##### A) Pour les argiles :

- **Densité sèche:**  $1.59 < y_d < 2.11 \text{ t/m}^3$
- **Densité apparente:**  $1.3 < y_h < 2.18 \text{ t/m}^3$
- **Teneur en eau:**  $8.56 < W < 36.38\%$
- **Degré de saturation :**  $77 < S_r < 100\%$

Les échantillons d'argile présente des densités sèches moyennes à élevées .Celle-ci associée à une teneur en eau faible à élevée .Un degré de saturation relate que le sol est en état détrempe à saturé, selon la classification de **TERZAGHI**

##### B) pour les marnes :

- **Densité sèche:**  $1.47 < y_d < 2.23 \text{ t/m}^3$
- **Densité apparente:**  $1.9 < y_h < 2.36 \text{ t/m}^3$
- **Teneur en eau:**  $6.09 < W < 29.16\%$
- **Degré de saturation:**  $80 < S_r < 100\%$

Les échantillons d'argile présente des densités sèches faibles à élevées .Celle-ci associée à une teneur en eau faible à élevée.

Un degré de saturation relate que le sol est en état détrempe à saturé, selon la classification de **TERZAGHI**.

##### IV.7.2 : Equivalent de sable :

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

#### IV.7.3 : Limites d'Atterberg :

##### Il y a deux cas

Limite de plasticité (**Wp**) et limite de liquidité (**WL**), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol : (**WP**) sépare l'état solide de l'état plastique et **WL** sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des **limites d'Atterberg** voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ( $IP = WL - WP$ ), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

D'après la classification de Casagrande, basée sur le couple (**IP-WL**), ressort que le sol en place s'intègre dans le domaine des argiles plastique à peu plastique (**Ap**). Les valeurs de **Ip**, **WI** et **le** varient comme suit:

##### A) Pour les argiles :

- $8,05\% < IP < 36,68\%$  avec  $Ip$  moyen de  $15,95\%$
- $27,7\% < WL < 65,4\%$
- $0,89 < le < 2,39$

Les valeurs des indices de consistance  $le$  ( $le > 1.45$ ) déterminent ainsi une très bonne consistance, dont le sol est dans un **état dur**.

##### Essais de cisaillement rectiligne UU:

Selon les résultats obtenus, nous constatons que cette formation présente une bonne résistance au cisaillement à long terme.

Les valeurs de **c** et **φ** sont comme suit:

- $0.44 < C_{uu} < 1.17bar$
- $6.68 < \varphi_{uu} < 35.37^\circ$

Ces valeurs caractérisent les argiles molles à raides et les roches tendres.

- $0.44 < C_u < 1.17bar$
- $6.68 < \varphi_u < 35.37^\circ$

##### Essai de compressibilité à l'œdomètre:

Selon les résultats obtenus, nous constatons que cette formation est moyennement compressible à peu compressible et peu gonflante à gonflante.

Les valeurs de **Pc**, **Ce** et **Cg** sont comme suit:

- $1.85 < P_c < 3.94bar$
- $8.67\% < C_e < 19.77\%$
- $2.50\% < C_g < 7.99\%$

**B) Pour les marnes :**

D'après la classification de **Casagrande**, basée sur le coup le (**IP-WL**), ressort que le Sol en place s'intègre dans le domaine des argiles moyennement plastique à très plastiques (**At**). Les valeurs de **Ip**, **WI** et le varient comme suit:

- **19.24% < IP < 39,11%** avec **Ip moyen de 15,95%**
- **39.2% < WL < 62%**
- **0,89 < le < 2,39**

Les valeurs des indices de consistance **le** (**Ic > 1.45**) déterminent ainsi une **très bonne consistance**, dont le sol est dans un **état dur**

**Essais de cisaillement rectiligne UU:**

Selon les résultats obtenus, nous constatons que cette formation présente une bonne résistance au cisaillement à long terme.

Les valeurs de **c** et **φ** sont comme suit:

- **0.23 < Cu u < 1.95bar**
- **8.26 < φ uu < 34.41 0**

**Essai de compressibilité à L'œdomètre:**

Selon les résultats obtenus, nous constatons que cette formation est moyennement compressible à peu compressible et peu gonflante.

Les valeurs de **Pc**, **Ce** et **Cg** sont comme suit:

- **3.84 < Pc < 4.18bar**
- **6.65% < Ce < 19.12%**
- **1.75% < Cg < 6.70%**

**1) Remarque :** Les différents résultats sont tirés de l'étude géotechnique effectuée par les autorités compétente (**Entreprise GEOMAG**)

| Lithologie              |             | ARGILES         |         |         |         |         |
|-------------------------|-------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
|                         |             | Nombre d'essais | Minimum | Maximum | Médiane | Moyenne |
| Paramètres statistiques |             |                 |         |         |         |         |
| Densité sèche           | $Yd[t/m^3]$ | 37              | 1.30    | 2.18    | 1.85    | 1.84    |
| Densité humide          | $Yh[t/m^3]$ | 37              | 1.83    | 2.38    | 2.11    | 2.13    |
| Teneur en eau           | $w[\%]$     | 37              | 8.56    | 36.68   | 15.62   | 15.96   |
| Limites d'Atterberg     | $w L[\%]$   | 26              | 27.70   | 65.40   | 41.00   | 23.27   |

|                      |           |    |      |       |       |       |
|----------------------|-----------|----|------|-------|-------|-------|
| Indice de plasticité | $I_p$ [%] | 26 | 8.05 | 34.29 | 15.90 | 17.75 |
|----------------------|-----------|----|------|-------|-------|-------|

**Tableau IV.1 : caractéristique des argiles**

| Lithologie              |                           | MARNES          |         |         |         |         |
|-------------------------|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Paramètres statistiques |                           | Nombre d'essais | Minimum | Maximum | Médiane | Moyenne |
| Densité sèche           | $Y_d$ [t/m <sup>3</sup> ] | 28              | 1,47    | 2,23    | 1,95    | 1,88    |
| Densité humide          | $Y_h$ [t/m <sup>3</sup> ] | 28              | 1,9     | 2,36    | 2,15    | 2,15    |
| Teneur en eau           | $w$ [%]                   | 28              | 6,09    | 29,16   | 11,70   | 14,28   |
| Limites d'Atterberg     | $w_L$ [%]                 | 14              | 39,2    | 62      | 45,02   | 48,17   |
| Indice de plasticité    | $I_p$ [%]                 | 14              | 19,24   | 39,11   | 21,64   | 23,90   |

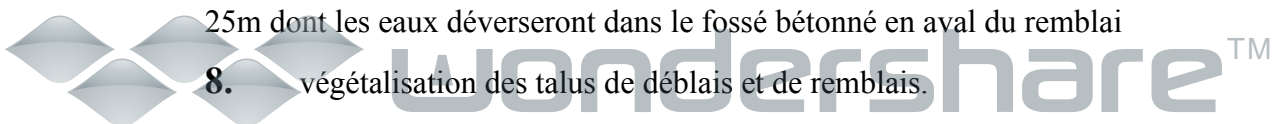
**Tableau IV.2 : caractéristiques des marnes**

**IV.8 : Conclusion :**

Une attention particulière doit être apportée au niveau des terrassements lors de la construction par l'entrepreneur. Des dispositions doivent être prises pour ne pas remanier l'argile, assurer un bon drainage par des moyens adéquats.

- **Les recommandations suivantes doivent être prises en compte lors de la réalisation des terrassements :**

1. drainage de la nappe avant les travaux d'excavation.
2. excavation de la terre végétale et des matériaux de remblai avec présence de matériaux délétères et de matières organiques sur toute leur profondeur.
3. protéger la plate-forme argileuse par une couche drainant de nature graveleuse de 15cm d'épaisseur ou une nappe de géotextile.
4. protéger tous les talus de déblais par des masques drainant sableux ou par des nappes de géotextiles drainant.
5. réaliser un fossé de crête de talus de déblai qui récoltera les eaux en amont des talus de déblai
6. mise en œuvre du remblai avec des matériaux sélectionnées et compactés par couche de 300mm pour atteindre une compacité de 95 de l'OPM
7. pour les talus de remblais, réaliser des descentes d'eau (du côté des dévers) chaque 25m dont les eaux déverseront dans le fossé bétonné en aval du remblai
8. végétalisation des talus de déblais et de remblais.
9. la pente des remblais est de 2 horizontal pour 1 vertical. et pour les déblais argileux est de 3 horizontal pour 2 vertical avec des bermes chaque 8m, ces bermes auront une largeur de 0.6m avec une contre pente de 3%, chaque berme sera munie d'une semi buse, reliée au fossé bétonné en bas du talus de déblai.



# Chapitre V.

## Dimensionnement du corps de chaussée



wondershare™

PDF Editor

# Chapitre VI.

Etude hydraulique et assainissement



wondershare™

# PDF Editor

**VI.1 : Introduction :**

L'hydraulique routière couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates-formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière. La recommandation sur l'assainissement routier comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- 1/ L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc....
- 2/ Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).
- 3/ Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

**VI.2 : Objectif de l'assainissement :**

L'assainissement routier doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer la sécurité des usagers en assurant l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- la pérennité de l'infrastructure, en collectant les eaux et en les évacuant de la route ;
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de la 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 l'effet de gel).
- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
- la lutte contre la pollution routière.

**VI.3 : Assainissement de la chaussée :**

L'emprise de l'évitement doit être assainie et ce conformément aux normes du B40 du ministère de l'équipement.

Des ouvrages d'assainissement ont été projetés dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

**VI.4 : Définition des termes hydraulique :****• Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, où la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

**• Collecteur principal (canalisation) :**

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constants.

**• Chambre de visite (cheminée) :**

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres Consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

- **Sacs :**

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles.

- **Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard :**

Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

- **Fossés de crêtes :**

Un fossé de crête est un fossé creusé parallèlement à la route pour faciliter l'écoulement des eaux. Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

- **Descente d'eau :**

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

- **Les regards :**

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

- **La période de retour :**

La période de retour, T en années, d'un événement n'est autre que l'inverse de la probabilité de son occurrence au cours d'une année. Cette probabilité est donc égale à  $1/T$ . Le choix de la période de dépend de l'importance de l'écoulement intercepté par l'ouvrage, du type d'ouvrage projeté et du niveau d'aménagement adopté pour la route étudiée.

- **Buses et dalots**

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes au moyen de buses ou dalot. Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans un bassin d'amortissement

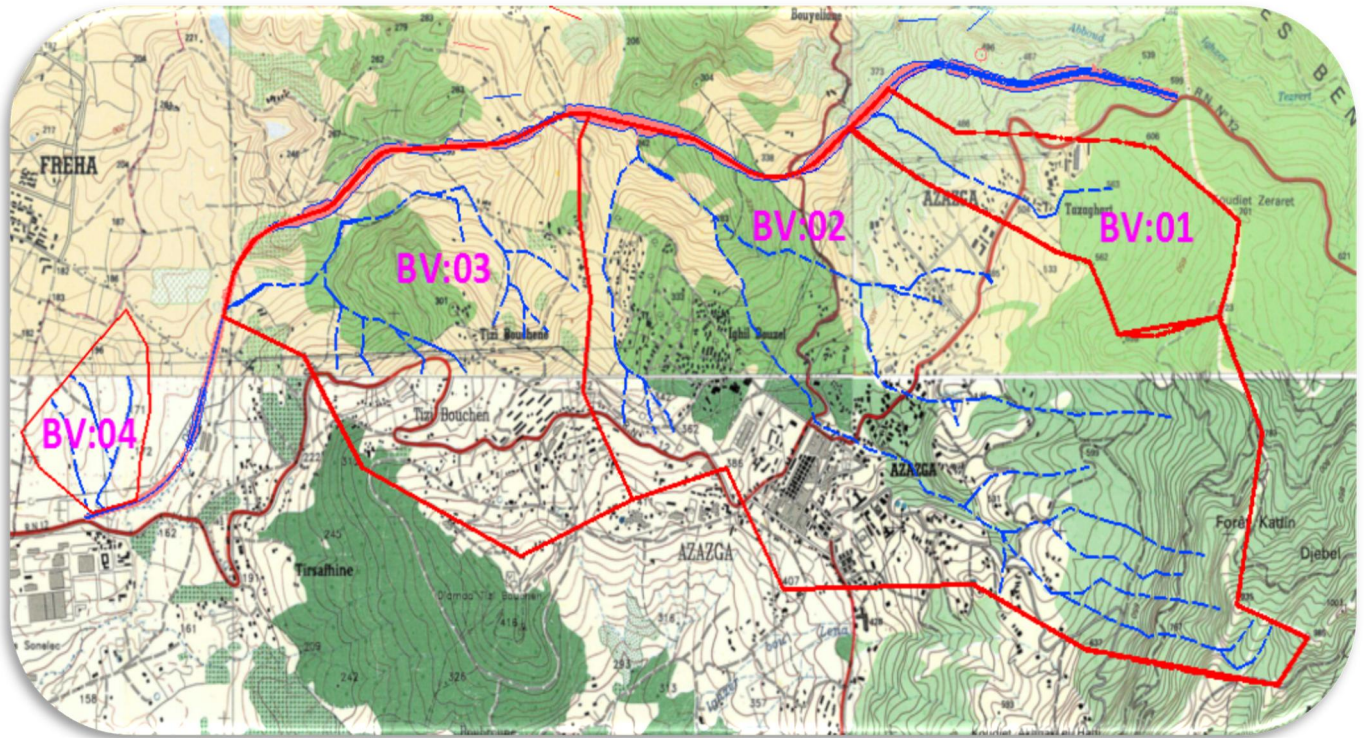
**Remarque :**

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

## VI.5 : Etude hydrologique :

### VI.5.1 : caractéristique du climat de la région :

La région d'Azazga est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison froide, humide et pluvieuse



**Figure.VI.1 : bassins versants de la région d'étude**

#### **VI.5.2 : Caractéristique des bassins versants :**

Il existe quatre bassins versants qui ont été délimité en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état-major à l'échelle 1/25000<sup>ème</sup> scannées leurs surfaces sont déterminées à l'aide du logiciel « autoCAD »

#### **VI.5.3 : Acquisition des données pluviométrique :**

Les données de la région d'étude ont été effectuées par l'A.N.R.H. On a pris les observations journalières reportées sur des tableaux de cumuls mensuels (T.C.M). A partir de là on a retrouvé les valeurs de la pluie annuelle

#### **VI.5.4 : Pluie moyenne dans la région**

La pluie annuelle moyenne don la région et comprise entre 900 et 1500 mm d'après le tableau de la pluie mensuelles. On a pris en considération la valeur de

$$p_{moyene} = 941,40 \text{ mm}$$

#### **VI.5.5 : Précipitation journalière :**

La protection contre les dégâts des eaux nous donne nécessite de s'intéresser à la pluie journalier maximales annuelles. Théoriquement les valeurs extrêmes s'ajustent à une loi des valeurs extrêmes En Algérie il est vérifié que les pluies journalières maximales annuelles s'ajustent à une loi de Gumbel.

**VI.6 : Choix des ouvrages d'évacuation :**

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit s'appuyer sur les deux principes de base suivante :

- L'utilisation d'ouvrage superficiel dont les coûts d'investissement et d'entretien est plus faible que ceux des ouvrages enterrés.
- Rejeter les eaux hors de la plate-forme chaque fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

**Remarque**

On n'utilise des canalisations enterrées que si les ouvrages superficielles sont saturés

**VI.7 : Dimensionnement de réseau d'assainissement :****«Par la méthode rationnelle»**

Elle intègre l'information pluviométrique, mais suppose des hypothèses simplificatrices qui réduisent sa représentativité du phénomène du ruissellement de surface. Elle est, néanmoins la plus couramment utilisée pour le dimensionnement des ouvrages de drainage routier.

La condition de calcul :

$$Q_a = Q_s$$

$Q_a$ : Débit d'apport provenant du bassin versant ( $m^3/s$ ).

$Q_s$ : Débit d'écoulement au point de saturation ( $m^3/s$ ).

Le débit de crue maximum limite pour les bassins versants est calculé en appliquant la méthode rationnelle dont l'expression usuelle est de la forme :

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

En tenant compte des surfaces de (chaussée, accotement, talus), qui donne des débits et des coefficients de ruissellement rapportées pour chaque élément donc :

$$Q_c = K.I.Cc.Ac$$

$$Q_a = K.I.Ca.Aa \quad \text{D'où :} \quad Q_a = Q_c + Q_a + Q_t$$

$$Q_t = K.I.Ct.At$$

$Q_a$ : Débit maximum d'eau pluviale ( $m^3/s$ ).

$C$ : Coefficient de ruissellement.

$I$ : Intensité de la pluie ( $mm/h$ ).

$K$ : Coefficient de conversion des unités.

$A$ : Air du bassin d'apport ( $km^2$ ).

**VI.7.1 : Estimation de débit de saturation ( $Q_s$ ) :**

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme

$$Q_s = Kst.S.Rh^{2/3}.I^{1/2}$$

Avec :

$I$  : Pente de pose de l'ouvrage

$S$  : Section mouillée

$Rh$  : Rayon hydraulique moyen (m) = (surface mouille /périmètre mouille

$Kst$  : Coefficient de Manning Strickler tel que :

- Paroi en terre :  $Kst = 30$
- En buses métalliques  $Kst = 40$ .
- Maçonneries  $Kst = 50$
- Bétons (dalots)  $Kst = 70$
- Buses préfabriquées  $Kst = 80$  bétons

| BV | PK                    | Surface du BV (HA) | Périmètre (km) | Long (Km) | linaire (km) | Hmax (m) | Hmin (m) | Pente (%) |
|----|-----------------------|--------------------|----------------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| 01 | PK Début<br>Pk 29+684 | 136.248            | 5.61108        | 2.72235   | 0.3051       | 723      | 373      | 12.85     |
| 02 | PK Début<br>Pk 28+000 | 915.8518           | 12.9006        | 4.373357  | 1.6846       | 1003     | 242      | 17.40     |
| 03 | PK Début<br>Pk 25+409 | 318.5113           | 7.56209        | 2.56574   | 2.5925       | 413      | 233      | 7.015     |
| 04 | PK Début<br>Pk 24+48  | 48.5843            | 2.66483        | 0.92682   | 0.2725       | 196      | 162      | 3.668     |

**Tableau.VI.1 : Caractéristiques des bassins verseaux**

**VI.7.2 : Calcul de précipitation :**

La précipitation  $P_j$  (%) est obtenue par la formule suivante :

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{\left(u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}\right)}$$

$P_{j\text{moy}}$  : Pluie journalière moyenne (mm).

$Cv$  : Coefficient de variation.

$U$  : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

|                         |      |      |      |      |       |
|-------------------------|------|------|------|------|-------|
| Fréquence (%)           | 50   | 20   | 10   | 2    | 1     |
| Période de retour (ans) | 2    | 5    | 10   | 40   | 100   |
| Variable de Gauss (U)   | 0.00 | 0.84 | 1.28 | 2.05 | 2.372 |

**Tableau.VI.2 : variable de Gauss en fonction de la période de retour**

**VI.7.3 : Coefficient de ruissellement :**

Le coefficient de ruissellement " $C$ ", qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse, sera

estimé à partir de la méthode de KENESSEY (Hongrie) où "C" est la somme de trois coefficients partiels :

$$C = C1 + C2 + C3$$

- $C1$  : dépend de la pente "p" du thalweg principal estimée comme étant égal au rapport de la dénivelée du thalweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations sont obtenues généralement à partir des cartes topographiques disponibles.
- $C2$  : dépend de la perméabilité du sol, déterminée à partir des informations concernant la nature du sol et ses caractéristiques.
- $C3$  : dépend de la couverture végétale du bassin versant. Ces informations seront obtenues à partir d'une inspection visuelle des bassins versants, des photos prises du site et des photos aériennes.

| Pente (P) (%)        | Coefficient (C1) |
|----------------------|------------------|
| $P \leq 3,5$         | 0,01 - 0,05      |
| $3,5 \leq P \leq 11$ | 0,06 - 0,10      |
| $11 < P \leq 35$     | 0,12 - 0,20      |
| $35 < P$             | 0,22 - 0,30      |

Tableau.VI.3 : Valeurs du Coefficient "C1"

| Couverture Végétale | Coefficient (C2) |
|---------------------|------------------|
| Imperméable         | 0,22 - 0,30      |
| Peu perméable       | 0,10 - 0,20      |
| Perméable           | 0,06 - 0,10      |
| Très perméable      | 0,06 - 0,05      |

Tableau.VI.4 : Valeurs du Coefficient "C2"

| Couverture Végétale        | Coefficient (C3) |
|----------------------------|------------------|
| Rocheux                    | 0,22 - 0,30      |
| Prairie                    | 0,17 - 0,25      |
| Labours - Champs           | 0,07 - 0,15      |
| Forêts et Terrains Sableux | 0,03 - 0,05      |

Tableau.VI.5 : Valeurs du Coefficient "C3"

#### VI.7.4 : Calcul de l'intensité de pluie $I(t)$ :

On admet que l'intensité  $I(t)$  est celle dont la durée, sur une courbe intensité durée fréquence (annexe), est égale au temps de concentration du bassin. Ce temps est exprimé par  $tc$ .

#### VI.7.5 : Temps de concentration :

1/ lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$  :  $tc = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}}$

2/ lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$  :  $tc = \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$

3/ lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$  :  $tc = \frac{1,5L + 4\sqrt{A}}{0,8\sqrt{H}}$

Où :

**Tc** : Temps de concentration (**heure**).

**A** : Superficie du bassin versant (**HA**).

**L** : Longueur de bassin versant (**km**).

**P** : Pente moyenne du bassin versant.

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

- A partir du temps de concentration et des courbes **I.D.F**, on tire directement la valeur de l'intensité de pluie.

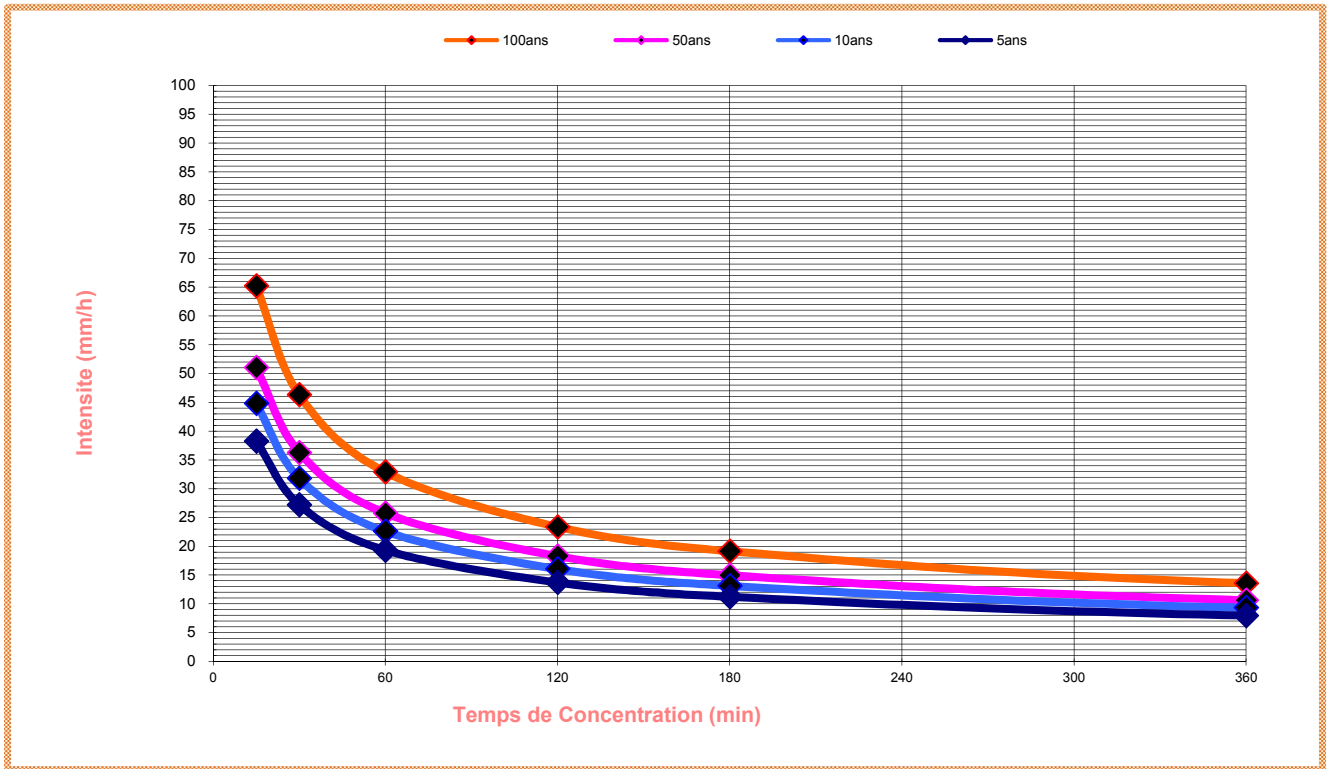


Figure.VI.2 : Les courbes du graphe d’I.D.F

**VI.7.6 : Application au projet :**

Exemple d’application

- $C = C1 + C2 + C3 = 0.2 + 0.2 + 0.15 = 0.55$
- Pour (BV 01) ( $S = 136.248HA, P = 12.85\%$ )
- $S < 5 km^2$ , donc on applique la formule de Ventura

$$tc = 0.127 \sqrt{\frac{S}{P}} = 0.413h \implies tc = 24.812min$$

Du graphe d’IDF on obtient la déférente intensité suivante

| Bassin versant | Temps de concentration<br>$Tc (h)$ | Intensité de l’averse<br>10% $I(mm/h)$ | Intensité de l’averse<br>2% $I(mm/h)$ |
|----------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| BV1            | 0.413                              | 35                                     | 52                                    |

|     |      |    |    |
|-----|------|----|----|
| BV2 | 3.8  | 11 | 15 |
| BV3 | 0.85 | 25 | 26 |
| BV4 | 0.46 | 45 | 53 |

Tableau.VI.6 : Intensité de l'averse

Détermination des débits de crue des bassins versants :

On applique la formule :  $Qa = K.C.I.A$

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

| Bassin versant | C    | K       | l'intensité de l'averse |             | surface A(HA) | Débits de crue          |                        |
|----------------|------|---------|-------------------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------|
|                |      |         | I 10 %(h/mm)            | I 2 %(h/mm) |               | Q m <sup>3</sup> /s 10% | Q m <sup>3</sup> /s 2% |
| BV1            | 0.55 | 0.00278 | 35                      | 52          | 136.248       | 7.29                    | 10.83                  |
| BV2            | 0.55 | 0.00278 | 11                      | 15          | 915.8518      | 15.40                   | 21.00                  |
| BV3            | 0.55 | 0.00278 | 25                      | 26          | 318.5113      | 12.17                   | 12.66                  |
| BV4            | 0.55 | 0.00278 | 45                      | 53          | 48.5843       | 3.34                    | 3.94                   |

Tableau.VI.7 : Débits de crue des bassins versants

### VI.8 : Dimensionnement et calage des ouvrages

Pour notre étude on opte pour deux types d'ouvrages, à fin d'assurer un drainage efficace sur tout le long de la chaussée

Les deux types sont comme suit :

- Des buses qui ont pour but d'assurer l'écoulement souterrain des eaux, pour des volumes faibles.
- Pour le volume important on opte à la réalisation de dalots.

On vérifie que le dimensionnement et le calage des ouvrages choisis fournissent des conditions d'écoulement acceptables :

- ✓ Un écoulement à surface libre.
- ✓ Une vitesse d'écoulement inférieure à 4 m/s.
- ✓ Une hauteur d'eau amont acceptable.
- ✓ Une revanche pour le passage des corps flottants.

#### VI.8.1 : Dimensionnement des fossés :

Le profil en travers hypothétique d'un fossé est donné dans la figure ci-dessous

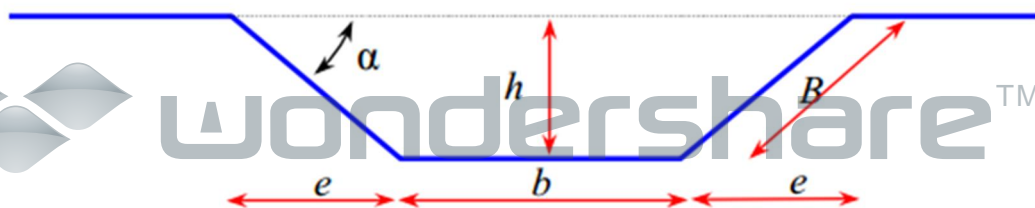


Figure.VI.3 : dimension du fossé

Les dimensions des fossés sont obtenues en fonction du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Qa = Qs = Kst \times I^{1/2} \times Sm \times Rh^{2/3}$$

La hauteur (h) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

#### VI.8.1.1 : Estimation du débit d'apport :

$$Qa = K.It.C.A$$

- $Qa$  : Débit maximum d'eau pluviale (m<sup>3</sup>/s).  
 $C$  : Coefficient de ruissellement.  
 $It$  : Intensité de la pluie exprimée en mm /h.  
 $K$  : Coefficient de conversion des unités et est égale à 0.00278.  
 $A$  : Air (ha).

#### VI.8.1.2 : Coefficient de ruissellement :

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 :

| Type de chaussée                      | C           | Valeurs prises |
|---------------------------------------|-------------|----------------|
| Chaussée revêtu 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           |

Tableau.VI.8 : Tableau : valeurs des coefficients de ruissellement

#### VI.8.1.3 : Calcul de l'intensité de l'averse $It$ :

On admet que l'intensité  $I(t)$  est celle dont la durée, sur une courbe intensité durée-fréquence, est égale au temps de concentration du bassin. Ce temps est exprimé par  $tc$ .

Avec :

$$I_t = I\left(\frac{tc}{24}\right)^{b-1}$$

$$I = \frac{P_j(\%)}{24}$$

#### VI.8.1.4 : Temps de concentration :

❖ La formule de VENTURA :

Lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$ :  $tc = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$

❖ La formule de PASSINI :

Lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$ :  $tc = \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$

❖ La formule de GIADOTTI :

Lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ :  $tc = \frac{1.5L+4\sqrt{A}}{0.8\sqrt{H}}$

#### VI.8.1.5 : Calcul de la précipitation :

D'après GALTON, le calcul de la pluie journalier maximal annuel de fréquence donnée s'effectue par la formule suivante :

$$p_j = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec :

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

$P_{j\text{moy}}$  : Pluie journalière moyenne (mm).

$C_v$  : coefficient de variation climatique.

$U$  : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

|                         |      |      |      |      |       |
|-------------------------|------|------|------|------|-------|
| Fréquence (%)           | 50   | 20   | 10   | 2    | 1     |
| Période de retour (ans) | 2    | 5    | 10   | 50   | 100   |
| Variable de Gauss (U)   | 0,00 | 0,84 | 1,28 | 2,05 | 2,372 |

**Tableau.VI.9 : valeurs des variations de Gauss**

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

#### VI.8.1.6 : Calcul de la fréquence d'averse :

On la détermine par la formule :

$$P_t (\%) = P_J (\%) (t/24)^b$$

$P_t$  : hauteur de pluie de durée  $t$  (mm)

$P_J$  : pluie journalière maximale annuelle.

$b$  : l'exposant climatique de la région.

$T$  : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu'à son exutoire ou le point de calcul).

#### VI.9 : Application au projet :

Nous présenterons ci-dessous un exemple détaillé des étapes à suivre pour le calcul des débits d'apport pour chaque écoulement qui traverse la chaussée :

Pour le bassin versant BV1 :

##### VI.9.1 : Les données pluviométriques de la région:

$$P_{j\text{moy}} = 66 \text{ mm}$$

$$C_v = 0.38$$

$$b = 0.37$$

**VI.9.2 : Calcul de la précipitations :**

$$p_j = \frac{p_{j\text{moy}}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}}$$

- { Pour une période de 10ans .....U=1.28  
 { Pour une période de 50ans .....U=2.05

$$p_j(10\%) = \frac{66}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{1.28\sqrt{\ln(0.38^2 + 1)}}$$

$$p_j(10\%) = \mathbf{98,722 \text{ mm}}$$

$$p_j(2\%) = \frac{66}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{2.05\sqrt{\ln(0.38^2 + 1)}}$$

$$p_j(2\%) = \mathbf{131,324 \text{ mm}}$$

$$I(10\%) = 4.11 \text{ mm/h}$$

$$I(2\%) = 5.47 \text{ mm/h}$$

**VI.9.2.1 : Pour la chaussé :**➤ **Surface de la chaussé :**

$$A_{\text{chaussé}} = 7 \times 306 \times 10^{-4}$$

$$A_{\text{chaussé}} = \mathbf{0.2142 \text{ HA}}$$

➤ **Calcul de temps de concentration :**

Les bassins versants BV1, BV3, BV4 étant de superficie inférieure à  $5 \text{ km}^2$ , nous utiliserons alors la formule de VENTURA par contre pour le BV2 de surface  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$  nous utiliserons alors la formule de PASSINI :

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{Ac}{P}} \quad \text{Et} \quad t_c = \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$$

Avec :  $P_{\text{chaussé}} = 2.5\%$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.2142}{2.5}}$$

$$t_c = 0.037 \text{ h}$$

➤ **Calcul de l'intensité de pluie :**

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} \quad I_t(10\%) = 4.11 \left(\frac{0.037}{24}\right)^{0.38-1}$$

$$I_t(10\%) = 227.66 \text{ mm/h}$$

$$I_t(2\%) = 5.47 \left(\frac{0.037}{24}\right)^{0.38-1}$$

$$I_t(2\%) = 302.99 \text{ mm/h}$$

➤ **Débit d'apport de la chaussé :**

$$Q_{ach} = K.It.Cc.Ac$$

$$Q_{ach}(10\%) = 2.78 \times 10 - 3 \times 227.66 \times 0.95 \times 0.2142$$

$$Q_{ach}(10\%) = 0.129 m^3/s$$

$$Q_{ach}(2\%) = 2.78 \times 10 - 3 \times 302.99 \times 0.95 \times 0.2142$$

$$Q_{ach}(2\%) = 0.171 m^3/s$$

### VI.9.2.2 : Pour l'accotement :

#### ➤ Surface de l'accotement :

$$A_{acc} = 3 \times 306 \times 10 - 4$$

$$A_{acc} = 0.09 HA$$

#### ➤ Calcul de temps de concentration :

Avec :  $P_{acc} = 4\%$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.09}{4}}$$

$$t_c = 0.019 HA$$

#### ➤ Intensité de la pluie

$$I_t = I\left(\frac{T_c}{24}\right)^{b-1} \quad I_t(10\%) = 4.11\left(\frac{0.019}{24}\right)^{0.38-1}$$

$$I_t(10\%) = 344.148 \text{ mm/h}$$

$$I_t(2\%) = 5.47\left(\frac{0.019}{24}\right)^{0.38-1}$$

$$I_t(2\%) = 458.02 \text{ mm/h}$$

#### ➤ Débit d'apport de l'accotement :

$$Q_{aacc} = K.It.Ca.Aa$$

$$Q_{aacc}(10\%) = 2.78 \times 10 - 3 \times 344.148 \times 0.4 \times 0.09$$

$$Q_{aacc}(10\%) = 0.034 m^3/s$$

$$Q_{aacc}(2\%) = 2.78 \times 10 - 3 \times 458.02 \times 0.4 \times 0.09$$

$$Q_{aacc}(2\%) = 0.045 m^3/s$$

### VI.9.2.3 : Pour le talus :

#### ➤ Surface du talus :

$$A_t = 10 \times 306 \times 10 - 4$$

$$A_t = 0.3 HA$$

#### ➤ Calcul de temps de concentration :

Avec :  $P_{ta} = 66\%$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.3}{66}}$$

$$t_c = 0.008 \text{ HA}$$

➤ **Intensité de la pluie**

$$I_t = I\left(\frac{T_c}{24}\right)^{b-1} \quad I_t(10\%) = 4.11\left(\frac{0.008}{24}\right)^{0.38-1}$$

$$I_t(10\%) = 588.38 \text{ mm/h}$$

$$I_t(2\%) = 5.47\left(\frac{0.008}{24}\right)^{0.38-1}$$

$$I_t(2\%) = 783.07 \text{ mm/h}$$

➤ **Débit d'apport Du talus :**

$$Q_{at} = K \cdot I_t \cdot C_t \cdot A_t$$

$$Q_{at}(10\%) = 2.78 \times 10 - 3 \times 588.38 \times 0.3 \times 0.3$$

$$Q_{at}(10\%) = 0.147 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{at}(2\%) = 2.78 \times 10 - 3 \times 783.07 \times 0.3 \times 0.3$$

$$Q_{at}(2\%) = 0.196 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Conclusion:**

$$Q_a = Q_{ach} + Q_{aacc} + Q_{at}$$

$$Q_a(10\%) = 0.310 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_a(2\%) = 0.412 \text{ m}^3/\text{h}$$

Les résultats des calculs des bassins versant BV2, BV3 et BV4 son résumés dans le tableau ci-dessous :



wondershare™

PDF Editor

| Bassin versants | type       | Surface A (HA) | Tc (h) | It (mm/h) |         | C    | Qi (m³/h) |       | Qa = ΣQi (m³/h) |       |
|-----------------|------------|----------------|--------|-----------|---------|------|-----------|-------|-----------------|-------|
|                 |            |                |        | 10%       | 2%      |      | 10%       | 2%    | 10%             | 2%    |
| BV1             | chaussé    | 0.2142         | 0.037  | 227.66    | 302.99  | 0.95 | 0.129     | 0.171 | 0.310           | 0.412 |
|                 | accotement | 0.09           | 0.019  | 344.148   | 458.02  | 0.4  | 0.034     | 0.045 |                 |       |
|                 | talus      | 0.3            | 0.008  | 588.38    | 783.07  | 0.3  | 0.147     | 0.196 |                 |       |
| BV2             | chaussé    | 1.18           | 0.79   | 34.12     | 45.41   | 0.95 | 0.106     | 0.141 | 0.244           | 0.324 |
|                 | accotement | 0.505          | 0.629  | 39.30     | 52.30   | 0.4  | 0.022     | 0.029 |                 |       |
|                 | talus      | 1.685          | 0.190  | 82.55     | 109.87  | 0.3  | 0.116     | 0.154 |                 |       |
| BV3             | chaussé    | 1.81           | 0.108  | 117.180   | 155.954 | 0.95 | 0.560     | 0.745 | 1.108           | 1.477 |
|                 | accotement | 0.778          | 0.056  | 176.074   | 234.340 | 0.4  | 0.152     | 0.202 |                 |       |
|                 | talus      | 2.592          | 0.052  | 183.353   | 245.356 | 0.3  | 0.396     | 0.530 |                 |       |
| BV4             | chaussé    | 0.1904         | 0.035  | 235.640   | 313.614 | 0.95 | 0.118     | 0.158 | 0.282           | 0.377 |
|                 | accotement | 0.08           | 0.018  | 355.880   | 473.641 | 0.4  | 0.031     | 0.042 |                 |       |
|                 | talus      | 0.272          | 0.008  | 588.380   | 783.073 | 0.3  | 0.133     | 0.177 |                 |       |

Tableau.VI.10 : résultats des calculs des débits d'apports

Le débit de saturation est donné par la formule de MANNING - STRICKLER :

$$Q_s = S K_{st} \sqrt{I} R_h^{\frac{2}{3}}$$

Tel que :

$K_{st}$  : Coefficient de Manning Strickler.

$I$  : Pente de pose de l'ouvrage.

$S$  : Section mouillée (m²).

$R_h$  : Rayon hydraulique moyen (m) avec :

$$R_h^2 = \frac{\text{section mouillée}}{\text{périmètre mouillé}}$$



|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| <b>Fossés en terre</b>        | <b><math>K = 30</math></b> |
| <b>Fossés plats engazonné</b> | <b><math>K = 15</math></b> |
| <b>Collecteur en béton</b>    | <b><math>K = 70</math></b> |

Tableau.VI.11 : valeurs des coefficients de Manning-Strickler

**VI.10 : Application au projet :**

Pour dimensionner les fossés, on considère le débit d'apport max qui est le débit au 3em bassin pour estimer un dimensionnement forfaitaire et adopter ce dimensionnement obtenus pour les autres sections. Quelque soit la hauteur des talus, on prévoit des fossés de forme **trapézoïdale** à parois en béton.

**VI.10.1.1 : Calcul de la surface mouillée**

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

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

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

$$S_m = h.(b + n.h)$$

**VI.10.1.2 : Calcul du périmètre mouille :**

$$\text{Avec : } \begin{cases} P_m = b + 2B \\ B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2.h^2} = h.\sqrt{1+n^2} \\ P_m = b + 2h.\sqrt{1+n^2} \end{cases}$$

**VI.10.1.3 : Calcul du rayon hydraulique :**

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

$$Q_a = Q_s = (K_{st}.i^{1/2}).h.(b+n.h). \left[ \frac{h.(b+n.h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3}$$

On dimensionne les fossés par rapport au débit le plus important en considérant une période de retour de 10ans:

On fixe le b et le n et on calcul le h

$$Q_a = 1.108$$

$$b = 0.5m$$

$$n = 1.5$$

$$\text{La pente } I = 2.5\%$$

$$K_{st} = 70$$

Après plusieurs itérations on trouve  $h = 0.36 \text{ m}$

On prend  $h = 0.4 \text{ m}$

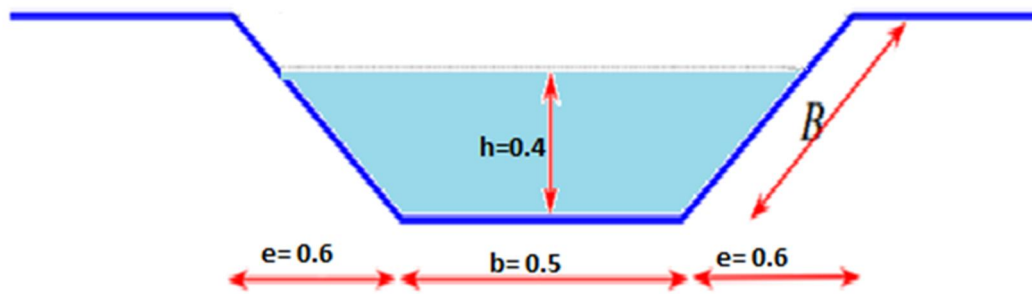


Figure.VI.4 : Dimension du fossé

### VI.11 : Dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

On appelle ouvrages d'art toutes les constructions de génie civil permettant le franchissement par la route d'obstacles de toutes sortes (cours d'eau, thalwegs, voies de communication, montagnes, ...) tels que les ponts, les radiers et passages submersibles, les buses et dalots, les tunnels, les murs de soutènement, etc...

Les ouvrages d'art destinés à l'évacuation des eaux superficielles peuvent être classés en deux grandes catégories :

- les petits ouvrages tels que les buses, les dalots, les fossés, les radiers submersibles, etc
- les grands ouvrages que sont les ponts

| Buses               | Diamètre (m) | Capacité en (m <sup>3</sup> )                                  |
|---------------------|--------------|--|
| En béton            | 0.80         | 0.91   |
|                     | 1.00         | 1.55   |
|                     | 1.20         | 2.50   |
| Métalliques (armco) | 1.50         | 4.25   |
|                     | 1.50         | 3.90   |
|                     | 1.97         | 7.90   |
|                     | 3.06         | 22.5   |
| Dalot en béton      | Fleche D     | Capacité par mètre linéaire de porté<br>(m <sup>3</sup> /s/ml) |
|                     | 0.80         | 1.31   |
|                     | 1.00         | 1.81   |
|                     | 1.50         | 3.34   |
|                     | 2.00         | 5.10   |

Tableau.VI.12 : capacité des ponceaux

#### Remarque :

Nous éviterons dans notre projet d'utiliser les buses métalliques pour tous les inconvénients qu'elles peuvent avoir comme la corrosion, dégradation des matériaux, l'enfoncement, poinçonnements et dégradations locales des tôles.

$$Q_a = Q_{\text{chaussé}} + Q_{\text{acc}} + Q_t + Q_{BV}$$

| Bassin versant | PK        | Débit $Q_a$ m <sup>3</sup> /s | Ouvrage à prévoir |
|----------------|-----------|-------------------------------|-------------------|
| BV3            | Pk 25+462 | 14.137                        | Dalot             |
| BV4            | Pk 24+127 | 4.317                         | dalot             |

Tableau.VI.13 : types Ouvrage à prévoir

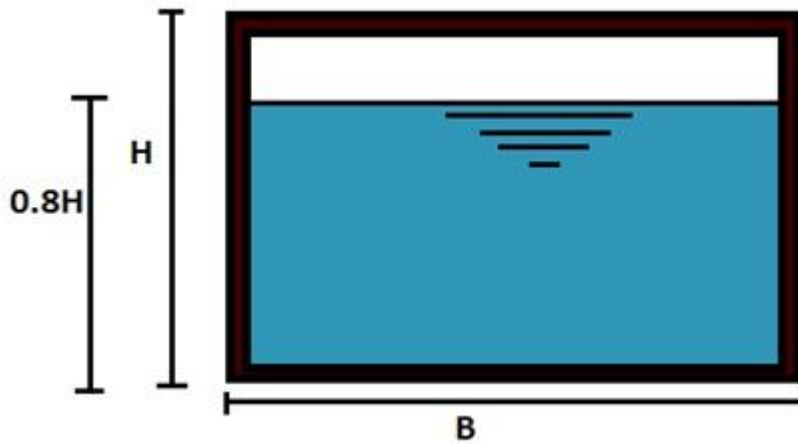


Figure.VI.5 : Dimension d'un Daleau

Dans notre projet, les dalots sont en béton armé, ce qui nous donne un coefficient de Manning\_ Stricler  $K_{st} = 70$ .

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

Avec:

- ✓  $Q_a$  : le débit de crue pour une période de retour de 50ans en m<sup>3</sup>/h.
- ✓  $Q_s$  : le debit de saturation du dalot
- ✓  $S_m$  : surface mouillée :  $S_m = 0,8 H \times B$ .
- ✓  $P_m$  : périmètre mouillé :  $P_m = 1,6H + B$
- ✓  $R_h$  : rayon hydraulique :  $R_H = \frac{S_m}{P_m}$
- ✓  $K_{st} = 70$  (pour les dalots).
- ✓  $I = 2.5\%$

$$H = \frac{1}{0,8B} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot I^{1/2}} \right)^3 (1,6H + B)^2$$

On fixe :  $B = 2m$

Et par calcul itératif on obtient :

| Bassin versant | H calculé (m) | H pris (m)      |
|----------------|---------------|-----------------|
| BV3            | 1.08          | 2 <sup>TM</sup> |
| BV4            | 0.532         | 1               |

Tableau.VI.14 : résultats des itérations

| Bassin versant | Ouvrage | Dimension   |
|----------------|---------|-------------|
| Oued au BV1    | viaduc  | 325m × 15 m |
| Oued au BV2    | viaduc  | 565m × 16m  |
| BV3            | Dalot   | 2m × 2m     |
| BV4            | Dalot   | 2m × 1m     |

Tableau.VI.15 : dimensionnement des ouvrages

VI.11.1 : Dimensionnement des buses :

| nombre | Pk     |
|--------|--------|
| 1      | 27+00  |
| 2      | 29+048 |

Tableau.VI.16 : Dimensionnement des buses

$$Q_s = Kst \times Rh^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

$$S = \pi R^2$$

$$Pm = 2\pi R$$

Rayon hydraulique  $Rh = S / Pm = R/2$

Pour une pente moyenne 0.5%

On a :  $Q_s = 70 (R/2)^{2/3} (0.005)^{1/2} \pi R^2/2$

$$Q_s \geq Q_a$$

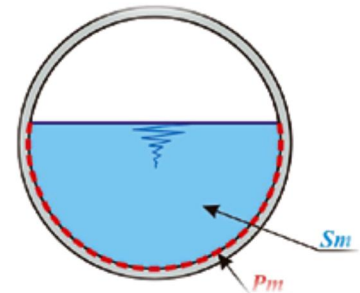


Figure.VI.6 : Dimension de la buse

VI.11.2 : Calcul des débits d'apport :

|   | Surface D'apport | Surface (HA) | Coefficient de ruissellement 'C' (pris) | Intensité de l'averse mm/h | Debit 'm³/s' Qa | Debit total (m³/s) |
|---|------------------|--------------|---|----------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Chaussée         | 0.2142       | 0.95                                    | 34.12                      | 1.352           | 2.418              |
|   | TPC              | 0.918        | 0.2                                     | 34.12                      | 1.066           |                    |
| 2 | Chaussée         | 1.18         | 0.95                                    | 117.180                    | 1.485           | 1.627              |
|   | TPC              | 5.055        | 0.2                                     | 117.180                    | 0.142           |                    |

Tableau.VI.17 : Résultat des Débits d'apport

$$Q_s = 70 (R/2)^{2/3} (0.005)^{1/2} \pi R^2 / 2$$

- Pour  $\varphi = 1000\text{mm}$

$$R = 0.5\text{m} \quad \longrightarrow \quad Q_s = 0.77$$

- Pour  $\varphi = 1200\text{mm}$

$$R = 0.6 \quad \longrightarrow \quad Q_s = 1.25$$

On prend des *buses* des diamètres  $\varphi = 1200\text{ mm}$

#### VI.12 : Conclusion :

Pour notre projet on prévoit :

- ✓ Des fossés en béton de  $0.5\text{m}$  de base et de  $0.4\text{m}$  de hauteur le long du tracé

fossé de crête de talus

- ✓ Des buses de  $\varphi = 1200\text{mm}$
- ✓ Des descentes d'eau tout les  $40\text{m}$
- ✓ Un dalot  $2\text{m} \times 2\text{m}$
- ✓ Un dalot  $2\text{m} \times 1\text{m}$
- ✓ Un viaduc  $565\text{m} \times 16\text{m}$
- ✓ Un viaduc  $325\text{m} \times 15\text{ m}$



wondershare™

PDF Editor

# Chapitre VII.

## Conception et choix de l'échangeur



PDF Editor

**VII.1 : Introduction :**

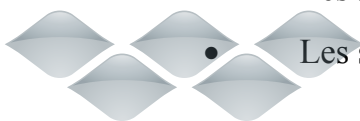
Le bon fonctionnement d'un échangeur doit prendre en compte les points suivants : L'adaptation au site (environnement, etc.), et aux conditions d'utilisation (trafic, etc.). Sa configuration générale et sa conception de détail doit être correctes. L'utilisation d'un échangeur comme solution aux problèmes des carrefours doit être pleinement justifiée ; cependant certaines situations semblent l'exiger :

- Croisement de deux routes à un débit de trafic important, comme Autoroute- Autoroute ou Autoroute- Route.
- Carrefour dont la capacité est insuffisante congestionne une ou toutes les approches.
- Carrefour dont le taux d'accidents graves est disproportionné et pour lequel on ne trouve aucune solution.
- Carrefour où la topographie empêche un aménagement conforme aux normes de tout autre type de carrefour.

**VII.2 : Règles de conception :**

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme. Pour diminuer son prix de revient on évite :

- Le passage sur terrain agricole.
- Le passage au voisinage sur des habitations et des maisons publiques.
- Le passage sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement.
- Les longs alignements droits.
- Les terrassements importants.
- Les sections à forte déclivité.
- Les sites en courbures à faibles rayons.



**VII.3 : Définition et rôle d'un échangeur :**

Un échangeur autoroutier est un ensemble de bretelles routières permettant de s'engager sur une autoroute ou de la quitter soit pour prendre une autre autoroute soit pour emprunter le réseau routier ordinaire.

Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route. Ils permettent d'éviter tout croisement à niveau et également tout ralentissement sur les chaussées principales de l'autoroute. Les croisements à niveau sont éliminés complètement aux conflits de virage, ils sont supprimés ou minimisés selon le type d'échangeur à préconiser. On les désignera par :

- Nœud : quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- Mixte : quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps 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.

**❖ Avantages de l'échangeur :**

Les avantages de l'échangeur sont :

Facilité aux usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité.

- Evite les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- Evite les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérables « problèmes d'encombrement bouchon ».
- Evite les contraintes d'arrêt et de reprise.
- Assure la continuité du réseau autoroutier.

**❖ Inconvénients de l'échangeur:**

L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée.

**VII.4 : Choix de l'échangeur :**

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés (avantages, inconvénient.....) Et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adopté ou cas qui présente.

Donc le choix de type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre Et pour ce but on suit le chemin suivant :

**VII.4.1 : Etape 1 : détermination du tracé à partir de :**

- Présentation du site d'implantation.
- Type de route et nombre de branches à raccorder.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

**VII.4.2 : Etape2 : configuration du tracé a adopté :**

L'échangeur a adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est grand en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception <<valeur de rayon d'alignements>>.
- Longueurs des voies <<insertion, décélération>>réglementaires.

**VII.4.3 : Etape3 : analyse**

- C'est cette dernière étape qui valable le choix sous la base que le future échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

**VII.5 : Types d'échangeurs :**

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 de détendue. Aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types qui donnent 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.

Tous ceux de la première classe se font à niveau séparé tandis que pour la seconde classe, les branchements au niveau de la route secondaire exigent des cisaillements.

#### VII.5.1 : Echangeurs majeurs :

L'échangeur majeur raccordement entre autoroute et autoroute sans qu'il y ai 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.

##### ➤ Type trèfle complet :

Il est utilisé pour raccordement à quatre branches, il comporte quatre boucles, quatre diagonales, ce type permet toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art, et la nécessité permettre les boucles et nécessairement lente, et la nécessité d'y incorporé des voies collectives et distributrices pour permettre les entrée sans croisement le rend finalement très coûteux.

Mais lorsqu'il n'y a pas d'importants courants trouvant le trèfle du point de vue coût de construction est le plus économique.

Son encombrement le fait exclure dans les sites de topographie difficile et pour les niveaux de raccordement trop différent dans les zones urbaines.

Le carrefour en trèfle à l'inconvénient de présenter le long des trajets compliqués pour les itinéraires des tournes à gauche sur des courbes à petit rayon réduit la vitesse et en conséquence le débit horaire. Sa dépense ne peut être justifiée que pour le plus important croisement de routes à très forte circulation. Pour remédier aux défauts du trèfle le schéma directionnel ou semi directionnel le permet « sous toute réserve », au moins il est intéressant d'y avoir recours pour les liaisons les plus importantes particulièrement en site urbain.

➤ **Type bifurcation « Y » :**

Pour le raccordement à trois branches on utilise le type « Y » tel que la branche qui présente le plus faible doit se détacher par la droite du tronc principal on rejoignant par la droite le même tronc principal.

Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une excellente liaison avec les caractéristiques autoroutières continues.

**N.A:** pour le raccordement de plus de quatre branches on a recours soit :

- Au giratoire qui comporte au moins un ouvrage d'art.
- Au directionnel qui comporte beaucoup d'ouvrage d'art

**VII.5.2 : Echangeur mineur:**

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

- **Losange.**
- **Demi-trèfle.**
- **Trempe ou T**

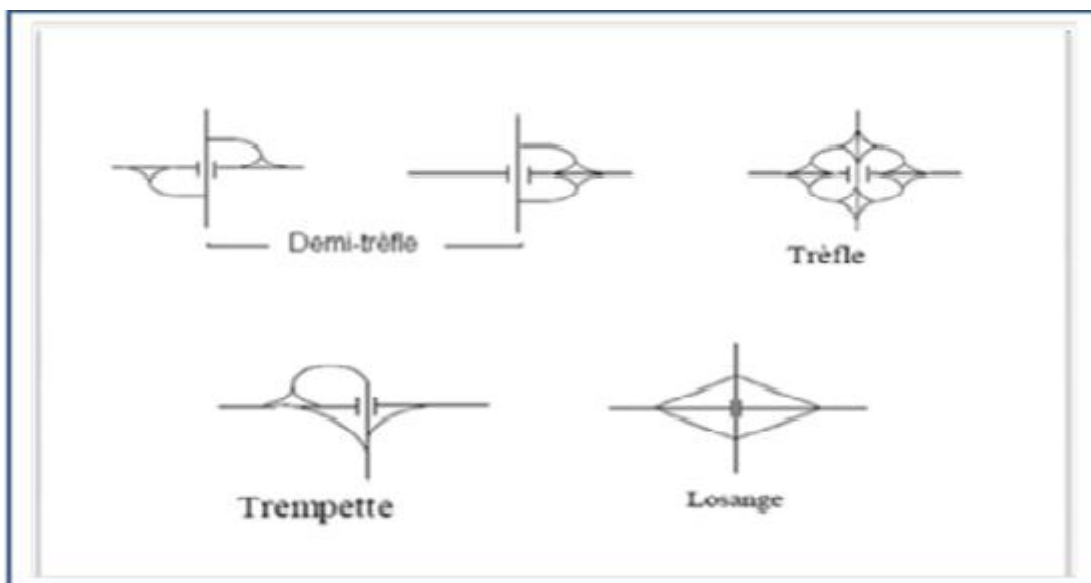


Figure.VII.1 : Types d'échangeurs

➤ **Losange :**

Un schéma simple qui permet une distribution symétrique des échanges à grande vitesse mais il nécessite une emprise pour les quatre quadrants ce qui crée un cisaillement sur la route secondaire.

➤ **Demi-trèfle :**

Comporte deux boucles et deux diagonales, c'est un carrefour à niveau sur la route secondaire avec une emprise réduite « occupe deux quadrants » donc une construction économique. Mais il présente quelques inconvénients dont on cite :

- ✓ Schéma moins directionnel.
- ✓ Ouvrage de franchissement très large.
- ✓ Circulation lente dans les boucles.
- ✓ Cisaillement sur la route secondaire.

➤ **Trempe on T :**

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

### VII.6 : Caractéristiques géométriques des échangeurs :

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

- **Pont (passage supérieur ou inférieur).**
- **Carrefour(s) plan(s).**
- **Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).**

#### VII.6.1 : Pont :

Il assure un passage supérieur ou inférieur, la détermination du nombre d'ouvrage d'art «pont» dans un échangeur est en étroite relation avec :

- Le type d'échangeur choisi.
- Les instructions et réglementation de conception.
- La condition de coordination profil en long- tracé en plan.
- Les contraintes du terrain d'implantation.

#### VII.6.2 : Les Carrefours plans :

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements Autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité, commodité et débit. Entre autres, un compromis entre ces conditions doit être recherché.

### VII.6.3 : Bretelles :

Sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croissent, chaque bretelle se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

### VII.7 : Critères et choix de l'échangeur :

La connaissance du site d'implantation est très importante pour la conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale.

Le type de franchissement supérieur (PS) ou inférieur (PI) est à priori évident, dépendant naturellement de la topographie du site, mais dans le cas contraire il y a lieu de privilégier le passage supérieur pour les considérations suivantes :

- Offre une meilleure perception de la position du carrefour par l'utilisateur de la route principale.
- La voie de décélération est située en rampe tandis que les voies d'accélération sont sur des pentes.
- Meilleures possibilités de drainage et d'assainissement.

Alors le choix de type de l'échangeur vient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre.

Pour cela on suit les étapes suivantes :

#### VII.7.1 : Etape 1 :

##### a) Présentation du site d'implantation de l'échangeur :

- ✓ Le tracé de notre projet intercepte la route nationale (RN12) (bidirectionnelle) et la Route qui dévier la ville d'Azazga, (au PK24+500) Un rétablissement de Communication s'avère indispensable, afin d'assurer tous les échanges entre ces deux routes.

- ✓ Puisque notre échangeur raccorde une autoroute (la déviation de la ville d'Azazga, et une route secondaire vers Freha) on opte pour un échangeur de type Echangeur majeur
- ✓ Notre projet intercepte aussi la route national (**RN71**) menant vers Azefoune au **pk 29+146**, il raccorde une autoroute et une route secondaire, donc on opte pour échangeur de type Echangeur majeur.

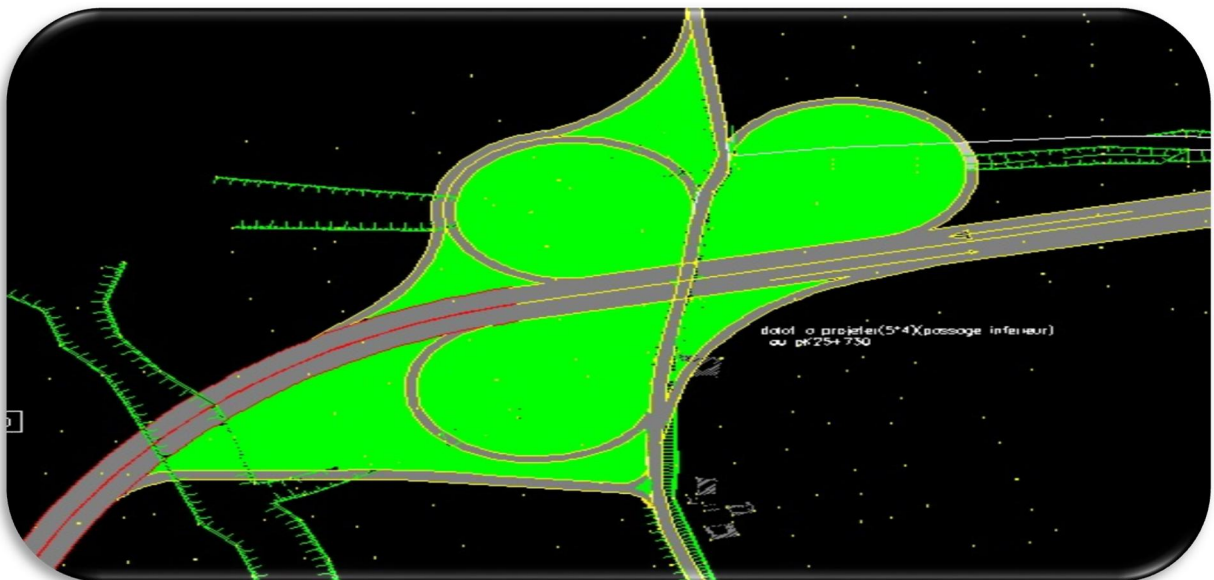
**b) Types de routes à raccorder :**

- ✓ **Pour l'échangeur N°1** : Notre échangeur doit assurer une liaison entre la route secondaire (**zone rurale**) des villages près de Freha (PK 25+146) menant vers la déviation de la ville D'Azazga
- ✓ **Pour l'échangeur N° 2** : Notre échangeur doit assurer une liaison entre la route secondaire menant d'Azefoune (**RN 71**) et la déviation de la ville d'Azazga vers Bejaia

**c) Caractéristiques géométriques des routes à raccorder :**

➤ **Echangeur N°1 :**

La route menant de la zone rurale de Freha vers la déviation de la ville d'Azazga



**Figure.VII.2 : Conception d'un échangeur avec le logiciel autoCAD et le logiciel MENSURA GEODES (7.0)**

➤ **Echangeur N° 2 :**

- La route menant d'Azefoune (**RN 71**) vers la déviation de la ville d'Azazga a un profil d'une voie bidirectionnelle de 7m

- Notre tracé (la déviation de la ville d'**Azazga**) a un profil de 3,5x2x2 voies de 14 m par sens avec un TPC de 3 m
- Le croisement se fait avec quatre branches et le trafic doit être distribué dans huit directions.
- On a constaté aussi que le terrain devant recevoir le futur échangeur est un terrain plat avec une moyenne pente.



**Figure.VII.3 : La réalisation d'un échangeur en trèfle + un Dalou (la RN71) avec la déviation de la ville d'Azazga**



**Figure.VII.4 : Echangeur de RN 71 avec l'intersection de la déviation de la ville d'Azazga sur logiciel MESURA GEODES (7.0) et autoCAD (2009)**

d) La distribution du trafic :

L'échangeur n°1 est de quatre branches donc le trafic sera réparti en Huit directions, tant dis que celui de la (RN 71) et de quatre branche le trafic sera réparti en huit directions

- Le trafic sur la route reliant la **RN12** a la déviation de la ville **d'Azazga** est de : **27600 v/j avec un poids lourd de 10%**.
- Le trafic sur la **RN12** est de : **27 600v/j** avec un poids lourd **de 10%**
- Le trafic sur la route reliant la déviation de la ville **d'Azazga à la RN 71** est de **27600 v/j avec un poids lourd de 10%**

e) **Vitesse sur les bretelles :**

D'après le **B40** : pour les vitesses suivantes :

- la vitesse sur la route reliant la **RN12** à la déviation de la ville **d'Azazga** est de  **$Vr = 80Km/h$** .
- la vitesse sur la route reliant la déviation a la (**RN 71**) est de  **$Vr = 60 Km/h$** .
- la vitesse sur la déviation de la ville **d'Azazga** est de  **$Vr = 80Km/h$**

On aura :

- **La vitesse sur les bretelles est de  $Vr = 40 Km/h$** .

**VII.7.2 : Etape n°02 :**

a) **Les Paramètres Fondamentaux :**

a.1) **Visibilité :**

❖ **Visibilité à l'approche des points d'accès :**

Les règles de visibilité s'appliquent à partir de la section courante et sur les accès des bretelles.

✓ **Visibilité sur une sortie :**

A l'amont d'une sortie, les conditions de visibilité portent d'une part sur la signalisation directionnelle qui se rapporte à cette sortie et sur le dispositif de sortie lui-même. Les ordres de grandeur pour la prise en compte de la signalisation directionnelle sont :

- **avertissement** : 60 s avant la sortie pour attirer l'attention des usagers.
- **pré-signalisation** : 30 s avant la sortie, pour marquer le début de la manœuvre de sortie et notamment inciter les usagers à gagner la voie de droite.

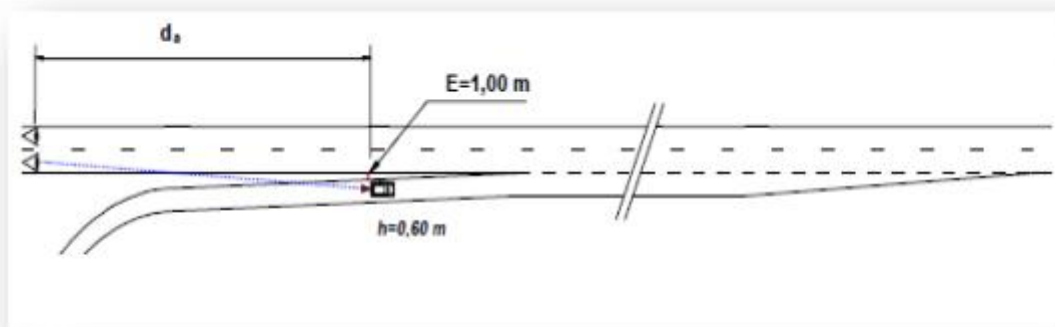
- signalisation avancée, au point  $S = 1.50 m$ , pour marquer la fin de la manœuvre de sortie sur la chaussée émettrice.

A partir de chacune des deux voies les plus à droite de la chaussée émettrice, la distance de visibilité sur chaque panneau doit correspondre au minimum à la distance parcourue pendant **6 secondes** à la vitesse limite autorisée.

✓ **Visibilité sur une entrée :**

La visibilité sur véhicule entrant favorise les manœuvres d'insertion. Elle contribue à la sécurité et à la capacité en permettant l'adaptation réciproque des vitesses, nécessaires aux manœuvres d'insertion et, éventuellement, à la coopération, par dévoiement, des usagers de la chaussée réceptrice.

Cette distance de visibilité sur véhicule entrant, positionné au niveau du point  $E=1.00m$  du dispositif d'insertion est fixée, au minimum, à la distance d'arrêt pour la vitesse pratiquée sur la chaussée réceptrice.



**Figure.VII.5 : Voie d'accélération**

❖ **Visibilité le long des bretelles ou des branches :**

Le conducteur empruntant un échangeur doit disposer :

- Le long de chaque bretelle, de la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule arrêté sur sa voie ; cette règle garantit aussi une visibilité d'approche minimale sur les gares de péage, les carrefours de raccordement et les files d'attente induites. Cette considération est dimensionnante de la longueur des bretelles de sortie
- À l'approche d'un virage, d'une distance de visibilité sur les marquages limitant sa voie au début de l'arc circulaire, au moins égale la distance parcourue à vitesse

limite prescrite en **3 secondes**, afin de lui permettre de percevoir la courbe et d'adapter son comportement à temps.

- En approche et au niveau des carrefours de raccordement à la voirie ordinaire, de conditions de visibilité conformes aux recommandations relatives aux carrefours plans, en tenant compte des vitesses prescrites sur la bretelle.

#### a.2) Principales distances de visibilité :

- Distance d'arrêt ( $da$ ) = distance de perception/réaction + distance de freinage
- Distance de manœuvre de sortie ( $dms$ ) qui permet de définir également les changements de files en section courante.
- Distance de visibilité sur marquage ( $dvm$ )
- Distance de lecture ( $lc$ ), définissant la distance minimale permettant à l'usager de lire les informations sur les panneaux de signalisation.

#### a.3) Tracé en plan des rampes (bretelles, boucles) :

Le tracé des rampes dépend toujours du tracé de la route aux quelles se raccordent, chaque rampe doit présenter une entrée et une sortie, et pour cela il faut bien déterminer leurs distances et prévoir des voies d'accélération ou de décélération.

#### a.4) Voie de décélération-accélération : selon la norme (B40)

##### ➤ Voies d'insertion (d'accélération) de type parallèle :

Longueur de la voie d'insertion  $L$  comptée du nez d'entrée réduit à 1m jusqu'au point ou la longueur se réduit à **1,5 m**

|           |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Va (km/h) | 60  | 80  | 90  | 100 | 120 |
| L(m)      | 140 | 180 | 210 | 240 | 320 |
| LB(m)     | 40  | 50  | 50  | 65  | 75  |

Tableau.VII.1: Longueur de la voie d'insertion



| Paramètre                                 | valeurs       |
|---|---------------|
| <i>Vb</i>                                 | <b>40km/h</b> |
| Rayon min absolu <i>RHm</i> ( 7%)         | <b>40m</b>    |
| Rayon min normal <i>RHn</i> (5%)          | <b>125m</b>   |
| Rayon au dévers<br><i>min RHd</i> (2, 5%) | <b>250m</b>   |
| Rayon non déversé<br><i>RHnd</i> (-2, 5%) | <b>350m</b>   |

Tableau.VII.3: Valeurs limites des rayons

➤ Rayon des boucles *R* = 45 m :

a.6) Profil en long d'une bretelle :

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont les suivantes :

| Vitesse de référence (km/h)           |                               | 40   |
|---------------------------------------|-------------------------------|------|
| Rayon en angle saillant( <i>Rv1</i> ) | Minimal absolu<br><i>Rvm1</i> | 500  |
|                                       | Minimal normal<br><i>Rvn1</i> | 1500 |
| Rayon en angle rentrant( <i>Rv2</i> ) | Minimal absolu<br><i>Rvm2</i> | 700  |
|                                       | Minimal normal<br><i>Rvn2</i> | 1500 |
| Déclivité maximal <i>Imax</i> (%)     |                               | 7    |

Tableau.VII.4: Norme (B40)

a.7) Profil en travers :

Bretelles unidirectionnelles :

- Berme : au moins 1m ; de préférence 1,5m

- BAU : de préférence 2m

- BDG : 0,5 à 1m

- BDD : 0.5 à 1m

- Chaussée : Bretelle à 1 voie

: **Bretelle à 2 voies l= 7m + 2S**

- **La Sur largeur S(R)= 50/R**

**VII.7.3 : ETAPE N°03 :**

- **Echangeur demi-trèfle à quadrants opposés**
- **Echangeur en trèfle à quadrants contigus**

**Analyse 01:** L'échangeur qui raccorde la route de (la zone rurale) des villages près de **Freha au (PK25+146)** à la déviation de la ville d'**Azazga** et est un échangeur mineur demi-trèfle constitué de 3 branches.

**Analyse02 :** L'échangeur qui raccorde déviation de la ville d'**Azazga au RN71** vers **Azefoune** est un échangeur majeur constitué de 4 branches.

**VII.8 : Etude en APS du Dalou de l'échangeur**

**Introduction:**

Notre démarche porte sur l'étude en phase Avant-Projet Sommaire (**APS**) d'un ouvrage d'art (**Dalou**) au niveau du **PK 29+140**. Il permet à la RN71 de franchir la pénétrante autoroutière sur un Dalou.

A ce stade de la conception du **Dalou**, une variante sera proposée et pré dimensionnée. Par une analyse multicritère qualitative.

**VII.8.1 : Présentation du projet:**

**VII.8.1.1 : Les données naturelles:**

Les données naturelles relatives à l'environnement du Dalou, influent considérablement sur sa conception. Elles se constituent par :

- la reconnaissance du site en effectuant des visites sur le terrain pour déterminer le type d'obstacle.
- Pour notre cas, il s'agit d'une intersection de la **RN 71 au PK 29+140** d'un passage inférieur de franchir une pénétrante autoroutière ce qui nous donne une ouverture de **23 m** et un gabarit de **5.25 m**.
- En fin il est à noter que le dit projet se situe dans une zone rurale.
- la reconnaissance géotechnique faite à partir d'une carte géologique et des sondages carottés ainsi pour connaître le sol de fondation,



Figure.VII.8 : image du Dalou au PK 29+140 prise sur Google earth

#### VII.8.1.2 : Les données fonctionnelles :

L'ouvrage s'inscrit dans le cadre de rétablissement de communication entre la **RN 71** qui relie à la déviation de la ville **d'Azazga**.

D'après les renseignements recueillis in-situ et sur la base des données géométriques du tracé, l'ouvrage projeté sur cet axe présente les caractéristiques suivantes :

##### a) Trace en plan:

Le tracé en plan est la ligne définissant la géométrie de l'axe de la voie portée.

En plan, nous pourrions distinguer que c'est un ouvrage droit exempt de toutes courbures.

##### b) Profil en long:

Longitudinalement, le tracé de la voie portée qui est une route bidirectionnelle, présente une **pente de 2 %**.

##### c) Profil en travers:

Le profil en travers de la voie portée doit être soigneusement étudié car il serait très difficile de le modifier (par exemple, de l'élargir).

Le profil en travers de l'ouvrage est défini comme suit :

- **Largeur roulable  $L_r = 07 m$ .**

- **Largeur utile :  $L_u = 09 \text{ m}$ .**
- **Largeur de trottoir :  $l = 1,00 \text{ m}$ .**
- **Nombre de voies de circulations :  $N = \text{une Voie pare sens}$**
- **Profil en toit de  $2,5\%$ , et  $-2,5\%$ .**

**DONC : On obtient un Dalou de *largeur* =  $11 \text{ m}$ .**

### **VII.9 : Choix et type d'ouvrage :**

Nous tâcherons à choisir le type d'ouvrage le plus économique capable de satisfaire le mieux possible à toutes les conditions imposées, pour cela nous devons connaitre à la fois l'ensemble des contraintes à respecter et l'ensemble des types d'ouvrages qui peuvent être envisagés.

### **VII.10 : Conclusion :**

Après avoir examiné tous les types d'ouvrages possibles, on a opté pour un Dalou et cela pour les avantages économiques et la facilité de sa construction et de son entretien.



wondershare™

PDF Editor

# Chapitre VIII.

## Conception de carrefours



wondershare™

PDF Editor

**VIII. 1) : Introduction**

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau.

Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

L'existence des carrefours ou d'embranchements routiers tend à permettre aux courants de circulation de se succéder :

- **Sans risque de collision.**
- **Réduisant au minimum la gêne.**
- **En laissant un débit suffisant dans les diverses directions.**



**figure .VIII.1 : exemple d'un carrefour**

**VIII.2) : Aménagement des carrefours :**

Le but d'aménagement des carrefours est d'assurer une bonne fluidité au niveau de croisement des courants.

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le futur.

- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approches à vide pratique.
- Des caractéristiques sections adjacents et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité de tracé.

De la surface neutralisée par l'aménagement

### **VIII.3) : Choix de l'aménagement :**

En projet neuf, on s'appuie souvent sur les connaissances générales relatives à l'influence du type de carrefour sur les nombres d'accidents, le temps perdus, etc.... sur un site existant, un diagnostic de sécurité est une base essentielle pour orienter la décision en particulier, en l'absence l'accident, la transformation en giratoire ne s'impose pas.

Les avantages en termes de sécurité et de temps de parcours dépendent essentiellement des trafics de la route principale et de la route secondaire, et plus particulièrement les trafics traversiers et d'échange ; leur connaissance est indispensable pour effectuer un choix éclairé. Donc le choix sera reposé sur ce qui suit : sécurité ; retard lié au trafic, et retard géométrique

**Pour notre projet l'étude d'évitement comporte essentiellement l'étude d'un carrefour giratoire**

**Carrefour giratoire : à l'intersection de la RN 12 avec la déviation de la ville d'Azazga sur 8,5km**

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectifs de fonctionnement privilégié pour un type d'usager.
- Objectifs de la capacité choisis.
- Objectifs de sécurité

### **VIII.4) : données utiles à l'aménagement des carrefours :**

Les données essentielles à considérer en vue de l'aménagement d'un carrefour sont les suivantes :

- La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte
- L'intensité et la composante du différent courant

- Les vitesses d'approche pratiquées
- Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement
- Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long
- L'homogénéité du trafic

### **VIII.5) : Les différents types de carrefour :**

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

#### **VIII.5.1) : Carrefour a trois branches en (T):**

Carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires unique et orthogonale, ou aussi ( $\pm 20^\circ$ ), à l'axe principal. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

#### **VIII.5.2) : Carrefour a trois branches en (Y) :**

Carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus  $20^\circ$ ).

#### **VIII.5.3) : Carrefour a quatre branches en croix :**

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

#### **VIII.5.4) : Carrefour type giratoire :**

Carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinture par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste ; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond-point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°).

En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé



figure .VIII.2 : différents types de carrefours

#### VIII-6)- Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de  $90 \pm 20$  à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolore.

##### a) La visibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide. En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

### b) Triangle de visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommet:

- Le point de conflit
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse

### VIII .7) : Conception du carrefour :

#### a) Les paramètres fondamentaux du carrefour giratoire de notre projet sont :

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide ( $V_0$ ) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

#### ➤ D'après le B40 :

En catégorie  $C_2$  et environnement  $E_2$  sur un alignement:  $V_0 = 80\text{km/h}$  et  $a = 2.5\text{m}$  (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

$$d'p (VP) = 130\text{m.}$$

$$d'p (PL) = 175\text{m.}$$

$$d'p (t. \text{à} .g) = 175\text{m.}$$

$$d'p (t. \text{à} .d) = 165\text{m.}$$

✓ la distance de visibilité ( $dp$  et  $dnp$ ) = 110m

✚ D'après le guide d'aménagement des carrefours :

Les couloirs d'entrée et de sortie:

**1) la voie d'entrée :**

- Les largeurs d'entrée ( $le$ ) (mesurées entre marquages) recommandables sont : pour les entrées à 1 voie,  $le = 4 m$  (minimum 2,20 m pour les entrées très secondaires);
- pour les entrées à 2 voies,  $le = 7 m$  (6 m si le trafic de poids lourds est très faible).
- Les rayons d'entrée ( $Rg$ ) doivent toujours être inférieurs ou égaux au rayon extérieur du giratoire ( $Rg$ ). Ils sont normalement compris entre 10 et 15 m (suivant la configuration des branches autour de l'anneau).

**2) La voie de sortie :**

- La largeur des sorties ( $ls$ ) est de 4 à 5 m pour une voie (selon la valeur de  $Rg$ ) ; elle est rapidement ramenée à la largeur de la demi-chaussée en section courante, en pratique au niveau du raccordement avec l'alignement droit.
- Pour les sorties à 2 voies, la largeur ( $ls$ ) est normalement de 7 m. Lorsque la chaussée comporte en section courante une seule voie par sens de circulation, le rabattement de deux à une voie s'effectue dans l'alignement droit, suivant les modalités habituelles, avec une vitesse conventionnelle de  $60 \frac{km}{h}$ .
- Le rayon de sortie ( $RJ$ ) doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire ( $R_i$ ), avec un minimum de 15 m et un maximum de 30 m.



wondershare™

PDF Editor

|                                      | notation | paramétrage  | Valeurs courants (en m) |            |
|--------------------------------------|----------|--|-------------------------|------------|
| Rayon du giratoire                   | $R_g$    | $12m \leq R_g \leq 25m$                              | $R_g = 15$              | $R_g = 20$ |
| Largeur de l'anneau                  | $Le$     | $6m \leq Le \leq 9m$                                 | 7                       | 7          |
| Sur largeur franchissable            | $SLF$    | $1,5m \text{ si } R_g \leq 15m$                      | 1,5                     | /          |
| Rayon intérieur                      | $R_i$    | $R_g - La - SLF$                                     | 6,5                     | 13         |
| Rayon d'entrée                       | $R_e$    | $10m \leq R_e \leq 15m \text{ et } < R_g$            | 15                      | 15         |
| Largeur de la voie entrante (1voie)  | $Le1$    | $Le1 = 4 m$  | 4                       | 4          |
| Largeur de la voie entrante (2voies) | $Le2$    | $Le2 = 7 m$  | 7                       | 7          |
| Rayon de sortie                      | $R_s$    | $15 m \leq R_s \leq \llcorner 30m \text{ et } > R_i$ | 20                      | 20         |
| Largeur de la voie sortante (1voie)  | $Ls1$    | $4 m \leq Ls1 \leq 5m$                               | 4                       | 4,5        |
| Largeur de la voie sortante (2voies) | $Ls2$    | $Ls2 = 7 m$  | 7                       | 7          |
| Rayon de raccordement                | $R_r$    | $R_r = 4 R_g$  | 60                      | 80         |

Tableau .VIII.1 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie :

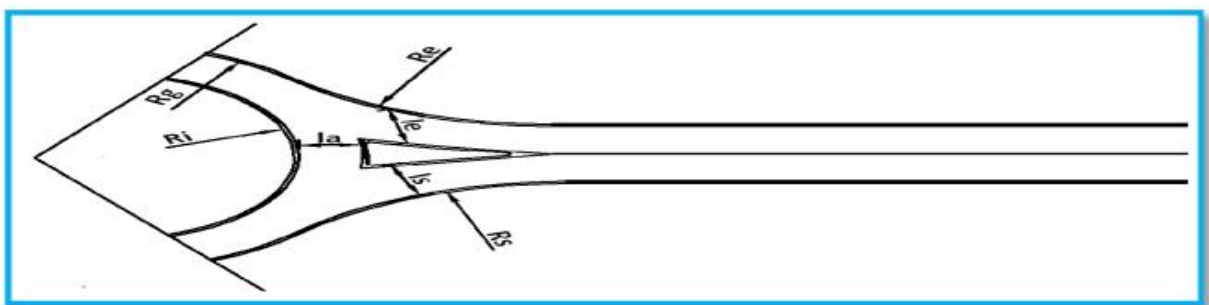


figure .VIII.3 : exemple de construction des voies de sortis et entrées.



wondershare™

PDF Editor

**Les îlots :**

Les îlots sont aménagés sur les bras du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les voies de circulation.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont récapitulés dans le tableau suivant :

|                                     | notation | paramétrage                | Valeurs courants en (m) |      |
|-------------------------------------|----------|----------------------------|-------------------------|------|
| Rayon giratoire                     | $Rg$     |                            | 15                      | 20   |
| Hauteur du triangle de construction | $H$      | $H = Rg$                   | 15                      | 20   |
| Base du triangle de construction    | $B$      | $B = Rg/4$                 | 3,75                    | 5,00 |
| Déport de l'îlot sur l'axe de       | $d$      | $d = (0,5 + Rg/50)/2$ ou 0 | 0,40                    | 0,45 |
| Rayon de raccordement des bordures  | $r$      | $r = Rg/50$                | 0,30                    | 0,40 |

Tableau .VIII.2 Tableau : Récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots :

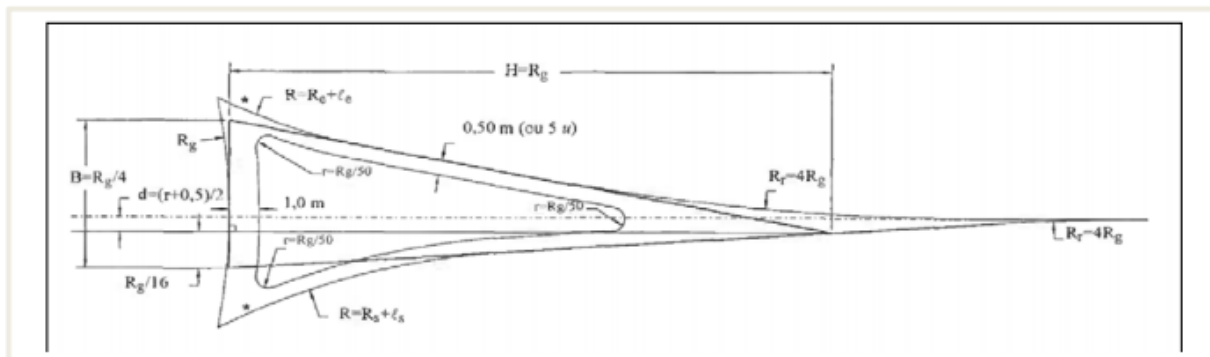


figure .VIII.4 : exemple de construction d'un îlots séparateur

**a) Construction des îlots séparateurs sur les branches des giratoires de rayon (RG) ≥ 15m**

- **Îlot directionnel:**

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrée et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1m.

- **Voie directe de tourne-à-droite :**
- ✓ **La voie directe se compose :**

**a)** D'un couloir de décélération de type diagonal comportant un biseau de sortie rectiligne **d'une longueur de 80 m** au moins (mesurée entre la pointe du biseau et le nez d'îlot de sortie réduit à 1 m) et d'un raccordement progressif (**Clothoïde**) ;

**b)** d'un arc circulaire de longueur suffisante et **de rayon au moins égal à 40 m** (bord intérieur de la voie).

**c)** d'une voie d'insertion de type parallèle comportant une zone **d'accélération de 70 m de long au moins, et d'un biseau de 70 m.**

**d)** **La largeur de la voie est de 7 m**, de la sortie du biseau rectiligne jusqu'à l'entrée sur la voie d'insertion.

### **VIII.8) : application au projet :**

Dans le cadre de l'étude de projet, **on a opté pour le choix de carrefours giratoire** comme type d'aménagement et cela dans le but d'assurer une compatibilité entre les aménagements existants sur le chemin qui mène à la route, ainsi que pour répondre au besoin du trafic, tout en assurant le confort et la sécurité aux usages de cette route.

#### **1) Justification du choix du type de carrefour giratoire :**

Ces types de carrefour sont de plus en plus répandus car il présente de nombreux avantages :

- L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés
- La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée.
- Il n'y a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, économise de l'énergie.
- Les véhicules n'attendent pas longtemps, contrairement aux croisements à feux de signalisation, ce qui économise du pétrole et diminue la pollution de l'air, ainsi que les nuisances sonores.
- Le nombre de véhicules virant à gauche est important
- absence totale d'agglomération, impliquant absence de risque de percussions de piétons, vu le manque de prise en charge correcte des piétons pour ce type de carrefour en zone urbaine.

**Aussi ces carrefours sont composés de 2 voies donc l'utilisateur**

- s'il veut tourner à droite, il enclenche son clignotant droit avant d'aborder le giratoire. Il se place alors sur la première voie (voie ouverte) et sort tout de suite dès que possible
- s'il veut tourner à gauche, il enclenche son clignotant gauche avant d'aborder le giratoire. Il se place alors rapidement sur la deuxième voie (voie fermée) puis y reste pour faire la moitié du tour complet. Il enclenche alors son clignotant droite se positionne (en cédant le passage aux éventuels usagers sur la première voie). Il sort dès que possible (toujours avec son clignotant actif).
- S'il veut faire demi-tour, il enclenche son clignotant gauche avant d'aborder le giratoire. Il se place rapidement sur la deuxième voie (voie fermée) puis y reste pour faire les trois quarts du tour complet. Il enclenche alors son clignotant droit et se positionne (en cédant le passage aux éventuels usagers sur la première voie) dans la première voie. Il sort dès que possible (toujours avec clignotant actif).

#### VIII.8) : Description de carrefours giratoire de notre projet :

##### VIII.8.1) : Carrefour au PK 24+150 :

Il s'agit d'un carrefour giratoire qui se situe à l'intersection de la route national n°12 et la déviation de la ville d'Azazga sur 8,5km au Pk 24+150, c'est un carrefour giratoire à quatre branches dont deux en 2x2 voies.



figure .VIII.5 : Réalisation d'un carrefour giratoire à l'intersection de la RN 12 et la déviation de la ville d'Azazga

➤ Caractéristiques géométriques de l'anneau :

| Rayon de giratoire extérieur $R_{ge}$ (m) | Rayon de giratoire intérieur $R_{gi}$ (m) | Largeur de chaussée annulaire (m) |
|---|---|-----------------------------------|
| 20  | 13  | 7                                 |

Tableau .VIII.3 : l'anneau

➤ Caractéristiques géométriques des branches

|   | Rayon d'entrée(m) | Largeur de la voie d'entrée(m) | Rayon de sortie(m) | Largeur de la voie de sortie(m) |
|---|-------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| <b>Branche 1<br/>Yakourene<br/>vers Freha</b>                               | 15                | 7                              | 20                 | 7                               |
| <b>Branche 2<br/>Yakourene<br/>vers Tizi<br/>Ouzou</b>                      | 15                | 7                              | 20                 | 7                               |
| <b>Branche 3 Tizi<br/>Ouzou vers<br/>Yak0urene<br/>sur la<br/>déviation</b> | 15                | 7                              | 20                 | 7                               |
| <b>Branche 4<br/>d'aviation<br/>vers Azazga<br/>sur RN 12</b>               | 15                | 7                              | 20                 | 7                               |

Tableau .VIII.4 : les branches

# Chapitre IX.

## Les impacts du projet



wondershare™

# PDF Editor

**IX.1: Introduction :**

L'implantation d'un réseau routier est capitale au développement économique et social d'un pays, elle répond à des impératifs socio-économico-politiques, de rapidité et sécurité routière qui constituent des avantages recherchés. Le réseau routier doit tenir compte également de sa densité optimale et de son impact sur l'environnement.

Au-delà d'un certain seuil, des dangers prendront le pas sur les avantages acquis et l'investissement consenti pourra être remis en cause.

**IX.2: Identification et description des impacts :**

L'analyse des effets du projet sur l'environnement est la phase centrale de toute étude D'impact.

L'identification des impacts d'un projet routier est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à implanter.

Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de pré- construction, de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

Cette tâche comprendra :

- L'identification des impacts directs et indirects sur le milieu naturel et le milieu créé afin de définir les mesures de limitation nécessaires;
- L'évaluation quantitative et/ou qualitative de ces effets afin de définir la gravité des impacts et le niveau de priorité à donner aux mesures correspondantes.

Notre projet (**la déviation de la ville d'Azazga sur 8,50km**) engendrera des effets sur l'environnement aussi bien positifs que négatifs.

**IX.3: Les impacts positifs du projet :**

Les impacts positifs générés par le projet ne sont remarquable qu'en phase d'exploitation parmi lesquels on peut citer :

- la fluidité de la circulation (gaine du temps);
- le désenclavement des régions limitrophes.
- Une réponse aux besoins de confort, et la sécurité des usagers ;
- Développement économique et sécuritaire de la willaya de Tizi-Ouzou en particulier la ville d'Azazga et son entourage ce qui attire le tourisme ;
- Création de poste d'emploi temporaire (pendant la réalisation du projet)

**IX.4: Les impacts négatifs :**

La plupart des impacts négatifs seront limités à la période d'exécution des travaux pendant les travaux d'excavation, de nivellement de piste, de bitumage, d'exploitation des carrières et des zones d'emprunts, du transport des matériaux de construction, de l'entretien des véhicules.

D'autres impacts négatifs qui pourront se manifester concerneront : l'émanation des poussières, du bruit, des vibrations sonores et des problèmes de sécurité pendant Les travaux et à la mise en place des équipements et des matériaux de construction ; le rejet anarchique de produits de purges/curages de travaux d'assainissement.

L'évaluation de ces impacts est basée sur les trois facteurs : la durée (permanent, temporaire ou momentané), l'étendu (régional, local ou ponctuel) et l'importance (forte moyen ou faible) durant les périodes de chantier.

Les impacts les plus importants sont définis comme suit :

- Dégagement des poussières dans l'atmosphère.
- Déversement de boues dans l'espace urbain.
- Emission de bruit lors des travaux. Cette nuisance est due à l'usage des engins 24h/24h
- Coupure très forte de la circulation automobile.

| <b>Impact évaluation</b> | <b>Dégagement des poussières</b> | <b>Déversement de boues dans l'espace urbain</b> | <b>Émission des bruits (travaux 24h/24h)</b> | <b>Coupure de circulation automobile</b> |
|--------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| <b>Durée</b>             | <b>Temporaire</b>                | <b>Momentané</b>                                 | <b>Temporaire</b>                            | <b>Temporaire</b>                        |
| <b>Etendu</b>            | <b>Local</b>                     | <b>Ponctuel</b>                                  | <b>Local</b>                                 | <b>régional</b>                          |
| <b>importance</b>        | <b>Moyen</b>                     | <b>Faible</b>                                    | <b>Moyen</b>                                 | <b>Fort</b>                              |

**Tableau.IX.1: Les impacts les plus importants**



wondershare™

PDF Editor

# Chapitre X.

## Signalisation et équipements



wondershare™

PDF Editor

**X.1: Signalisation****X.1.1: Introduction :**

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle lui permet d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux elle doit, par conséquent, être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

**X.1.2: Objectifs de signalisation routière :**

La signalisation routière a pour rôle :

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

**X.1.3: Types de signalisation :**

On distingue deux types de signalisation :

- ✓ **Signalisation verticale.**
- ✓ **Signalisation horizontale.**

**a) Signalisation verticale :**

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

- ✓ **signalisation avancée :**

Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection

Le signal B3 accompagné dans les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

- ✓ **signalisation de position :**

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

✓ **signalisation de direction :**

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usages de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils ont fixé, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75%.

**b) signalisation horizontale :**

Elle concerne uniquement les marques sur chaussée qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche.

La signalisation horizontale se divise en trois types:

✓ **marques longitudinales:**

✓ **lignes continues:**

Elles ont un caractère impératif (non franchissable sauf du côté où elles sont doublées par une ligne continue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où lorsque le dépassement est interdit.

✓ **Lignes discontinues:**

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue :

✓ Les lignes axiales ou lignes de délimitation des voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

✓ Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits dans ces cas est égale à celle de leurs intervalles.

✓ Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, la longueur des traits de ces lignes est triple de celle de leurs intervalles.



wondershare™

PDF Editor

Les modulations des lignes discontinues sont recapitalisées dans le tableau ci-dessous :

| Type de marquage         | Type de modulation | Largeur du trait en (cm) | Intervalle entre 2 traits successifs(m) | Rapport plein vides |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|---|---------------------|
| Axiale longitudinal rive | T1                 | 30                       | 10                                      | 1/3                 |
|                          | T'1                | 15                       | 5                                       | 1/3                 |
|                          | T3                 | 30                       | 1,33                                    | 3                   |
|                          | T2                 | 30                       | 3,5                                     | 1                   |
|                          | T'3                | 20                       | 6                                       | 3                   |
| Transversale             | T'2                | 50                       | 0,5                                     | 1                   |

Tableau.X.1: Les lignes discontinues

Les lignes de délimitation de voies sont de type T1 de largeur 2U :



Figure.X.1: Les Lignes

✓ **Marques transversales :**

C'est une ligne continue qui oblige les usages à marquer un arrêt.

**X.1.4: Autre signalisation :**

✓ **Les flèches de rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

✓ **Les flèches de sélection :**

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.



✓ **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "U" différente suivant le type de route:

**U=7,5 cm sur les autoroutes et les voies rapides urbaines.**

**U=6 cm sur les routes et les voies urbaines.**

Les modulations des lignes discontinues sont recapitalisées dans le tableau ci-dessous :

| Type de marquage         | Type de modulation | Largeur du trait en (cm) | Intervalle entre 2 traits successifs(m) | Rapport plein vides |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|---|---------------------|
| Axiale longitudinal rive | T <sub>1</sub>     | 30                       | 10                                      | 1/3                 |
|                          | T' <sub>1</sub>    | 15                       | 5                                       | 1/3                 |
|                          | T <sub>3</sub>     | 30                       | 1,33                                    | 3                   |
|                          | T <sub>2</sub>     | 30                       | 3,5                                     | 1                   |
|                          | T' <sub>3</sub>    | 20                       | 6                                       | 3                   |
| Transversale             | T' <sub>2</sub>    | 50                       | 0,5                                     | 1                   |

Tableau.X.1: U=5 cm sur les autres routes.

**X.1.5: Les critères de choix de la signalisation :**

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

- ✓ **Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).**
- ✓ **Cohérence avec les règles de circulation. Choix**
- ✓ **Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.**
- ✓ **Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.**
- ✓ **Eviter la publicité irrégulière.**

**X.1.6: Application au projet :**

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

- ✓ **signalisation horizontale :**
  - marquage de la chaussée en ligne continue.
  - Lignes continue de largeur de 15 cm.
  - marquage de la chaussée en ligne discontinue.
  - Lignes discontinues 3/9/0,15.

✓ **signalisation verticale:**

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A
- Panneau de signalisation priorité : type B
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : type C
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E
- Panneau de signalisation de direction : type E /B
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : type E.
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs).

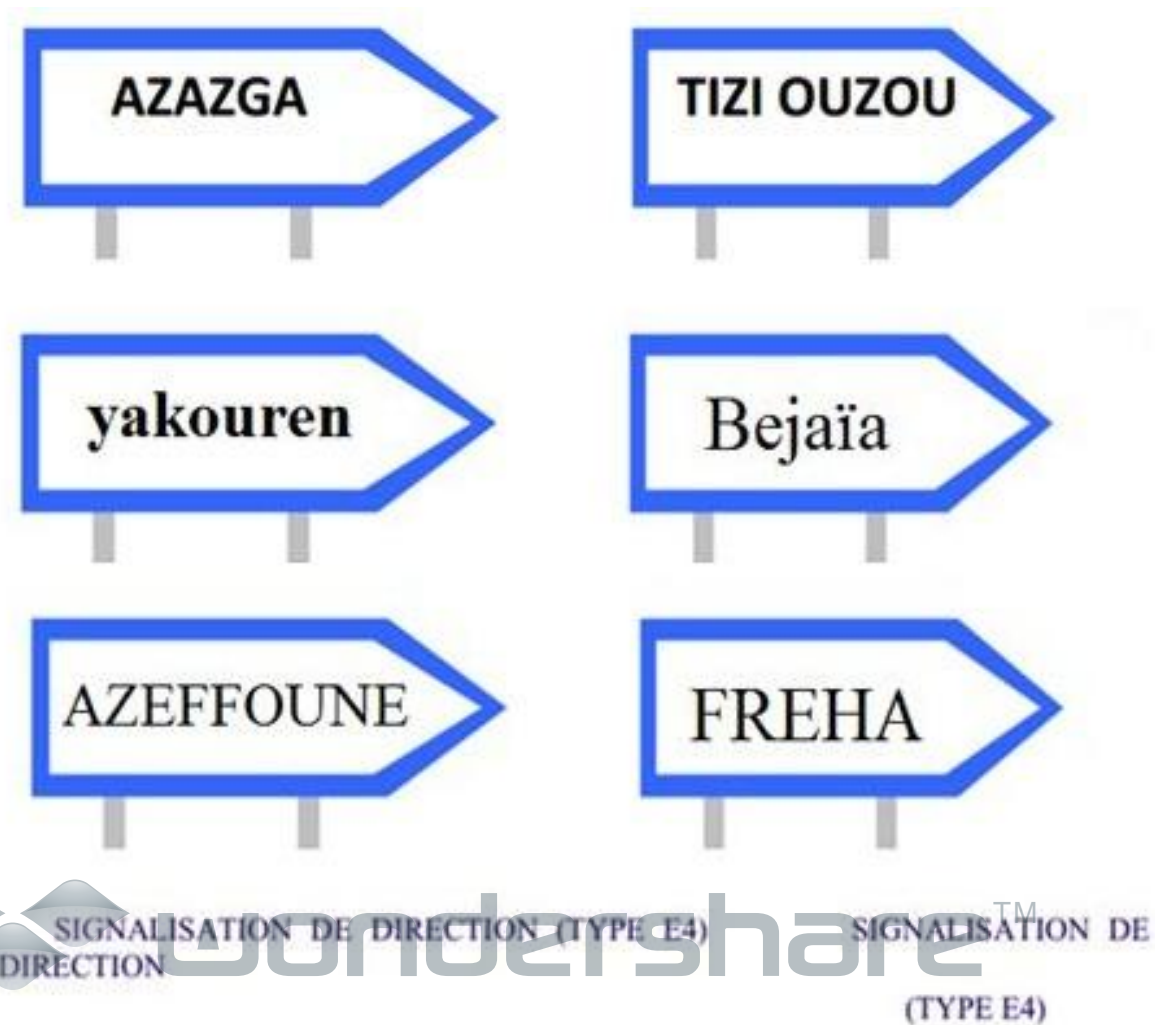


Figure.X.2: Signaux d'indication

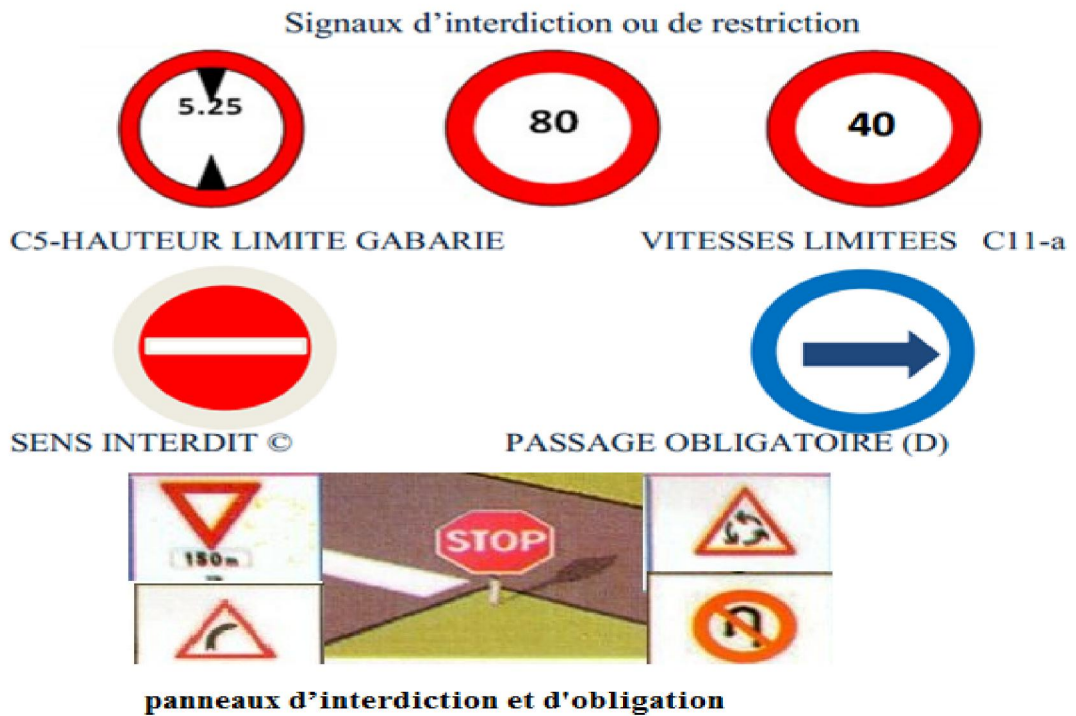


Figure.X.3: Signaux d'interdiction

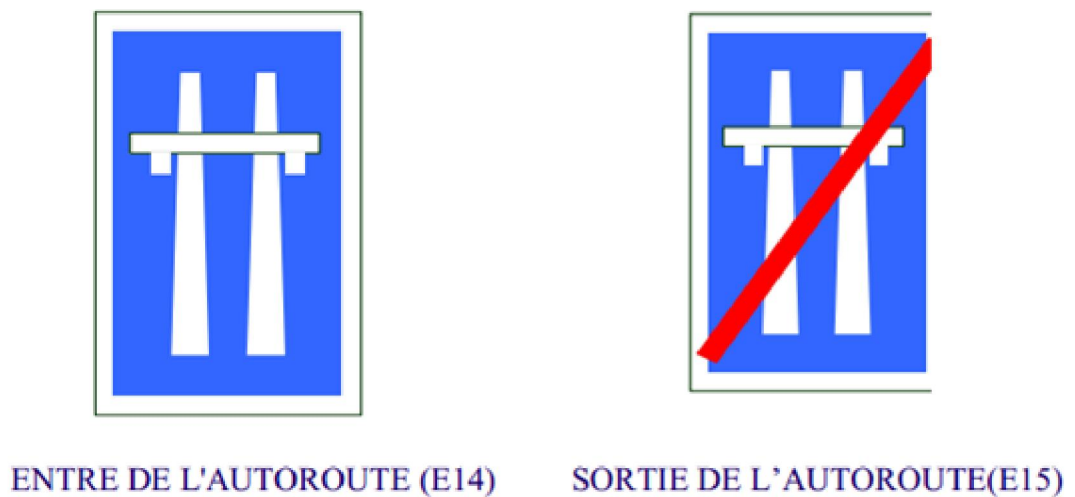
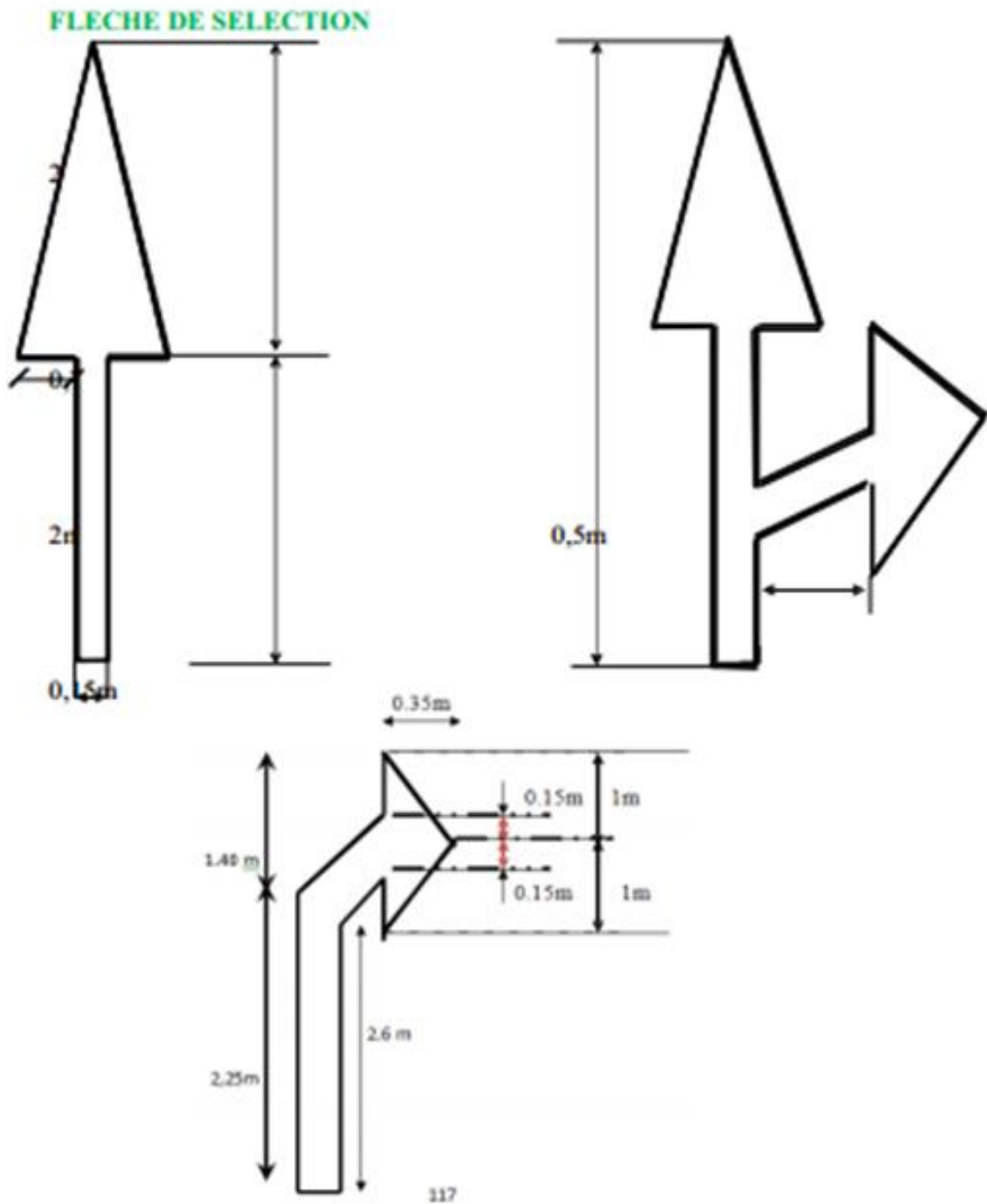


Figure.X.4: Panneaux d'indication



wondershare™

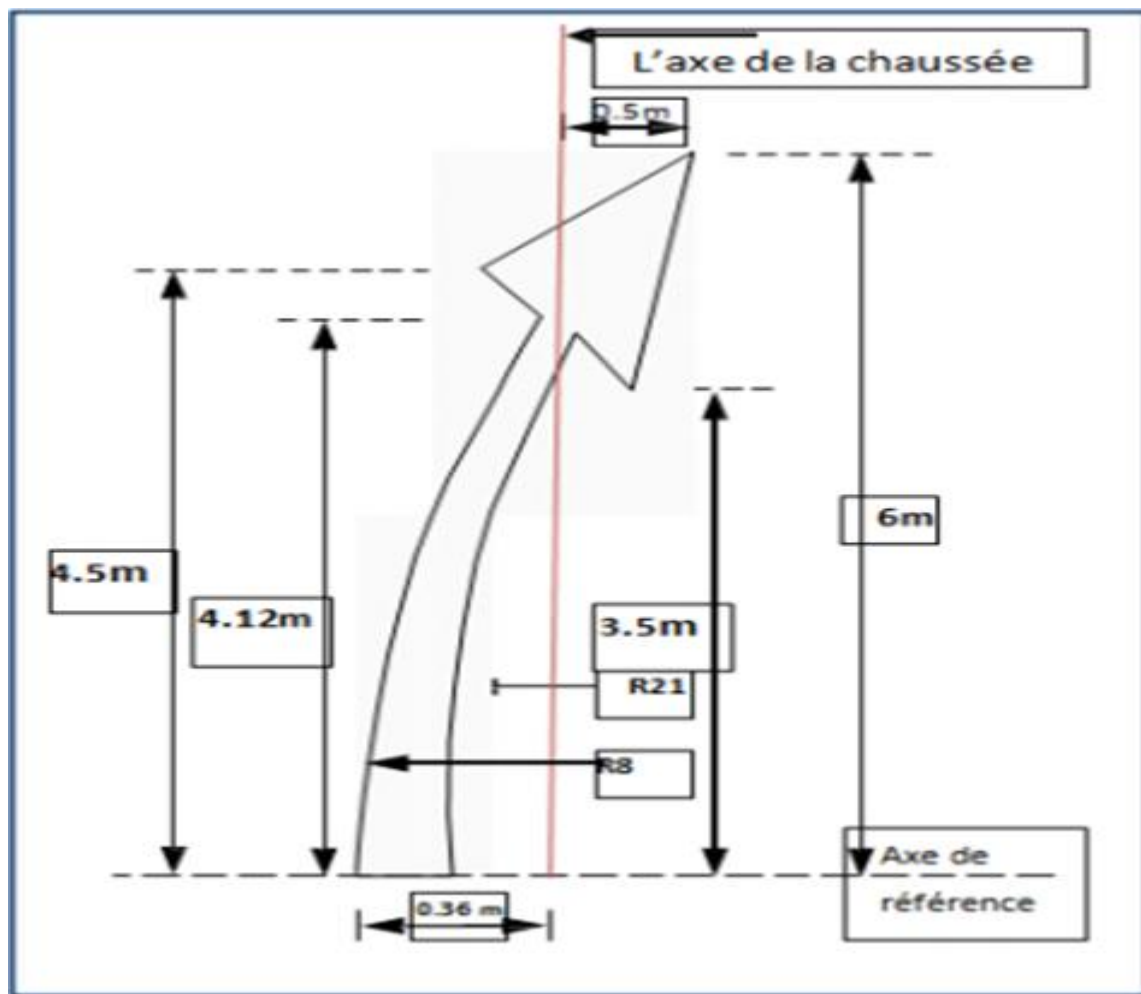
PDF Editor



wondershare™

Figure.X.5: Flèches d'indication et d'insertion

PDF Editor



**Figure.X.6: Flèches de rabattement**

**NB :** Notons que tous ces panneaux de signalisation seront mis en place tout au long du projet, ces flèches sont utilisées à l'approche d'un point d'échange (carrefours, échangeurs) ou pour sortir de l'autoroute.

Pour les schémas de marquage par hachures, montrés ci-dessous, on les utilisera pour les voies de sorties et d'entrées aux points d'échanges.

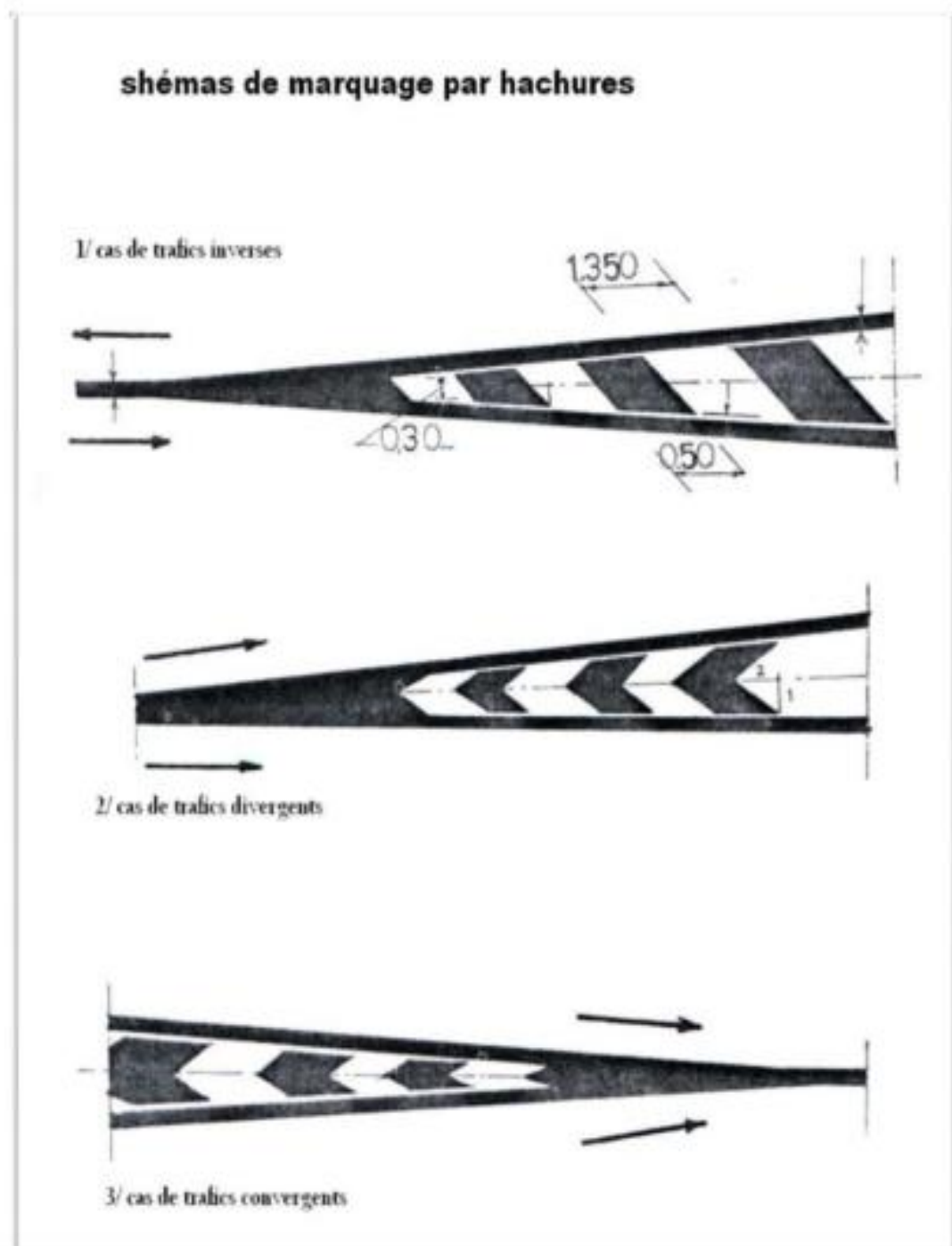


Figure.X.7: Type de schémas de marquage



wondershare™

PDF Editor

**X.2: Equipements de la route****X.2.1: Sécurité :****Introduction:**

La route une fois réalisée doit être « habillée » grâce à des équipements qui permettent pour certains d'améliorer la sécurité, pour d'autres d'informer et de guider l'automobiliste.

Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les principaux types d'équipement.

**X.2.1.1: : Barrières de sécurité :**

Il convient de mener une étude d'ensemble intégrant la présence de barrières afin :

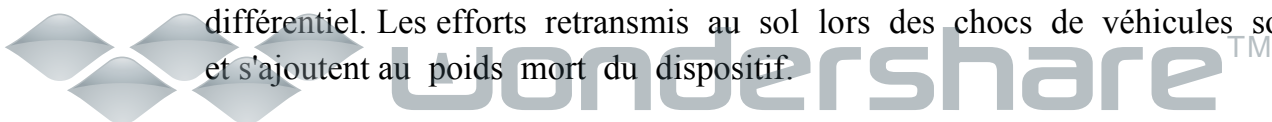
- D'assurer leurs servitudes de fonctionnement, les sujétions d'entretien et d'exploitation.
- de prendre en compte les usagers particuliers (motocyclistes, piétons...).
- de définir la configuration optimale des abords (pente des talus, dispositif d'assainissement...), le dimensionnement de la berme doit permettre la mise en place des dispositifs les plus adaptés.

**a) Sur le T.P.C :**

Des barrières de sécurité équipent systématiquement le T.P.C. Le choix du type de barrière est:

Fonction du volume et de la composition du trafic, du risque à couvrir (obstacle, dénivelé...), des contraintes de visibilité et d'exploitation, de la largeur du T.P.C. On utilise les séparateurs en béton de type GBA (glissière en béton adhérent).ils sont constitués d'un muret continu en béton faiblement armé coulé en place et qui présente un profil spécifique. Ils sont capables de retenir les poids lourds de 12 t et entrent donc dans la classe des barrières normales de sécurité. Pour les voitures légères, le profil, par sa forme particulière, limite le frottement de la carrosserie sur le dispositif.

Les séparateurs en béton sont des dispositifs rigides qui ne peuvent être implantés que sur un sol stabilisé pour éviter tout risque de rupture par tassement différentiel. Les efforts retransmis au sol lors des chocs de véhicules sont élevés et s'ajoutent au poids mort du dispositif.



**b) Sur accotement :**

Le même type de glissière sera disposé à droite de chaque voie à la limite de la bande d'arrêt d'urgence pour délimiter la chaussée roulable et protéger les usagers de la route des risques éventuels de sortie.

Les séparateurs en béton de type GBA (simple) sont représentés sur la figure ci-dessous :

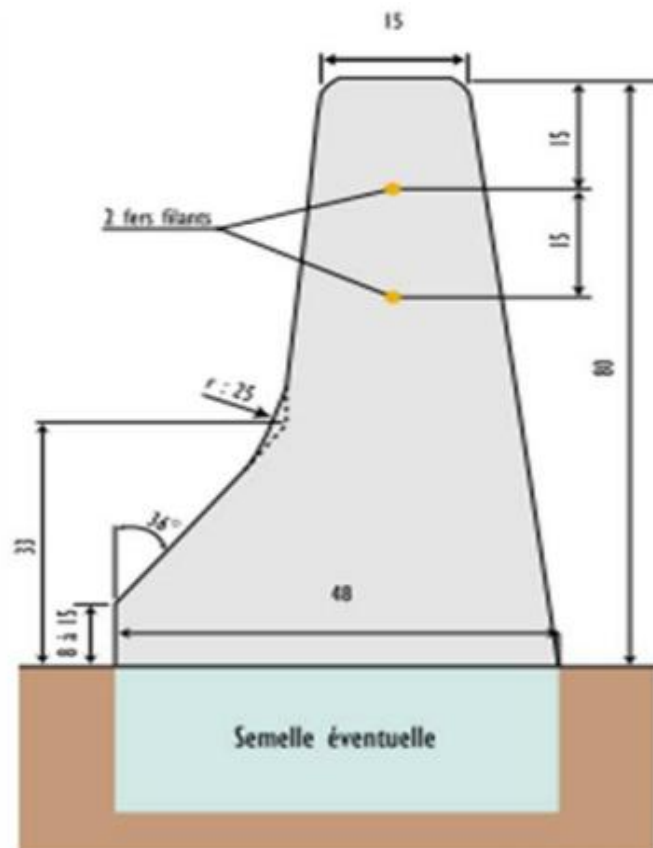


Figure.X.8: Profil théorique du séparateur de type GBA

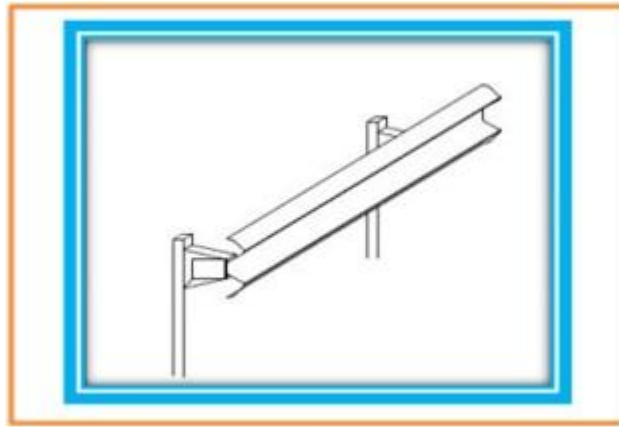


wondershare™

PDF Editor

**c) Au niveau de l'échangeur :**

Nous prévoyons pour chaque bretelle des glissières de sécurité métalliques



**Figure.X.9: Glissières de sécurité**

**X.2.2: Eclairage****Introduction :**

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

**Classe A :** éclairage général d'une route ou autoroute.

**Classe B :** éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).

**Classe C :** éclairage des voies dessertes.

**Classe D :** éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

**XI.2.2.1: Eclairage d'un point singulier :**

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

- A longue distance 800 à 1000 m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.

- A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

#### XI.2.2.2: Paramètre de l'implantation des luminaires :

- L'espace (e) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10met parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée
- La porte à faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

#### XI.2.2.3: Eclairage appliqué à notre projet :

- **Eclairage de la voie (le long de la déviation de la ville d'Azazga sur 8,5km)** : des lampadaires sont implantés dans le terreplein central avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi-chaussée, espacée de 20 m et une hauteur de 12m pour chacun des lampadaires
- **Eclairage des carrefours:** Pour les carrefours dont les îlots centraux sont importants, on place en retrait de leurs courbures des foyers A, dans l'alignement de foyers B sur la bordure extérieure, pour que les usagers identifient les différentes voies d'accès (appareil défilé).

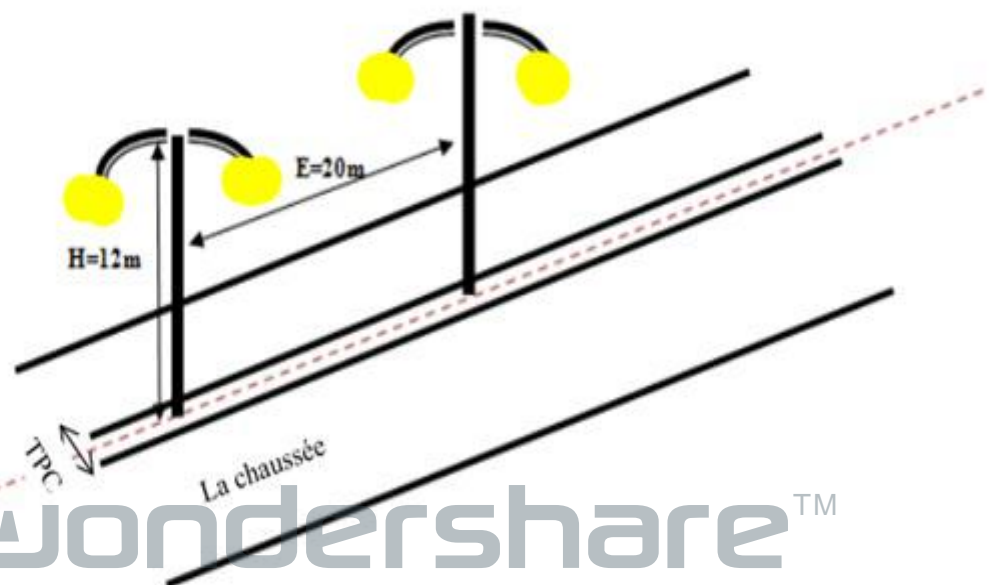


Figure.X.10: disposition des lampadaires sur le TPC

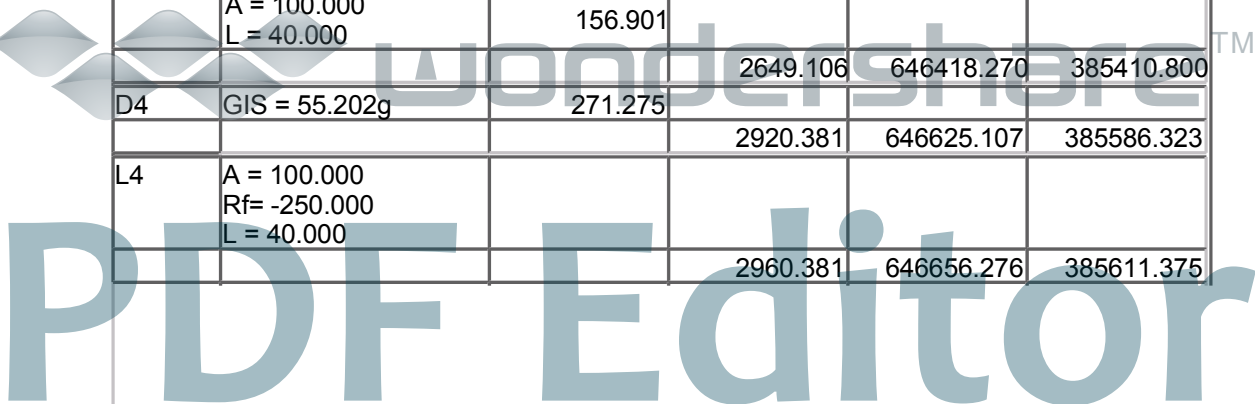
# Annexe



# PDF Editor

**AXE EN PLAN**

| Elém | Caractéristiques  | Longueur | Abscisse | X          | Y          |
|------|---|----------|----------|------------|------------|
|      |   |          | 0.000    | 644673.935 | 383729.547 |
| D1   | GIS = 86.670g   | 248.127  |          |            |            |
|      |   |          | 248.127  | 644916.642 | 383781.122 |
| L1   | A = 250.000<br>Rf= 600.000<br>L = 104.167                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 352.293  | 645017.831 | 383805.705 |
|      | XC= 644842.703<br>YC= 384379.578<br>R = 600.000<br>L = 508.465  |          |          |            |            |
|      |   |          | 860.758  | 645388.790 | 384131.004 |
|      | Rd= 600.000<br>A = 250.000<br>L = 104.167                       | 716.798  |          |            |            |
|      |   |          | 964.925  | 645426.376 | 384228.115 |
| D2   | GIS = 21.668g   | 762.978  |          |            |            |
|      |   |          | 1727.902 | 645681.077 | 384947.325 |
| L2   | A = 200.000<br>Rf= -450.000<br>L = 88.889                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 1816.791 | 645713.478 | 385030.057 |
|      | XC= 646120.784<br>YC= 384838.741<br>R = -450.000<br>L = 358.572 |          |          |            |            |
|      |   |          | 2175.363 | 645972.903 | 385263.748 |
|      | Rd= -450.000<br>A = 200.000<br>L = 88.889                       | 536.349  |          |            |            |
|      |   |          | 2264.252 | 646058.558 | 385287.362 |
| D3   | GIS = 84.971g   | 227.954  |          |            |            |
|      |   |          | 2492.205 | 646280.188 | 385340.679 |
| L3   | A = 100.000<br>Rf= 250.000<br>L = 40.000                        |          |          |            |            |
|      |   |          | 2532.205 | 646318.805 | 385351.065 |
|      | XC= 646241.093<br>YC= 385588.681<br>R = 250.000<br>L = 76.901   |          |          |            |            |
|      |   |          | 2609.106 | 646387.101 | 385385.748 |
|      | Rd= 250.000<br>A = 100.000<br>L = 40.000                        | 156.901  |          |            |            |
|      |   |          | 2649.106 | 646418.270 | 385410.800 |
| D4   | GIS = 55.202g   | 271.275  |          |            |            |
|      |   |          | 2920.381 | 646625.107 | 385586.323 |
| L4   | A = 100.000<br>Rf= -250.000<br>L = 40.000                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 2960.381 | 646656.276 | 385611.375 |



**AXE EN PLAN**

| Elém | Caractéristiques  | Longueur | Abscisse | X          | Y          |
|------|---|----------|----------|------------|------------|
|      | XC= 646802.283<br>YC= 385408.442<br>R = -250.000<br>L = 135.881 |          |          |            |            |
|      |   |          | 3096.262 | 646782.264 | 385657.639 |
|      | Rd= -250.000<br>A = 100.000<br>L = 40.000                       | 215.881  |          |            |            |
|      |   |          | 3136.262 | 646822.238 | 385658.712 |
| D5   | GIS = 99.990g   | 546.167  |          |            |            |
|      |   |          | 3682.429 | 647368.405 | 385658.801 |
| L5   | A = 250.000<br>Rf= 600.000<br>L = 104.167                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 3786.596 | 647472.493 | 385661.831 |
|      | XC= 647420.377<br>YC= 386259.563<br>R = 600.000<br>L = 120.449  |          |          |            |            |
|      |   |          | 3907.044 | 647590.636 | 385684.227 |
|      | Rd= 600.000<br>A = 250.000<br>L = 104.167                       | 328.782  |          |            |            |
|      |   |          | 4011.211 | 647688.611 | 385719.501 |
| D6   | GIS = 76.157g   | 122.970  |          |            |            |
|      |   |          | 4134.181 | 647803.057 | 385764.487 |
| L6   | A = 200.000<br>Rf= -450.000<br>L = 88.889                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 4223.070 | 647886.773 | 385794.252 |
|      | XC= 648009.297<br>YC= 385361.253<br>R = -450.000<br>L = 184.777 |          |          |            |            |
|      |   |          | 4407.847 | 648069.800 | 385807.167 |
|      | Rd= -450.000<br>A = 200.000<br>L = 88.889                       | 362.555  |          |            |            |
|      |   |          | 4496.736 | 648156.867 | 385789.454 |
| D7   | GIS = 114.873g  | 552.043  |          |            |            |
|      |   |          | 5048.779 | 648693.913 | 385661.653 |
| L7   | A = 200.000<br>Rf= -450.000<br>L = 88.889                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 5137.668 | 648779.626 | 385638.250 |
|      | XC= 648632.790<br>YC= 385212.881<br>R = -450.000<br>L = 41.750  |          |          |            |            |
|      |   |          | 5179.418 | 648818.403 | 385622.817 |
|      | Rd= -450.000  |          |          |            |            |



PDF Editor

**AXE EN PLAN**

| Elém | Caractéristiques  | Longueur | Abscisse | X          | Y          |
|------|---|----------|----------|------------|------------|
|      | A = 200.000<br>L = 88.889                                       | 219.528  |          |            |            |
|      |   |          | 5268.307 | 648896.756 | 385580.922 |
| D8   | GIS = 133.355g  | 186.987  |          |            |            |
|      |   |          | 5455.295 | 649058.660 | 385487.374 |
| L8   | A = 200.000<br>Rf= 450.000<br>L = 88.889                        |          |          |            |            |
|      |   |          | 5544.184 | 649137.014 | 385445.479 |
|      | XC= 649322.627<br>YC= 385855.416<br>R = 450.000<br>L = 441.812  |          |          |            |            |
|      |   |          | 5985.996 | 649560.377 | 385473.349 |
|      | Rd= 450.000<br>A = 200.000<br>L = 88.889                        | 619.590  |          |            |            |
|      |   |          | 6074.885 | 649632.562 | 385525.154 |
| D9   | GIS = 58.276g   | 557.747  |          |            |            |
|      |   |          | 6632.632 | 650074.746 | 385865.088 |
| L9   | A = 200.000<br>Rf= -450.000<br>L = 88.889                       |          |          |            |            |
|      |   |          | 6721.521 | 650146.931 | 385916.893 |
|      | XC= 650384.681<br>YC= 385534.827<br>R = -450.000<br>L = 330.258 |          |          |            |            |
|      |   |          | 7051.779 | 650464.035 | 385977.775 |
|      | Rd= -450.000<br>A = 200.000<br>L = 88.889                       | 508.036  |          |            |            |
|      |   |          | 7140.668 | 650550.273 | 385956.386 |
| D10  | GIS = 117.573g  | 262.112  |          |            |            |
|      |   |          | 7402.780 | 650802.462 | 385884.949 |
| L10  | A = 200.000<br>Rf= 450.000<br>L = 88.889                        |          |          |            |            |
|      |   |          | 7491.669 | 650888.700 | 385863.560 |
|      | XC= 650968.054<br>YC= 386306.508<br>R = 450.000<br>L = 105.605  |          |          |            |            |
|      |   |          | 7597.274 | 650993.873 | 385857.249 |
|      | Rd= 450.000<br>A = 200.000<br>L = 88.889                        | 283.383  |          |            |            |
|      |   |          | 7686.163 | 651082.050 | 385868.173 |
| D11  | GIS = 90.058g   | 160.174  |          |            |            |
|      |   |          | 7846.337 | 651240.275 | 385893.086 |
| L11  | A = 200.000<br>Rf= -450.000                                     |          |          |            |            |



PDF Editor

**AXE EN PLAN**

| Elém                       | Caractéristiques   | Longueur | Abscisse | X          | Y          |
|----------------------------|--|----------|----------|------------|------------|
|                            | L = 88.889   |          |          |            |            |
|                            |  |          | 7935.226 | 651328.451 | 385904.009 |
|                            | XC= 651354.270<br>YC= 385454.751<br>R = -450.000<br>L = 96.593 |          |          |            |            |
|                            |  |          | 8031.819 | 651424.739 | 385899.199 |
|                            | Rd= -450.000<br>A = 200.000<br>L = 88.889                      | 274.371  |          |            |            |
|                            |  |          | 8120.708 | 651511.387 | 385879.541 |
| D12                        | GIS = 116.298g   | 485.611  |          |            |            |
|                            |  |          | 8606.319 | 651981.171 | 385756.574 |
| LONGUEUR DE L'AXE 8606.319 |  |          |          |            |            |



wondershare™

PDF Editor

### PROFIL EN LONG

| Elém                       | Caractéristiques des éléments           | Longueur | Abscisse | Z       |
|----------------------------|---|----------|----------|---------|
|                            |   |          | 0.000    | 158.681 |
| D1                         | PENTE= 1.167 %                          | 2090.080 |          |         |
|                            |   |          | 2090.080 | 183.062 |
| PR1                        | S= 2037.5863 Z= 182.7563<br>R = 4500.00 | 99.840   |          |         |
|                            |   |          | 2189.920 | 185.335 |
| D2                         | PENTE= 3.385 %                          | 1897.224 |          |         |
|                            |   |          | 4087.144 | 249.559 |
| PR2                        | S= 3934.8101 Z= 246.9810<br>R = 4500.00 | 204.452  |          |         |
|                            |   |          | 4291.596 | 261.125 |
| D3                         | PENTE= 7.929 %                          | 1398.545 |          |         |
|                            |   |          | 5690.141 | 372.010 |
| PR3                        | S= 5333.3553 Z= 357.8658<br>R = 4500.00 | 32.797   |          |         |
|                            |   |          | 5722.939 | 374.730 |
| D4                         | PENTE= 8.657 %                          | 2883.380 |          |         |
|                            |   |          | 8606.319 | 624.356 |
| LONGUEUR DE L'AXE 8606.319 |   |          |          |         |

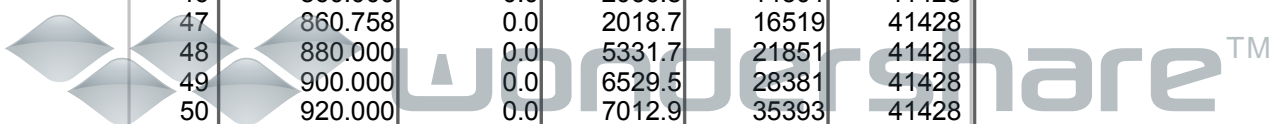


wondershare™

# PDF Editor

### VOLUMES TERRASSEMENT

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 1       | 0.000              | 0.0            | 293.1         | 293           | 0              |
| 2       | 20.000             | 0.0            | 574.1         | 867           | 0              |
| 3       | 40.000             | 0.1            | 591.3         | 1458          | 0              |
| 4       | 60.000             | 1.0            | 620.8         | 2079          | 1              |
| 5       | 80.000             | 3.1            | 682.5         | 2762          | 4              |
| 6       | 100.000            | 6.4            | 763.6         | 3525          | 11             |
| 7       | 120.000            | 13.4           | 768.2         | 4294          | 24             |
| 8       | 140.000            | 15.9           | 838.1         | 5132          | 40             |
| 9       | 160.000            | 11.2           | 914.4         | 6046          | 51             |
| 10      | 180.000            | 0.9            | 882.8         | 6929          | 52             |
| 11      | 200.000            | 0.4            | 668.9         | 7598          | 52             |
| 12      | 220.000            | 4.1            | 511.9         | 8110          | 56             |
| 13      | 240.000            | 2.8            | 195.4         | 8305          | 59             |
| 14      | 248.127            | 24.5           | 85.9          | 8391          | 84             |
| 15      | 260.000            | 170.9          | 29.4          | 8420          | 255            |
| 16      | 280.000            | 780.7          | 0.0           | 8420          | 1035           |
| 17      | 300.000            | 809.0          | 0.0           | 8420          | 1844           |
| 18      | 320.000            | 1324.7         | 0.0           | 8420          | 3169           |
| 19      | 340.000            | 1366.6         | 0.0           | 8420          | 4536           |
| 20      | 352.293            | 952.3          | 0.0           | 8420          | 5488           |
| 21      | 360.000            | 1420.2         | 0.0           | 8420          | 6908           |
| 22      | 380.000            | 2389.2         | 0.0           | 8420          | 9297           |
| 23      | 400.000            | 2488.6         | 0.0           | 8420          | 11786          |
| 24      | 420.000            | 2769.6         | 0.0           | 8420          | 14556          |
| 25      | 440.000            | 2913.7         | 0.0           | 8420          | 17469          |
| 26      | 460.000            | 2982.4         | 0.0           | 8420          | 20452          |
| 27      | 480.000            | 2731.4         | 0.0           | 8420          | 23183          |
| 28      | 500.000            | 2765.8         | 0.0           | 8420          | 25949          |
| 29      | 520.000            | 2763.0         | 0.0           | 8420          | 28712          |
| 30      | 540.000            | 2616.2         | 0.0           | 8420          | 31328          |
| 31      | 560.000            | 2343.7         | 0.0           | 8420          | 33672          |
| 32      | 580.000            | 2060.7         | 0.0           | 8420          | 35732          |
| 33      | 600.000            | 1777.4         | 0.0           | 8420          | 37510          |
| 34      | 620.000            | 1507.2         | 0.0           | 8420          | 39017          |
| 35      | 640.000            | 1163.2         | 0.0           | 8420          | 40180          |
| 36      | 660.000            | 659.2          | 0.0           | 8420          | 40839          |
| 37      | 680.000            | 274.0          | 25.2          | 8446          | 41113          |
| 38      | 700.000            | 57.5           | 215.8         | 8661          | 41171          |
| 39      | 720.000            | 11.3           | 323.7         | 8985          | 41182          |
| 40      | 740.000            | 33.6           | 189.2         | 9174          | 41216          |
| 41      | 760.000            | 149.4          | 25.9          | 9200          | 41365          |
| 42      | 780.000            | 62.6           | 27.6          | 9228          | 41428          |
| 43      | 800.000            | 0.0            | 146.3         | 9374          | 41428          |
| 44      | 820.000            | 0.0            | 918.6         | 10293         | 41428          |
| 45      | 840.000            | 0.0            | 2147.0        | 12440         | 41428          |
| 46      | 860.000            | 0.0            | 2060.8        | 14501         | 41428          |
| 47      | 860.758            | 0.0            | 2018.7        | 16519         | 41428          |
| 48      | 880.000            | 0.0            | 5331.7        | 21851         | 41428          |
| 49      | 900.000            | 0.0            | 6529.5        | 28381         | 41428          |
| 50      | 920.000            | 0.0            | 7012.9        | 35393         | 41428          |
| 51      | 940.000            | 0.0            | 6357.8        | 41751         | 41428          |
| 52      | 960.000            | 0.0            | 4350.0        | 46101         | 41428          |
| 53      | 964.925            | 0.0            | 3453.3        | 49555         | 41428          |
| 54      | 980.000            | 0.0            | 5780.0        | 55335         | 41428          |
| 55      | 1000.000           | 0.0            | 5944.4        | 61279         | 41428          |



PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 56      | 1020.000           | 0.0            | 5266.2        | 66545         | 41428          |
| 57      | 1040.000           | 0.0            | 4734.0        | 71279         | 41428          |
| 58      | 1060.000           | 0.0            | 4315.2        | 75594         | 41428          |
| 59      | 1080.000           | 0.0            | 3985.8        | 79580         | 41428          |
| 60      | 1100.000           | 0.0            | 3588.4        | 83169         | 41428          |
| 61      | 1120.000           | 0.0            | 2941.8        | 86110         | 41428          |
| 62      | 1140.000           | 0.0            | 2041.1        | 88151         | 41428          |
| 63      | 1160.000           | 4055.0         | 0.0           | 88151         | 45483          |
| 64      | 1180.000           | 2940.5         | 0.0           | 88151         | 48423          |
| 65      | 1200.000           | 2970.5         | 0.0           | 88151         | 51394          |
| 66      | 1220.000           | 3014.3         | 0.0           | 88151         | 54408          |
| 67      | 1240.000           | 3149.0         | 0.0           | 88151         | 57557          |
| 68      | 1260.000           | 3273.5         | 0.0           | 88151         | 60831          |
| 69      | 1280.000           | 3425.9         | 0.0           | 88151         | 64257          |
| 70      | 1300.000           | 3514.7         | 0.0           | 88151         | 67771          |
| 71      | 1320.000           | 3539.8         | 0.0           | 88151         | 71311          |
| 72      | 1340.000           | 3614.5         | 0.0           | 88151         | 74926          |
| 73      | 1360.000           | 3884.7         | 0.0           | 88151         | 78810          |
| 74      | 1380.000           | 4106.4         | 0.0           | 88151         | 82917          |
| 75      | 1400.000           | 4267.0         | 0.0           | 88151         | 87184          |
| 76      | 1420.000           | 4439.8         | 0.0           | 88151         | 91624          |
| 77      | 1440.000           | 4095.1         | 0.0           | 88151         | 95719          |
| 78      | 1460.000           | 4018.1         | 0.0           | 88151         | 99737          |
| 79      | 1480.000           | 2870.7         | 0.0           | 88151         | 102608         |
| 80      | 1500.000           | 2299.9         | 0.0           | 88151         | 104907         |
| 81      | 1520.000           | 1650.6         | 0.0           | 88151         | 106558         |
| 82      | 1540.000           | 950.9          | 0.0           | 88151         | 107509         |
| 83      | 1560.000           | 250.7          | 1.0           | 88152         | 107760         |
| 84      | 1580.000           | 6.3            | 316.8         | 88469         | 107766         |
| 85      | 1600.000           | 0.0            | 680.6         | 89150         | 107766         |
| 86      | 1620.000           | 0.0            | 661.6         | 89812         | 107766         |
| 87      | 1640.000           | 96.0           | 164.4         | 89976         | 107862         |
| 88      | 1660.000           | 1327.8         | 643.1         | 90619         | 109190         |
| 89      | 1680.000           | 2205.5         | 280.2         | 90899         | 111395         |
| 90      | 1700.000           | 3393.6         | 41.4          | 90941         | 114789         |
| 91      | 1720.000           | 1749.2         | 0.0           | 90941         | 116538         |
| 92      | 1727.902           | 1119.1         | 0.0           | 90941         | 117657         |
| 93      | 1740.000           | 1549.1         | 0.0           | 90941         | 119206         |
| 94      | 1760.000           | 1534.5         | 0.0           | 90941         | 120741         |
| 95      | 1780.000           | 1074.7         | 0.0           | 90941         | 121816         |
| 96      | 1800.000           | 835.7          | 0.0           | 90941         | 122651         |
| 97      | 1816.791           | 447.2          | 0.0           | 90941         | 123099         |
| 98      | 1820.000           | 520.0          | 0.0           | 90941         | 123619         |
| 99      | 1840.000           | 755.2          | 0.0           | 90941         | 124374         |
| 100     | 1860.000           | 452.7          | 0.0           | 90941         | 124826         |
| 101     | 1880.000           | 73.4           | 13.7          | 90954         | 124900         |
| 102     | 1900.000           | 0.0            | 238.0         | 91192         | 124900         |
| 103     | 1920.000           | 109.5          | 40.7          | 91233         | 125009         |
| 104     | 1940.000           | 1455.5         | 0.0           | 91233         | 126465         |
| 105     | 1960.000           | 3503.0         | 0.0           | 91233         | 129968         |
| 106     | 1980.000           | 3654.5         | 0.0           | 91233         | 133622         |
| 107     | 2000.000           | 3101.7         | 0.0           | 91233         | 136724         |
| 108     | 2020.000           | 2453.4         | 0.0           | 91233         | 139177         |
| 109     | 2040.000           | 1800.4         | 0.0           | 91233         | 140978         |
| 110     | 2060.000           | 1245.1         | 0.0           | 91233         | 142223         |

WonderShare™

PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

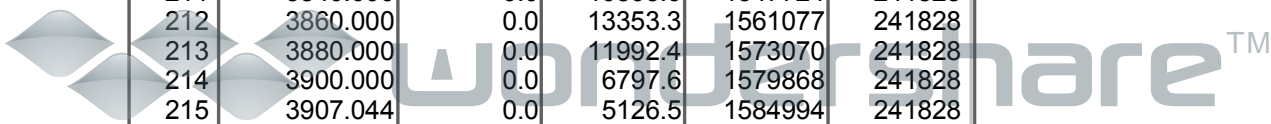
| N°<br>PROF | ABSCISSE<br>CURVILIGN | REMLAI<br>VOLUME | DEBLAI<br>VOLUME | DEBLAI<br>CUMULE | REMLAI<br>CUMULE |
|------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 111        | 2080.000              | 718.1            | 0.0              | 91233            | 142941           |
| 112        | 2100.000              | 229.5            | 0.0              | 91233            | 143170           |
| 113        | 2120.000              | 0.0              | 222.0            | 91455            | 143170           |
| 114        | 2140.000              | 248.2            | 365.0            | 91820            | 143419           |
| 115        | 2160.000              | 0.0              | 1263.0           | 93083            | 143419           |
| 116        | 2175.363              | 0.0              | 901.8            | 93985            | 143419           |
| 117        | 2180.000              | 0.0              | 1174.9           | 95160            | 143419           |
| 118        | 2200.000              | 0.0              | 2259.6           | 97419            | 143419           |
| 119        | 2220.000              | 0.0              | 2600.1           | 100019           | 143419           |
| 120        | 2240.000              | 5159.7           | 2137.4           | 102157           | 148578           |
| 121        | 2260.000              | 2738.8           | 1105.4           | 103262           | 151317           |
| 122        | 2264.252              | 2116.0           | 869.6            | 104132           | 153433           |
| 123        | 2280.000              | 2372.0           | 2132.7           | 106265           | 155805           |
| 124        | 2300.000              | 1970.9           | 4372.8           | 110637           | 157776           |
| 125        | 2320.000              | 0.0              | 6485.1           | 117122           | 157776           |
| 126        | 2340.000              | 0.0              | 8323.9           | 125446           | 157776           |
| 127        | 2360.000              | 2550.1           | 9440.6           | 134887           | 160326           |
| 128        | 2380.000              | 3249.8           | 10903.1          | 145790           | 163576           |
| 129        | 2400.000              | 0.0              | 23998.8          | 169789           | 163576           |
| 130        | 2420.000              | 0.0              | 29678.3          | 199467           | 163576           |
| 131        | 2440.000              | 0.0              | 35774.3          | 235241           | 163576           |
| 132        | 2460.000              | 0.0              | 42403.8          | 277645           | 163576           |
| 133        | 2480.000              | 0.0              | 38462.4          | 316108           | 163576           |
| 134        | 2492.205              | 0.0              | 25204.8          | 341312           | 163576           |
| 135        | 2500.000              | 0.0              | 35934.8          | 377247           | 163576           |
| 136        | 2520.000              | 0.0              | 43002.5          | 420250           | 163576           |
| 137        | 2532.205              | 0.0              | 26008.8          | 446258           | 163576           |
| 138        | 2540.000              | 0.0              | 35053.6          | 481312           | 163576           |
| 139        | 2560.000              | 0.0              | 46238.6          | 527551           | 163576           |
| 140        | 2580.000              | 0.0              | 41474.9          | 569026           | 163576           |
| 141        | 2600.000              | 0.0              | 22173.6          | 591199           | 163576           |
| 142        | 2609.106              | 0.0              | 15482.7          | 606682           | 163576           |
| 143        | 2620.000              | 0.0              | 24909.2          | 631591           | 163576           |
| 144        | 2640.000              | 0.0              | 26562.0          | 658153           | 163576           |
| 145        | 2649.106              | 0.0              | 19275.2          | 677428           | 163576           |
| 146        | 2660.000              | 0.0              | 32184.4          | 709613           | 163576           |
| 147        | 2680.000              | 0.0              | 44987.8          | 754601           | 163576           |
| 148        | 2700.000              | 0.0              | 44178.3          | 798779           | 163576           |
| 149        | 2720.000              | 0.0              | 42345.2          | 841124           | 163576           |
| 150        | 2740.000              | 0.0              | 38786.9          | 879911           | 163576           |
| 151        | 2760.000              | 0.0              | 36721.6          | 916633           | 163576           |
| 152        | 2780.000              | 0.0              | 34094.5          | 950727           | 163576           |
| 153        | 2800.000              | 0.0              | 32626.1          | 983353           | 163576           |
| 154        | 2820.000              | 0.0              | 30637.3          | 1013991          | 163576           |
| 155        | 2840.000              | 0.0              | 32193.3          | 1046184          | 163576           |
| 156        | 2860.000              | 0.0              | 29968.5          | 1076152          | 163576           |
| 157        | 2880.000              | 0.0              | 27700.8          | 1103853          | 163576           |
| 158        | 2900.000              | 0.0              | 24824.0          | 1128677          | 163576           |
| 159        | 2920.000              | 0.0              | 11564.4          | 1140241          | 163576           |
| 160        | 2920.381              | 0.0              | 11389.8          | 1151631          | 163576           |
| 161        | 2940.000              | 0.0              | 22140.2          | 1173771          | 163576           |
| 162        | 2960.000              | 0.0              | 10644.0          | 1184415          | 163576           |
| 163        | 2960.381              | 0.0              | 10406.2          | 1194822          | 163576           |
| 164        | 2980.000              | 0.0              | 24964.6          | 1219786          | 163576           |
| 165        | 3000.000              | 0.0              | 27972.3          | 1247758          | 163576           |

PDFelement.com

PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 166     | 3020.000           | 0.0            | 27981.7       | 1275740       | 163576         |
| 167     | 3040.000           | 0.0            | 25000.5       | 1300741       | 163576         |
| 168     | 3060.000           | 0.0            | 18601.1       | 1319342       | 163576         |
| 169     | 3080.000           | 0.0            | 10202.4       | 1329544       | 163576         |
| 170     | 3096.262           | 0.0            | 3153.5        | 1332698       | 163576         |
| 171     | 3100.000           | 0.0            | 3088.4        | 1335786       | 163576         |
| 172     | 3120.000           | 844.7          | 2229.7        | 1338016       | 164420         |
| 173     | 3136.262           | 289.4          | 1223.2        | 1339239       | 164710         |
| 174     | 3140.000           | 251.1          | 1270.6        | 1340509       | 164961         |
| 175     | 3160.000           | 0.0            | 1694.1        | 1342204       | 164961         |
| 176     | 3180.000           | 4431.1         | 4329.9        | 1346533       | 169392         |
| 177     | 3200.000           | 0.0            | 6510.5        | 1353044       | 169392         |
| 178     | 3220.000           | 0.0            | 7485.8        | 1360530       | 169392         |
| 179     | 3240.000           | 0.0            | 7700.6        | 1368230       | 169392         |
| 180     | 3260.000           | 0.0            | 7853.7        | 1376084       | 169392         |
| 181     | 3280.000           | 0.0            | 8181.0        | 1384265       | 169392         |
| 182     | 3300.000           | 0.0            | 10023.3       | 1394288       | 169392         |
| 183     | 3320.000           | 0.0            | 11544.7       | 1405833       | 169392         |
| 184     | 3340.000           | 0.0            | 11435.9       | 1417269       | 169392         |
| 185     | 3360.000           | 0.0            | 10845.4       | 1428114       | 169392         |
| 186     | 3380.000           | 0.0            | 10109.2       | 1438224       | 169392         |
| 187     | 3400.000           | 0.0            | 8838.5        | 1447062       | 169392         |
| 188     | 3420.000           | 0.0            | 8111.9        | 1455174       | 169392         |
| 189     | 3440.000           | 947.2          | 7021.2        | 1462195       | 170339         |
| 190     | 3460.000           | 964.8          | 11134.1       | 1473329       | 171304         |
| 191     | 3480.000           | 983.2          | 7870.5        | 1481200       | 172287         |
| 192     | 3500.000           | 1004.1         | 4933.3        | 1486133       | 173291         |
| 193     | 3520.000           | 1030.8         | 4030.1        | 1490163       | 174322         |
| 194     | 3540.000           | 1063.1         | 3940.7        | 1494104       | 175385         |
| 195     | 3560.000           | 1099.3         | 3456.9        | 1497561       | 176485         |
| 196     | 3580.000           | 1221.2         | 3658.3        | 1501219       | 177706         |
| 197     | 3600.000           | 1759.6         | 3688.9        | 1504908       | 179465         |
| 198     | 3620.000           | 2761.1         | 3411.0        | 1508319       | 182227         |
| 199     | 3640.000           | 4284.2         | 3238.8        | 1511558       | 186511         |
| 200     | 3660.000           | 6567.3         | 2532.3        | 1514090       | 193078         |
| 201     | 3680.000           | 5564.2         | 1277.4        | 1515367       | 198642         |
| 202     | 3682.429           | 5201.9         | 1122.4        | 1516490       | 203844         |
| 203     | 3700.000           | 12638.6        | 1524.5        | 1518014       | 216483         |
| 204     | 3720.000           | 24166.8        | 0.0           | 1518014       | 240650         |
| 205     | 3740.000           | 1178.7         | 61.1          | 1518075       | 241828         |
| 206     | 3760.000           | 0.0            | 2314.5        | 1520390       | 241828         |
| 207     | 3780.000           | 0.0            | 2738.1        | 1523128       | 241828         |
| 208     | 3786.596           | 0.0            | 2175.8        | 1525304       | 241828         |
| 209     | 3800.000           | 0.0            | 4344.7        | 1529648       | 241828         |
| 210     | 3820.000           | 0.0            | 7272.3        | 1536921       | 241828         |
| 211     | 3840.000           | 0.0            | 10803.6       | 1547724       | 241828         |
| 212     | 3860.000           | 0.0            | 13353.3       | 1561077       | 241828         |
| 213     | 3880.000           | 0.0            | 11992.4       | 1573070       | 241828         |
| 214     | 3900.000           | 0.0            | 6797.6        | 1579868       | 241828         |
| 215     | 3907.044           | 0.0            | 5126.5        | 1584994       | 241828         |
| 216     | 3920.000           | 0.0            | 8047.7        | 1593042       | 241828         |
| 217     | 3940.000           | 0.0            | 6213.4        | 1599255       | 241828         |
| 218     | 3960.000           | 0.0            | 7181.6        | 1606437       | 241828         |
| 219     | 3980.000           | 0.0            | 10553.6       | 1616990       | 241828         |
| 220     | 4000.000           | 0.0            | 7526.2        | 1624517       | 241828         |



PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 221     | 4011.211           | 0.0            | 4312.1        | 1628829       | 241828         |
| 222     | 4020.000           | 0.0            | 5338.6        | 1634168       | 241828         |
| 223     | 4040.000           | 0.0            | 3872.7        | 1638040       | 241828         |
| 224     | 4060.000           | 0.0            | 1863.8        | 1639904       | 241828         |
| 225     | 4080.000           | 0.0            | 2620.9        | 1642525       | 241828         |
| 226     | 4100.000           | 0.0            | 1932.2        | 1644457       | 241828         |
| 227     | 4120.000           | 0.0            | 1007.8        | 1645465       | 241828         |
| 228     | 4134.181           | 0.0            | 371.7         | 1645837       | 241828         |
| 229     | 4140.000           | 0.0            | 542.1         | 1646379       | 241828         |
| 230     | 4160.000           | 20.1           | 924.4         | 1647303       | 241848         |
| 231     | 4180.000           | 323.6          | 27.5          | 1647331       | 242172         |
| 232     | 4200.000           | 274.9          | 991.9         | 1648322       | 242447         |
| 233     | 4220.000           | 0.0            | 2010.2        | 1650333       | 242447         |
| 234     | 4223.070           | 0.0            | 1811.4        | 1652144       | 242447         |
| 235     | 4240.000           | 0.0            | 3023.7        | 1655168       | 242447         |
| 236     | 4260.000           | 0.0            | 1134.9        | 1656303       | 242447         |
| 237     | 4280.000           | 6057.4         | 0.1           | 1656303       | 248504         |
| 238     | 4300.000           | 11541.5        | 0.0           | 1656303       | 260046         |
| 239     | 4320.000           | 19443.4        | 0.0           | 1656303       | 279489         |
| 240     | 4340.000           | 61340.0        | 0.0           | 1656303       | 340829         |
| 241     | 4360.000           | 38364.2        | 0.0           | 1656303       | 379193         |
| 242     | 4380.000           | 32265.5        | 0.0           | 1656303       | 411459         |
| 243     | 4400.000           | 18178.2        | 0.4           | 1656303       | 429637         |
| 244     | 4407.847           | 12310.2        | 0.3           | 1656303       | 441947         |
| 245     | 4420.000           | 19980.4        | 0.4           | 1656304       | 461928         |
| 246     | 4440.000           | 26508.5        | 0.4           | 1656304       | 488436         |
| 247     | 4460.000           | 28634.6        | 0.0           | 1656304       | 517071         |
| 248     | 4480.000           | 29059.8        | 0.0           | 1656304       | 546130         |
| 249     | 4496.736           | 18584.6        | 0.0           | 1656304       | 564715         |
| 250     | 4500.000           | 22190.2        | 0.0           | 1656304       | 586905         |
| 251     | 4520.000           | 43012.8        | 0.0           | 1656304       | 629918         |
| 252     | 4540.000           | 42389.5        | 6.4           | 1656310       | 672308         |
| 253     | 4560.000           | 38376.1        | 8.1           | 1656319       | 710684         |
| 254     | 4580.000           | 36745.3        | 803.0         | 1657122       | 747429         |
| 255     | 4600.000           | 34165.1        | 3511.1        | 1660633       | 781594         |
| 256     | 4620.000           | 31243.3        | 2523.8        | 1663156       | 812837         |
| 257     | 4640.000           | 33120.4        | 0.0           | 1663156       | 845958         |
| 258     | 4660.000           | 39368.1        | 0.0           | 1663156       | 885326         |
| 259     | 4680.000           | 37310.6        | 0.0           | 1663156       | 922636         |
| 260     | 4700.000           | 30410.4        | 2.1           | 1663159       | 953047         |
| 261     | 4720.000           | 30387.9        | 837.0         | 1663996       | 983435         |
| 262     | 4740.000           | 36070.6        | 0.0           | 1663996       | 1019505        |
| 263     | 4760.000           | 38509.7        | 993.0         | 1664989       | 1058015        |
| 264     | 4780.000           | 39218.2        | 619.4         | 1665608       | 1097233        |
| 265     | 4800.000           | 46872.4        | 213.6         | 1665822       | 1144105        |
| 266     | 4820.000           | 50303.8        | 0.6           | 1665822       | 1194409        |
| 267     | 4840.000           | 50630.1        | 0.0           | 1665822       | 1245039        |
| 268     | 4860.000           | 48984.1        | 0.0           | 1665822       | 1294023        |
| 269     | 4880.000           | 32289.4        | 0.0           | 1665822       | 1326313        |
| 270     | 4900.000           | 24376.8        | 0.0           | 1665822       | 1350690        |
| 271     | 4920.000           | 19601.1        | 0.0           | 1665822       | 1370291        |
| 272     | 4940.000           | 18917.6        | 0.0           | 1665822       | 1389209        |
| 273     | 4960.000           | 19968.6        | 0.0           | 1665822       | 1409177        |
| 274     | 4980.000           | 23468.5        | 0.0           | 1665822       | 1432646        |
| 275     | 5000.000           | 16411.5        | 0.0           | 1665822       | 1449057        |



PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 276     | 5020.000           | 15129.1        | 0.0           | 1665822       | 1464186        |
| 277     | 5040.000           | 13871.7        | 1.9           | 1665824       | 1478058        |
| 278     | 5048.779           | 9102.6         | 1.1           | 1665825       | 1487161        |
| 279     | 5060.000           | 12501.7        | 2.2           | 1665827       | 1499662        |
| 280     | 5080.000           | 12372.3        | 1.1           | 1665828       | 1512035        |
| 281     | 5100.000           | 9270.0         | 0.0           | 1665828       | 1521305        |
| 282     | 5120.000           | 6913.8         | 0.0           | 1665828       | 1528219        |
| 283     | 5137.668           | 3356.4         | 0.0           | 1665828       | 1531575        |
| 284     | 5140.000           | 3694.1         | 0.0           | 1665828       | 1535269        |
| 285     | 5160.000           | 5680.6         | 0.0           | 1665828       | 1540950        |
| 286     | 5179.418           | 3215.8         | 0.0           | 1665828       | 1544165        |
| 287     | 5180.000           | 3339.3         | 0.0           | 1665828       | 1547505        |
| 288     | 5200.000           | 6153.3         | 0.0           | 1665828       | 1553658        |
| 289     | 5220.000           | 3616.8         | 4.9           | 1665833       | 1557275        |
| 290     | 5240.000           | 2997.4         | 0.0           | 1665833       | 1560272        |
| 291     | 5260.000           | 2779.0         | 0.0           | 1665833       | 1563051        |
| 292     | 5268.307           | 1993.6         | 0.0           | 1665833       | 1565045        |
| 293     | 5280.000           | 3081.2         | 0.0           | 1665833       | 1568126        |
| 294     | 5300.000           | 26692.4        | 612.5         | 1666446       | 1594819        |
| 295     | 5320.000           | 36877.6        | 145.3         | 1666591       | 1631696        |
| 296     | 5340.000           | 41411.6        | 2.6           | 1666594       | 1673108        |
| 297     | 5360.000           | 41396.0        | 0.0           | 1666594       | 1714504        |
| 298     | 5380.000           | 37924.9        | 0.0           | 1666594       | 1752429        |
| 299     | 5400.000           | 32070.3        | 0.0           | 1666594       | 1784499        |
| 300     | 5420.000           | 24999.5        | 0.0           | 1666594       | 1809499        |
| 301     | 5440.000           | 15489.2        | 0.0           | 1666594       | 1824988        |
| 302     | 5455.295           | 6809.3         | 0.0           | 1666594       | 1831797        |
| 303     | 5460.000           | 7935.9         | 0.0           | 1666594       | 1839733        |
| 304     | 5480.000           | 10379.7        | 0.0           | 1666594       | 1850113        |
| 305     | 5500.000           | 8457.5         | 0.0           | 1666594       | 1858570        |
| 306     | 5520.000           | 10314.9        | 0.0           | 1666594       | 1868885        |
| 307     | 5540.000           | 9567.7         | 0.0           | 1666594       | 1878453        |
| 308     | 5544.184           | 8697.5         | 0.0           | 1666594       | 1887150        |
| 309     | 5560.000           | 22569.5        | 0.0           | 1666594       | 1909720        |
| 310     | 5580.000           | 52424.1        | 0.0           | 1666594       | 1962144        |
| 311     | 5600.000           | 3501.0         | 0.0           | 1666594       | 1965645        |
| 312     | 5620.000           | 1797.0         | 0.0           | 1666594       | 1967442        |
| 313     | 5640.000           | 995.7          | 0.0           | 1666594       | 1968438        |
| 314     | 5660.000           | 733.0          | 0.0           | 1666594       | 1969171        |
| 315     | 5680.000           | 417.9          | 3.5           | 1666597       | 1969588        |
| 316     | 5700.000           | 819.0          | 0.0           | 1666597       | 1970407        |
| 317     | 5720.000           | 1188.1         | 0.0           | 1666597       | 1971596        |
| 318     | 5740.000           | 1237.5         | 0.0           | 1666597       | 1972833        |
| 319     | 5760.000           | 1092.6         | 0.0           | 1666597       | 1973926        |
| 320     | 5780.000           | 1032.1         | 0.0           | 1666597       | 1974958        |
| 321     | 5800.000           | 623.4          | 0.0           | 1666597       | 1975581        |
| 322     | 5820.000           | 169.1          | 84.9          | 1666682       | 1975750        |
| 323     | 5840.000           | 118.6          | 207.5         | 1666890       | 1975869        |
| 324     | 5860.000           | 110.0          | 242.9         | 1667132       | 1975979        |
| 325     | 5880.000           | 371.0          | 199.0         | 1667331       | 1976350        |
| 326     | 5900.000           | 1134.2         | 12.8          | 1667344       | 1977484        |
| 327     | 5920.000           | 3704.8         | 0.0           | 1667344       | 1981189        |
| 328     | 5940.000           | 7844.4         | 2.5           | 1667347       | 1989033        |
| 329     | 5960.000           | 12348.2        | 1.1           | 1667348       | 2001381        |
| 330     | 5980.000           | 10781.8        | 0.6           | 1667348       | 2012163        |

WordShare™

PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

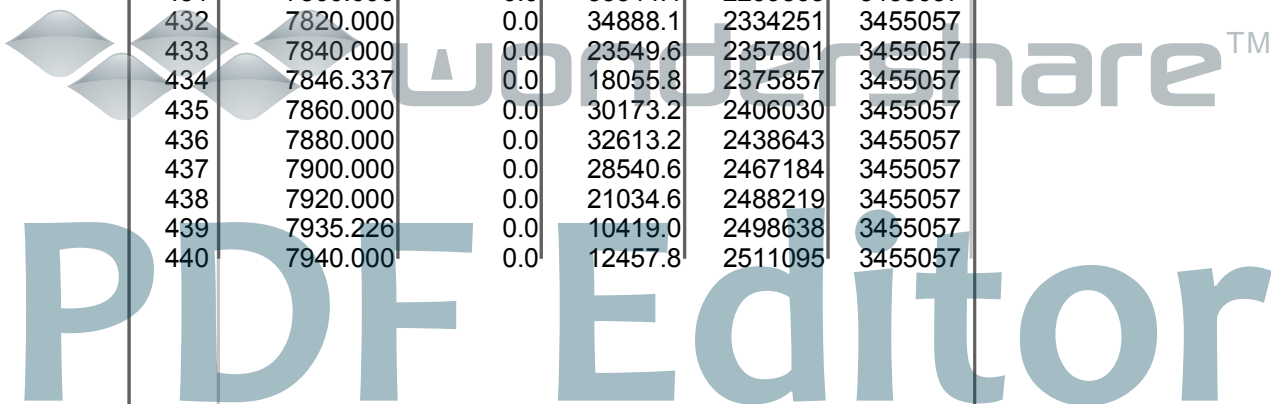
| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 331     | 5985.996           | 8523.0         | 0.6           | 1667349       | 2020686        |
| 332     | 6000.000           | 15383.9        | 1.0           | 1667350       | 2036070        |
| 333     | 6020.000           | 18859.1        | 3.9           | 1667354       | 2054929        |
| 334     | 6040.000           | 18713.5        | 2.9           | 1667357       | 2073643        |
| 335     | 6060.000           | 16088.9        | 8.0           | 1667365       | 2089731        |
| 336     | 6074.885           | 9494.6         | 3.2           | 1667368       | 2099226        |
| 337     | 6080.000           | 12578.1        | 4.1           | 1667372       | 2111804        |
| 338     | 6100.000           | 25152.3        | 6.3           | 1667378       | 2136957        |
| 339     | 6120.000           | 28644.6        | 6.1           | 1667385       | 2165601        |
| 340     | 6140.000           | 28138.1        | 2.0           | 1667387       | 2193739        |
| 341     | 6160.000           | 27938.5        | 0.5           | 1667387       | 2221678        |
| 342     | 6180.000           | 23550.4        | 0.0           | 1667387       | 2245228        |
| 343     | 6200.000           | 17945.2        | 0.6           | 1667388       | 2263173        |
| 344     | 6220.000           | 11641.3        | 1.1           | 1667389       | 2274815        |
| 345     | 6240.000           | 7016.6         | 1.3           | 1667390       | 2281831        |
| 346     | 6260.000           | 5417.2         | 3.8           | 1667394       | 2287248        |
| 347     | 6280.000           | 3899.4         | 0.0           | 1667394       | 2291148        |
| 348     | 6300.000           | 5094.7         | 0.0           | 1667394       | 2296242        |
| 349     | 6320.000           | 8318.3         | 21.3          | 1667415       | 2304561        |
| 350     | 6340.000           | 16130.5        | 13.7          | 1667429       | 2320691        |
| 351     | 6360.000           | 24563.5        | 13.7          | 1667443       | 2345255        |
| 352     | 6380.000           | 34193.1        | 0.3           | 1667443       | 2379448        |
| 353     | 6400.000           | 37028.0        | 0.0           | 1667443       | 2416476        |
| 354     | 6420.000           | 34903.1        | 6.8           | 1667450       | 2451379        |
| 355     | 6440.000           | 35621.5        | 0.0           | 1667450       | 2487001        |
| 356     | 6460.000           | 44323.4        | 0.0           | 1667450       | 2531324        |
| 357     | 6480.000           | 46684.4        | 0.0           | 1667450       | 2578008        |
| 358     | 6500.000           | 47420.9        | 7.9           | 1667458       | 2625429        |
| 359     | 6520.000           | 44730.6        | 7.9           | 1667465       | 2670160        |
| 360     | 6540.000           | 40558.5        | 3.3           | 1667469       | 2710718        |
| 361     | 6560.000           | 32758.5        | 0.0           | 1667469       | 2743477        |
| 362     | 6580.000           | 31370.6        | 0.0           | 1667469       | 2774848        |
| 363     | 6600.000           | 29348.9        | 0.0           | 1667469       | 2804196        |
| 364     | 6620.000           | 21917.2        | 0.0           | 1667469       | 2826114        |
| 365     | 6632.632           | 12127.9        | 0.0           | 1667469       | 2838241        |
| 366     | 6640.000           | 15048.8        | 0.0           | 1667469       | 2853290        |
| 367     | 6660.000           | 16658.9        | 4.3           | 1667473       | 2869949        |
| 368     | 6680.000           | 13188.7        | 6.7           | 1667480       | 2883138        |
| 369     | 6700.000           | 11774.0        | 6.8           | 1667487       | 2894912        |
| 370     | 6720.000           | 6449.1         | 3.6           | 1667490       | 2901361        |
| 371     | 6721.521           | 6036.2         | 3.4           | 1667494       | 2907397        |
| 372     | 6740.000           | 12209.4        | 4.5           | 1667498       | 2919606        |
| 373     | 6760.000           | 13048.9        | 0.0           | 1667498       | 2932655        |
| 374     | 6780.000           | 12983.2        | 0.0           | 1667498       | 2945639        |
| 375     | 6800.000           | 12488.7        | 0.0           | 1667498       | 2958127        |
| 376     | 6820.000           | 11194.2        | 0.0           | 1667498       | 2969321        |
| 377     | 6840.000           | 9352.1         | 0.0           | 1667498       | 2978674        |
| 378     | 6860.000           | 7546.6         | 0.0           | 1667498       | 2986220        |
| 379     | 6880.000           | 5837.5         | 0.0           | 1667498       | 2992058        |
| 380     | 6900.000           | 3596.4         | 0.0           | 1667498       | 2995654        |
| 381     | 6920.000           | 1587.0         | 0.0           | 1667498       | 2997241        |
| 382     | 6940.000           | 0.0            | 142.2         | 1667641       | 2997241        |
| 383     | 6960.000           | 0.0            | 1460.6        | 1669101       | 2997241        |
| 384     | 6980.000           | 0.0            | 3509.8        | 1672611       | 2997241        |
| 385     | 7000.000           | 0.0            | 5341.7        | 1677953       | 2997241        |

Londrshare™

PDF Editor

**VOLUMES TERRASSEMENT**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 386     | 7020.000           | 0.0            | 7959.6        | 1685912       | 2997241        |
| 387     | 7040.000           | 87703.4        | 0.0           | 1685912       | 3084944        |
| 388     | 7051.779           | 43584.1        | 0.0           | 1685912       | 3128528        |
| 389     | 7060.000           | 42591.4        | 3552.7        | 1689465       | 3171120        |
| 390     | 7080.000           | 19929.1        | 14670.3       | 1704135       | 3191049        |
| 391     | 7100.000           | 15142.9        | 17688.7       | 1721824       | 3206192        |
| 392     | 7120.000           | 13076.7        | 18987.9       | 1740812       | 3219268        |
| 393     | 7140.000           | 6503.1         | 11168.0       | 1751980       | 3225772        |
| 394     | 7140.668           | 6305.6         | 10837.8       | 1762817       | 3232077        |
| 395     | 7160.000           | 13272.5        | 21626.1       | 1784444       | 3245350        |
| 396     | 7180.000           | 16079.6        | 20146.2       | 1804590       | 3261429        |
| 397     | 7200.000           | 20592.9        | 19843.0       | 1824433       | 3282022        |
| 398     | 7220.000           | 27235.0        | 8520.4        | 1832953       | 3309257        |
| 399     | 7240.000           | 37533.4        | 7413.7        | 1840367       | 3346790        |
| 400     | 7260.000           | 39489.3        | 6316.4        | 1846683       | 3386280        |
| 401     | 7280.000           | 68777.3        | 4148.0        | 1850831       | 3455057        |
| 402     | 7300.000           | 0.0            | 14398.7       | 1865230       | 3455057        |
| 403     | 7320.000           | 0.0            | 12624.3       | 1877854       | 3455057        |
| 404     | 7340.000           | 0.0            | 11122.7       | 1888977       | 3455057        |
| 405     | 7360.000           | 0.0            | 11928.1       | 1900905       | 3455057        |
| 406     | 7380.000           | 0.0            | 13449.8       | 1914355       | 3455057        |
| 407     | 7400.000           | 0.0            | 8575.0        | 1922930       | 3455057        |
| 408     | 7402.780           | 0.0            | 7705.4        | 1930635       | 3455057        |
| 409     | 7420.000           | 0.0            | 17030.7       | 1947666       | 3455057        |
| 410     | 7440.000           | 0.0            | 17419.9       | 1965086       | 3455057        |
| 411     | 7460.000           | 0.0            | 18590.1       | 1983676       | 3455057        |
| 412     | 7480.000           | 0.0            | 17140.4       | 2000816       | 3455057        |
| 413     | 7491.669           | 0.0            | 12283.1       | 2013099       | 3455057        |
| 414     | 7500.000           | 0.0            | 17055.2       | 2030155       | 3455057        |
| 415     | 7520.000           | 0.0            | 17764.9       | 2047920       | 3455057        |
| 416     | 7540.000           | 0.0            | 9377.3        | 2057297       | 3455057        |
| 417     | 7560.000           | 0.0            | 5464.7        | 2062762       | 3455057        |
| 418     | 7580.000           | 0.0            | 5512.0        | 2068273       | 3455057        |
| 419     | 7597.274           | 0.0            | 2409.5        | 2070683       | 3455057        |
| 420     | 7600.000           | 0.0            | 2827.8        | 2073511       | 3455057        |
| 421     | 7620.000           | 0.0            | 7485.9        | 2080997       | 3455057        |
| 422     | 7640.000           | 0.0            | 11604.8       | 2092602       | 3455057        |
| 423     | 7660.000           | 0.0            | 14999.5       | 2107601       | 3455057        |
| 424     | 7680.000           | 0.0            | 11235.1       | 2118836       | 3455057        |
| 425     | 7686.163           | 0.0            | 8987.7        | 2127824       | 3455057        |
| 426     | 7700.000           | 0.0            | 18253.7       | 2146078       | 3455057        |
| 427     | 7720.000           | 0.0            | 27332.0       | 2173410       | 3455057        |
| 428     | 7740.000           | 0.0            | 29135.4       | 2202545       | 3455057        |
| 429     | 7760.000           | 0.0            | 30869.8       | 2233415       | 3455057        |
| 430     | 7780.000           | 0.0            | 32404.1       | 2265819       | 3455057        |
| 431     | 7800.000           | 0.0            | 33544.4       | 2299363       | 3455057        |
| 432     | 7820.000           | 0.0            | 34888.1       | 2334251       | 3455057        |
| 433     | 7840.000           | 0.0            | 23549.6       | 2357801       | 3455057        |
| 434     | 7846.337           | 0.0            | 18055.8       | 2375857       | 3455057        |
| 435     | 7860.000           | 0.0            | 30173.2       | 2406030       | 3455057        |
| 436     | 7880.000           | 0.0            | 32613.2       | 2438643       | 3455057        |
| 437     | 7900.000           | 0.0            | 28540.6       | 2467184       | 3455057        |
| 438     | 7920.000           | 0.0            | 21034.6       | 2488219       | 3455057        |
| 439     | 7935.226           | 0.0            | 10419.0       | 2498638       | 3455057        |
| 440     | 7940.000           | 0.0            | 12457.8       | 2511095       | 3455057        |



**VOLUMES TERRASSEMENT**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | REMBLAI VOLUME | DEBLAI VOLUME | DEBLAI CUMULE | REMBLAI CUMULE |
|---------|--------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 441     | 7960.000           | 0.0            | 16512.1       | 2527607       | 3455057        |
| 442     | 7980.000           | 0.0            | 13869.4       | 2541477       | 3455057        |
| 443     | 8000.000           | 0.0            | 12313.9       | 2553791       | 3455057        |
| 444     | 8020.000           | 0.0            | 9776.8        | 2563567       | 3455057        |
| 445     | 8031.819           | 23382.5        | 8331.9        | 2571899       | 3478439        |
| 446     | 8040.000           | 17453.8        | 12208.8       | 2584108       | 3495893        |
| 447     | 8060.000           | 0.0            | 14181.8       | 2598290       | 3495893        |
| 448     | 8080.000           | 5938.9         | 19090.2       | 2617380       | 3501832        |
| 449     | 8100.000           | 0.0            | 14341.4       | 2631722       | 3501832        |
| 450     | 8120.000           | 0.0            | 9793.8        | 2641515       | 3501832        |
| 451     | 8120.708           | 0.0            | 9509.5        | 2651025       | 3501832        |
| 452     | 8140.000           | 0.0            | 21446.1       | 2672471       | 3501832        |
| 453     | 8160.000           | 0.0            | 22918.6       | 2695390       | 3501832        |
| 454     | 8180.000           | 0.0            | 20237.2       | 2715627       | 3501832        |
| 455     | 8200.000           | 0.0            | 15406.7       | 2731033       | 3501832        |
| 456     | 8220.000           | 16434.1        | 17104.2       | 2748138       | 3518266        |
| 457     | 8240.000           | 23010.4        | 16985.4       | 2765123       | 3541277        |
| 458     | 8260.000           | 29721.6        | 11873.8       | 2776997       | 3570998        |
| 459     | 8280.000           | 42754.4        | 8653.1        | 2785650       | 3613753        |
| 460     | 8300.000           | 71006.4        | 6641.1        | 2792291       | 3684759        |
| 461     | 8320.000           | 43766.1        | 5854.0        | 2798145       | 3728525        |
| 462     | 8340.000           | 0.0            | 11532.9       | 2809678       | 3728525        |
| 463     | 8360.000           | 0.0            | 10019.3       | 2819697       | 3728525        |
| 464     | 8380.000           | 0.0            | 7981.2        | 2827678       | 3728525        |
| 465     | 8400.000           | 0.0            | 6815.7        | 2834494       | 3728525        |
| 466     | 8420.000           | 0.0            | 7241.9        | 2841736       | 3728525        |
| 467     | 8440.000           | 0.0            | 8084.3        | 2849820       | 3728525        |
| 468     | 8460.000           | 0.0            | 6424.0        | 2856244       | 3728525        |
| 469     | 8480.000           | 0.0            | 3505.1        | 2859749       | 3728525        |
| 470     | 8500.000           | 338.3          | 2011.0        | 2861760       | 3728864        |
| 471     | 8520.000           | 1501.0         | 1195.4        | 2862956       | 3730365        |
| 472     | 8540.000           | 1409.1         | 2316.3        | 2865272       | 3731774        |
| 473     | 8560.000           | 1440.5         | 3626.5        | 2868899       | 3733214        |
| 474     | 8580.000           | 1452.7         | 3854.6        | 2872753       | 3734667        |
| 475     | 8600.000           | 1039.2         | 3069.8        | 2875823       | 3735706        |
| 476     | 8606.319           | 278.9          | 742.4         | 2876565       | 3735985        |
|         |                    | 3735985        | 2876565       |               |                |

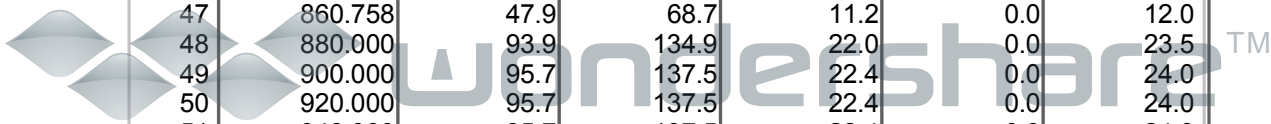


wondershare™

PDF Editor

VOLUMES CHAUSSEE

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 1       | 0.000              | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 2       | 20.000             | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 3       | 40.000             | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 4       | 60.000             | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 5       | 80.000             | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 6       | 100.000            | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 7       | 120.000            | 93.5         | 137.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 8       | 140.000            | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 9       | 160.000            | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 10      | 180.000            | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 11      | 200.000            | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 12      | 220.000            | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 13      | 240.000            | 69.6         | 99.8        | 15.8            | 0.0           | 16.9          |
| 14      | 248.127            | 49.5         | 71.0        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 15      | 260.000            | 76.3         | 111.7       | 17.8            | 0.0           | 19.1          |
| 16      | 280.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 17      | 300.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 18      | 320.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 19      | 340.000            | 82.4         | 118.2       | 18.1            | 0.0           | 19.4          |
| 20      | 352.293            | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 21      | 360.000            | 70.7         | 101.4       | 15.5            | 0.0           | 16.6          |
| 22      | 380.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 23      | 400.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 24      | 420.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 25      | 440.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 26      | 460.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 27      | 480.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 28      | 500.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 29      | 520.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 30      | 540.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 31      | 560.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 32      | 580.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 33      | 600.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 34      | 620.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 35      | 640.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 36      | 660.000            | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 37      | 680.000            | 98.0         | 144.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 38      | 700.000            | 98.9         | 141.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 39      | 720.000            | 98.9         | 141.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 40      | 740.000            | 98.9         | 141.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 41      | 760.000            | 99.1         | 145.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 42      | 780.000            | 99.5         | 145.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 43      | 800.000            | 98.6         | 141.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 44      | 820.000            | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 45      | 840.000            | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 46      | 860.000            | 49.7         | 71.3        | 11.6            | 0.0           | 12.5          |
| 47      | 860.758            | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 48      | 880.000            | 93.9         | 134.9       | 22.0            | 0.0           | 23.5          |
| 49      | 900.000            | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 50      | 920.000            | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 51      | 940.000            | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 52      | 960.000            | 59.7         | 85.7        | 14.0            | 0.0           | 15.0          |
| 53      | 964.925            | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 54      | 980.000            | 83.9         | 120.6       | 19.6            | 0.0           | 21.0          |
| 55      | 1000.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |



PDF Editor

### VOLUMES CHAUSSEE

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 56      | 1020.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 57      | 1040.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 58      | 1060.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 59      | 1080.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 60      | 1100.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 61      | 1120.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 62      | 1140.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 63      | 1160.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 64      | 1180.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 65      | 1200.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 66      | 1220.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 67      | 1240.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 68      | 1260.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 69      | 1280.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 70      | 1300.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 71      | 1320.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 72      | 1340.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 73      | 1360.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 74      | 1380.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 75      | 1400.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 76      | 1420.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 77      | 1440.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 78      | 1460.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 79      | 1480.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 80      | 1500.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 81      | 1520.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 82      | 1540.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 83      | 1560.000           | 102.0        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 84      | 1580.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 85      | 1600.000           | 95.3         | 140.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 86      | 1620.000           | 98.4         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 87      | 1640.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 88      | 1660.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 89      | 1680.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 90      | 1700.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 91      | 1720.000           | 71.2         | 102.1       | 15.6            | 0.0           | 16.7          |
| 92      | 1727.902           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 93      | 1740.000           | 81.9         | 117.5       | 18.0            | 0.0           | 19.3          |
| 94      | 1760.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 95      | 1780.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 96      | 1800.000           | 93.9         | 134.7       | 20.6            | 0.0           | 22.1          |
| 97      | 1816.791           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 98      | 1820.000           | 59.2         | 85.0        | 13.0            | 0.0           | 13.9          |
| 99      | 1840.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 100     | 1860.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 101     | 1880.000           | 100.8        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 102     | 1900.000           | 94.8         | 139.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 103     | 1920.000           | 98.9         | 145.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 104     | 1940.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 105     | 1960.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 106     | 1980.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 107     | 2000.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 108     | 2020.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 109     | 2040.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 110     | 2060.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |



PDF Editor

**VOLUMES CHAUSSEE**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 111     | 2080.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 112     | 2100.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 113     | 2120.000           | 94.8         | 139.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 114     | 2140.000           | 99.0         | 142.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 115     | 2160.000           | 84.6         | 121.5       | 19.8            | 0.0           | 21.2          |
| 116     | 2175.363           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 117     | 2180.000           | 59.0         | 84.7        | 13.8            | 0.0           | 14.8          |
| 118     | 2200.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 119     | 2220.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 120     | 2240.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 121     | 2260.000           | 60.0         | 86.1        | 13.6            | 0.0           | 14.6          |
| 122     | 2264.252           | 49.5         | 71.0        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 123     | 2280.000           | 88.4         | 126.9       | 20.0            | 0.0           | 21.4          |
| 124     | 2300.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 125     | 2320.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 126     | 2340.000           | 95.5         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 127     | 2360.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 128     | 2380.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 129     | 2400.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 130     | 2420.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 131     | 2440.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 132     | 2460.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 133     | 2480.000           | 76.9         | 109.6       | 18.0            | 0.0           | 19.3          |
| 134     | 2492.205           | 47.7         | 67.6        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 135     | 2500.000           | 66.3         | 93.4        | 15.6            | 0.0           | 16.7          |
| 136     | 2520.000           | 76.6         | 107.0       | 18.0            | 0.0           | 19.3          |
| 137     | 2532.205           | 47.5         | 65.9        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 138     | 2540.000           | 66.0         | 91.6        | 15.6            | 0.0           | 16.7          |
| 139     | 2560.000           | 95.0         | 131.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 140     | 2580.000           | 95.0         | 131.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 141     | 2600.000           | 69.1         | 96.0        | 16.3            | 0.0           | 17.5          |
| 142     | 2609.106           | 47.5         | 65.9        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 143     | 2620.000           | 73.5         | 102.5       | 17.3            | 0.0           | 18.5          |
| 144     | 2640.000           | 69.4         | 97.8        | 16.3            | 0.0           | 17.5          |
| 145     | 2649.106           | 47.7         | 67.6        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 146     | 2660.000           | 73.8         | 105.0       | 17.3            | 0.0           | 18.5          |
| 147     | 2680.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 148     | 2700.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 149     | 2720.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 150     | 2740.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 151     | 2760.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 152     | 2780.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 153     | 2800.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 154     | 2820.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 155     | 2840.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 156     | 2860.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 157     | 2880.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 158     | 2900.000           | 95.6         | 136.7       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 159     | 2920.000           | 48.6         | 68.9        | 11.4            | 0.0           | 12.2          |
| 160     | 2920.381           | 47.7         | 67.5        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 161     | 2940.000           | 94.3         | 132.3       | 22.2            | 0.0           | 23.8          |
| 162     | 2960.000           | 48.4         | 67.2        | 11.4            | 0.0           | 12.2          |
| 163     | 2960.381           | 47.5         | 65.9        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 164     | 2980.000           | 94.1         | 130.6       | 22.2            | 0.0           | 23.8          |
| 165     | 3000.000           | 95.0         | 131.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |



**VOLUMES CHAUSSEE**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 166     | 3020.000           | 95.0         | 131.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 167     | 3040.000           | 95.0         | 131.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 168     | 3060.000           | 95.0         | 131.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 169     | 3080.000           | 86.1         | 119.5       | 20.3            | 0.0           | 21.8          |
| 170     | 3096.262           | 47.5         | 65.9        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 171     | 3100.000           | 56.4         | 78.5        | 13.3            | 0.0           | 14.2          |
| 172     | 3120.000           | 89.2         | 125.3       | 20.3            | 0.0           | 21.8          |
| 173     | 3136.262           | 49.3         | 69.8        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 174     | 3140.000           | 58.6         | 83.0        | 13.3            | 0.0           | 14.2          |
| 175     | 3160.000           | 95.7         | 137.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 176     | 3180.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 177     | 3200.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 178     | 3220.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 179     | 3240.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 180     | 3260.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 181     | 3280.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 182     | 3300.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 183     | 3320.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 184     | 3340.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 185     | 3360.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 186     | 3380.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 187     | 3400.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 188     | 3420.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 189     | 3440.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 190     | 3460.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 191     | 3480.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 192     | 3500.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 193     | 3520.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 194     | 3540.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 195     | 3560.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 196     | 3580.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 197     | 3600.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 198     | 3620.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 199     | 3640.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 200     | 3660.000           | 93.3         | 137.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 201     | 3680.000           | 55.5         | 79.6        | 12.6            | 0.0           | 13.5          |
| 202     | 3682.429           | 49.5         | 71.0        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 203     | 3700.000           | 92.9         | 133.4       | 21.0            | 0.0           | 22.5          |
| 204     | 3720.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 205     | 3740.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 206     | 3760.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 207     | 3780.000           | 63.7         | 91.4        | 14.9            | 0.0           | 16.0          |
| 208     | 3786.596           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 209     | 3800.000           | 79.9         | 114.8       | 18.7            | 0.0           | 20.0          |
| 210     | 3820.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 211     | 3840.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 212     | 3860.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 213     | 3880.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 214     | 3900.000           | 64.7         | 93.0        | 15.1            | 0.0           | 16.2          |
| 215     | 3907.044           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 216     | 3920.000           | 78.9         | 113.3       | 18.5            | 0.0           | 19.8          |
| 217     | 3940.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 218     | 3960.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 219     | 3980.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 220     | 4000.000           | 74.7         | 107.3       | 17.5            | 0.0           | 18.7          |



**VOLUMES CHAUSSEE**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 221     | 4011.211           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 222     | 4020.000           | 68.9         | 99.0        | 16.1            | 0.0           | 17.3          |
| 223     | 4040.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 224     | 4060.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 225     | 4080.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 226     | 4100.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 227     | 4120.000           | 81.8         | 117.5       | 19.1            | 0.0           | 20.5          |
| 228     | 4134.181           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 229     | 4140.000           | 61.8         | 88.7        | 14.5            | 0.0           | 15.5          |
| 230     | 4160.000           | 98.9         | 141.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 231     | 4180.000           | 98.5         | 144.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 232     | 4200.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 233     | 4220.000           | 55.2         | 79.3        | 12.9            | 0.0           | 13.8          |
| 234     | 4223.070           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 235     | 4240.000           | 88.4         | 126.9       | 20.7            | 0.0           | 22.2          |
| 236     | 4260.000           | 96.7         | 141.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 237     | 4280.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 238     | 4300.000           | 102.0        | 146.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 239     | 4320.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 240     | 4340.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 241     | 4360.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 242     | 4380.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 243     | 4400.000           | 71.1         | 101.9       | 15.6            | 0.0           | 16.7          |
| 244     | 4407.847           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 245     | 4420.000           | 82.1         | 117.7       | 18.0            | 0.0           | 19.3          |
| 246     | 4440.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 247     | 4460.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 248     | 4480.000           | 93.8         | 134.5       | 20.6            | 0.0           | 22.0          |
| 249     | 4496.736           | 51.0         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 250     | 4500.000           | 59.3         | 85.1        | 13.0            | 0.0           | 14.0          |
| 251     | 4520.000           | 101.0        | 145.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 252     | 4540.000           | 100.0        | 145.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 253     | 4560.000           | 99.4         | 144.7       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 254     | 4580.000           | 99.2         | 144.6       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 255     | 4600.000           | 99.0         | 144.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 256     | 4620.000           | 99.3         | 144.6       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 257     | 4640.000           | 101.8        | 146.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 258     | 4660.000           | 101.1        | 145.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 259     | 4680.000           | 100.6        | 145.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 260     | 4700.000           | 99.1         | 144.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 261     | 4720.000           | 98.4         | 144.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 262     | 4740.000           | 98.4         | 144.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 263     | 4760.000           | 98.6         | 144.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 264     | 4780.000           | 98.8         | 144.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 265     | 4800.000           | 99.7         | 144.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 266     | 4820.000           | 100.1        | 145.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 267     | 4840.000           | 99.9         | 145.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 268     | 4860.000           | 100.2        | 145.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 269     | 4880.000           | 100.2        | 145.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 270     | 4900.000           | 100.2        | 145.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 271     | 4920.000           | 100.1        | 145.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 272     | 4940.000           | 100.0        | 145.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 273     | 4960.000           | 99.8         | 145.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 274     | 4980.000           | 99.8         | 145.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 275     | 5000.000           | 99.8         | 145.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |



**VOLUMES CHAUSSEE**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 276     | 5020.000           | 99.7         | 144.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 277     | 5040.000           | 73.4         | 105.3       | 16.1            | 0.0           | 17.3          |
| 278     | 5048.779           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 279     | 5060.000           | 79.7         | 114.3       | 17.5            | 0.0           | 18.7          |
| 280     | 5080.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 281     | 5100.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 282     | 5120.000           | 96.2         | 137.9       | 21.1            | 0.0           | 22.6          |
| 283     | 5137.668           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 284     | 5140.000           | 57.0         | 81.8        | 12.5            | 0.0           | 13.4          |
| 285     | 5160.000           | 100.6        | 144.3       | 22.1            | 0.0           | 23.7          |
| 286     | 5179.418           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 287     | 5180.000           | 52.5         | 75.3        | 11.5            | 0.0           | 12.3          |
| 288     | 5200.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 289     | 5220.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 290     | 5240.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 291     | 5260.000           | 72.3         | 103.6       | 15.9            | 0.0           | 17.0          |
| 292     | 5268.307           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 293     | 5280.000           | 80.9         | 116.0       | 17.7            | 0.0           | 19.0          |
| 294     | 5300.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 295     | 5320.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 296     | 5340.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 297     | 5360.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 298     | 5380.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 299     | 5400.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 300     | 5420.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 301     | 5440.000           | 90.1         | 129.2       | 19.8            | 0.0           | 21.2          |
| 302     | 5455.295           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 303     | 5460.000           | 63.1         | 90.4        | 13.8            | 0.0           | 14.8          |
| 304     | 5480.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 305     | 5500.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 306     | 5520.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 307     | 5540.000           | 61.7         | 88.5        | 13.5            | 0.0           | 14.5          |
| 308     | 5544.184           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 309     | 5560.000           | 91.4         | 131.1       | 20.1            | 0.0           | 21.5          |
| 310     | 5580.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 311     | 5600.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 312     | 5620.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 313     | 5640.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 314     | 5660.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 315     | 5680.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 316     | 5700.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 317     | 5720.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 318     | 5740.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 319     | 5760.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 320     | 5780.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 321     | 5800.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 322     | 5820.000           | 98.8         | 141.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 323     | 5840.000           | 98.8         | 141.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 324     | 5860.000           | 98.8         | 141.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 325     | 5880.000           | 98.8         | 141.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 326     | 5900.000           | 95.1         | 139.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 327     | 5920.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 328     | 5940.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 329     | 5960.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 330     | 5980.000           | 66.2         | 95.1        | 14.6            | 0.0           | 15.6          |



**VOLUMES CHAUSSEE**

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 331     | 5985.996           | 50.9         | 73.1        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 332     | 6000.000           | 86.4         | 124.2       | 19.0            | 0.0           | 20.4          |
| 333     | 6020.000           | 101.4        | 146.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 334     | 6040.000           | 101.1        | 145.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 335     | 6060.000           | 87.9         | 127.0       | 19.5            | 0.0           | 20.9          |
| 336     | 6074.885           | 50.4         | 72.8        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 337     | 6080.000           | 63.3         | 91.4        | 14.1            | 0.0           | 15.1          |
| 338     | 6100.000           | 100.9        | 145.7       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 339     | 6120.000           | 100.7        | 145.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 340     | 6140.000           | 100.5        | 145.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 341     | 6160.000           | 100.7        | 145.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 342     | 6180.000           | 101.0        | 145.7       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 343     | 6200.000           | 101.5        | 146.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 344     | 6220.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 345     | 6240.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 346     | 6260.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 347     | 6280.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 348     | 6300.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 349     | 6320.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 350     | 6340.000           | 101.2        | 145.9       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 351     | 6360.000           | 100.6        | 145.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 352     | 6380.000           | 100.5        | 145.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 353     | 6400.000           | 100.4        | 145.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 354     | 6420.000           | 99.2         | 144.6       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 355     | 6440.000           | 99.1         | 144.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 356     | 6460.000           | 99.0         | 144.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 357     | 6480.000           | 98.6         | 144.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 358     | 6500.000           | 98.5         | 144.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 359     | 6520.000           | 99.0         | 144.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 360     | 6540.000           | 99.8         | 145.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 361     | 6560.000           | 99.4         | 144.7       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 362     | 6580.000           | 100.2        | 145.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 363     | 6600.000           | 101.2        | 145.8       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 364     | 6620.000           | 83.0         | 119.3       | 18.3            | 0.0           | 19.6          |
| 365     | 6632.632           | 51.1         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 366     | 6640.000           | 69.9         | 100.2       | 15.3            | 0.0           | 16.4          |
| 367     | 6660.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 368     | 6680.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 369     | 6700.000           | 102.0        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 370     | 6720.000           | 54.8         | 78.7        | 12.1            | 0.0           | 12.9          |
| 371     | 6721.521           | 50.9         | 73.1        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 372     | 6740.000           | 98.0         | 140.7       | 21.5            | 0.0           | 23.1          |
| 373     | 6760.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 374     | 6780.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 375     | 6800.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 376     | 6820.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 377     | 6840.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 378     | 6860.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 379     | 6880.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 380     | 6900.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 381     | 6920.000           | 102.1        | 146.4       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 382     | 6940.000           | 97.7         | 142.1       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 383     | 6960.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 384     | 6980.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 385     | 7000.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |



VOLUMES CHAUSSEE

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 386     | 7020.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 387     | 7040.000           | 81.1         | 116.3       | 17.8            | 0.0           | 19.1          |
| 388     | 7051.779           | 51.0         | 73.2        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 389     | 7060.000           | 69.8         | 100.2       | 15.8            | 0.0           | 16.9          |
| 390     | 7080.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 391     | 7100.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 392     | 7120.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 393     | 7140.000           | 49.5         | 71.0        | 11.6            | 0.0           | 12.4          |
| 394     | 7140.668           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 395     | 7160.000           | 94.1         | 135.2       | 22.0            | 0.0           | 23.6          |
| 396     | 7180.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 397     | 7200.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 398     | 7220.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 399     | 7240.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 400     | 7260.000           | 94.0         | 137.2       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 401     | 7280.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 402     | 7300.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 403     | 7320.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 404     | 7340.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 405     | 7360.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 406     | 7380.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 407     | 7400.000           | 54.5         | 78.3        | 12.8            | 0.0           | 13.7          |
| 408     | 7402.780           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 409     | 7420.000           | 89.1         | 127.9       | 20.8            | 0.0           | 22.3          |
| 410     | 7440.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 411     | 7460.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 412     | 7480.000           | 75.8         | 108.8       | 17.7            | 0.0           | 19.0          |
| 413     | 7491.669           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 414     | 7500.000           | 67.8         | 97.4        | 15.9            | 0.0           | 17.0          |
| 415     | 7520.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 416     | 7540.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 417     | 7560.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 418     | 7580.000           | 89.2         | 128.1       | 20.9            | 0.0           | 22.4          |
| 419     | 7597.274           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 420     | 7600.000           | 54.4         | 78.1        | 12.7            | 0.0           | 13.6          |
| 421     | 7620.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 422     | 7640.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 423     | 7660.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 424     | 7680.000           | 62.6         | 89.9        | 14.7            | 0.0           | 15.7          |
| 425     | 7686.163           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 426     | 7700.000           | 81.0         | 116.3       | 18.9            | 0.0           | 20.3          |
| 427     | 7720.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 428     | 7740.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 429     | 7760.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 430     | 7780.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 431     | 7800.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 432     | 7820.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 433     | 7840.000           | 63.0         | 90.5        | 14.7            | 0.0           | 15.8          |
| 434     | 7846.337           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 435     | 7860.000           | 80.6         | 115.7       | 18.9            | 0.0           | 20.2          |
| 436     | 7880.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 437     | 7900.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 438     | 7920.000           | 84.3         | 121.1       | 19.7            | 0.0           | 21.1          |
| 439     | 7935.226           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 440     | 7940.000           | 59.3         | 85.1        | 13.9            | 0.0           | 14.9          |



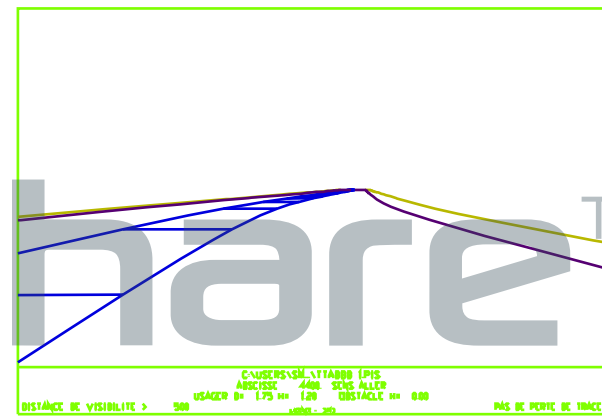
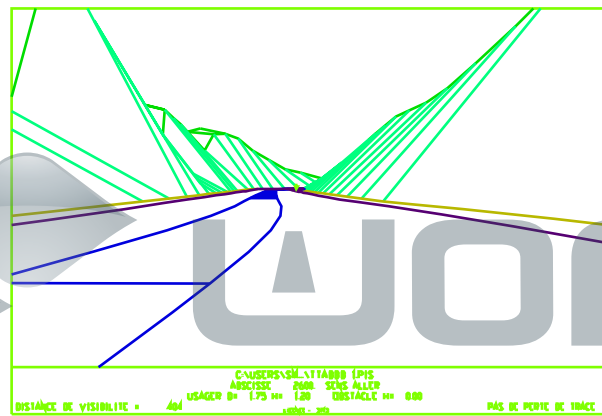
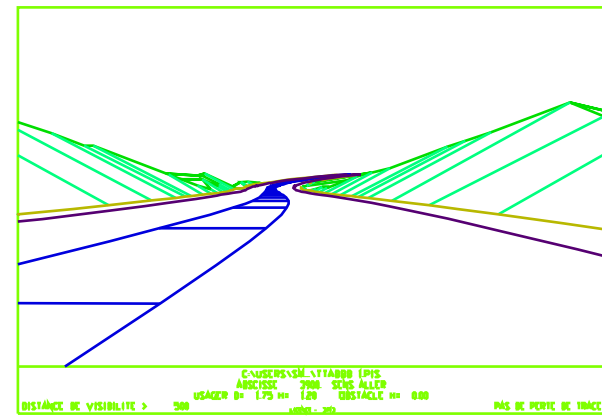
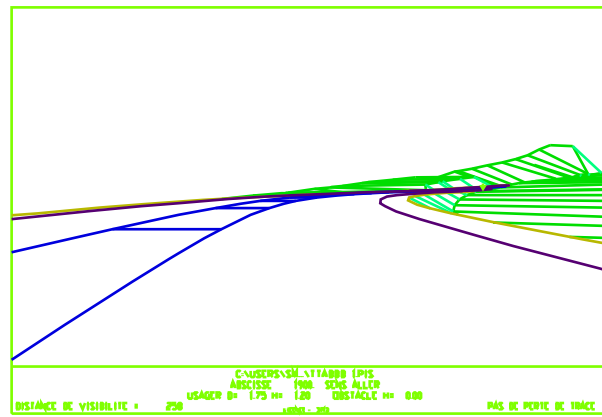
### VOLUMES CHAUSSEE

| N° PROF | ABSCISSE CURVILIGN | FORME VOLUME | BASE VOLUME | CHAUSSEE VOLUME | ACCOTE VOLUME | T.P.C. VOLUME |
|---------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 441     | 7960.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 442     | 7980.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 443     | 8000.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 444     | 8020.000           | 76.2         | 109.4       | 17.8            | 0.0           | 19.1          |
| 445     | 8031.819           | 49.5         | 71.0        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 446     | 8040.000           | 69.7         | 100.1       | 15.8            | 0.0           | 16.9          |
| 447     | 8060.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 448     | 8080.000           | 99.0         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 449     | 8100.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 450     | 8120.000           | 49.6         | 71.2        | 11.6            | 0.0           | 12.4          |
| 451     | 8120.708           | 47.9         | 68.7        | 11.2            | 0.0           | 12.0          |
| 452     | 8140.000           | 94.0         | 135.0       | 22.0            | 0.0           | 23.6          |
| 453     | 8160.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 454     | 8180.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 455     | 8200.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 456     | 8220.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 457     | 8240.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 458     | 8260.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 459     | 8280.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 460     | 8300.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 461     | 8320.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 462     | 8340.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 463     | 8360.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 464     | 8380.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 465     | 8400.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 466     | 8420.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 467     | 8440.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 468     | 8460.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 469     | 8480.000           | 95.7         | 137.5       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 470     | 8500.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 471     | 8520.000           | 98.9         | 142.0       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 472     | 8540.000           | 96.3         | 140.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 473     | 8560.000           | 96.3         | 140.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 474     | 8580.000           | 96.3         | 140.3       | 22.4            | 0.0           | 24.0          |
| 475     | 8600.000           | 63.3         | 92.3        | 14.7            | 0.0           | 15.8          |
| 476     | 8606.319           | 15.2         | 22.2        | 3.5             | 0.0           | 3.8           |
|         |                    | 42428        | 60948       | 9639            | 0             | 10328         |



wondershare™

# PDF Editor



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTRE DU LUMENEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

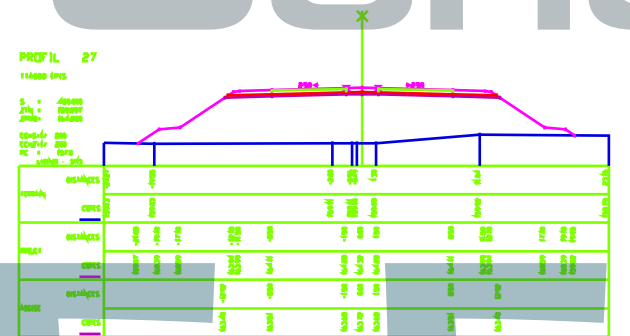
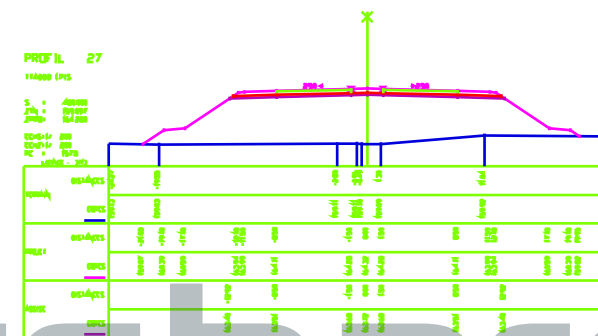
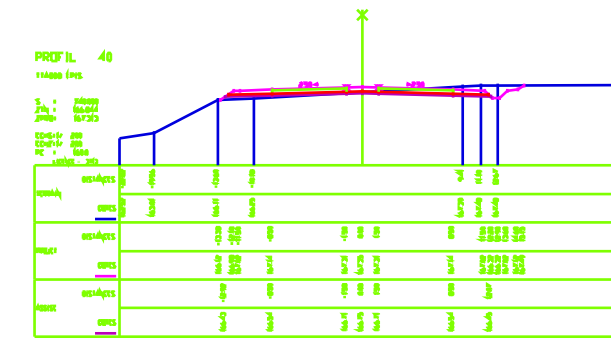
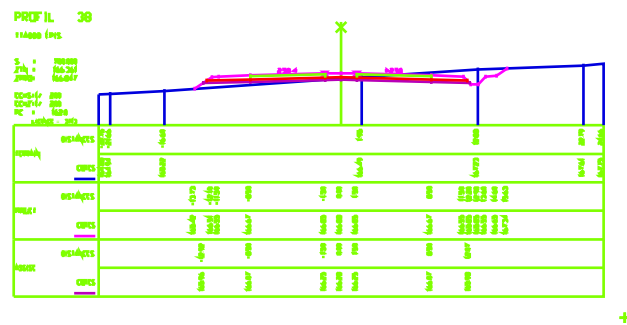
**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE  
 TESSALOUZ**

*Etude en A.P.D de la déviation de la ville  
 d'Acenga sur 8.6km*

(POINT FRONT DETAILLÉ)

|   |  |   |
|---|--|---|
| ETABLI PAR :<br><b>ABOUAD SAAD<br/>         MEDANI SAAD<br/>         BUNOU BOUABD</b> | <b>PROFILS<br/>         EN TRAVERS</b> | ETABLI PAR :<br><b>ABOUAD SAAD<br/>         MEDANI SAAD<br/>         BUNOU BOUABD</b> |
|---|--|---|

**UMMTO**



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

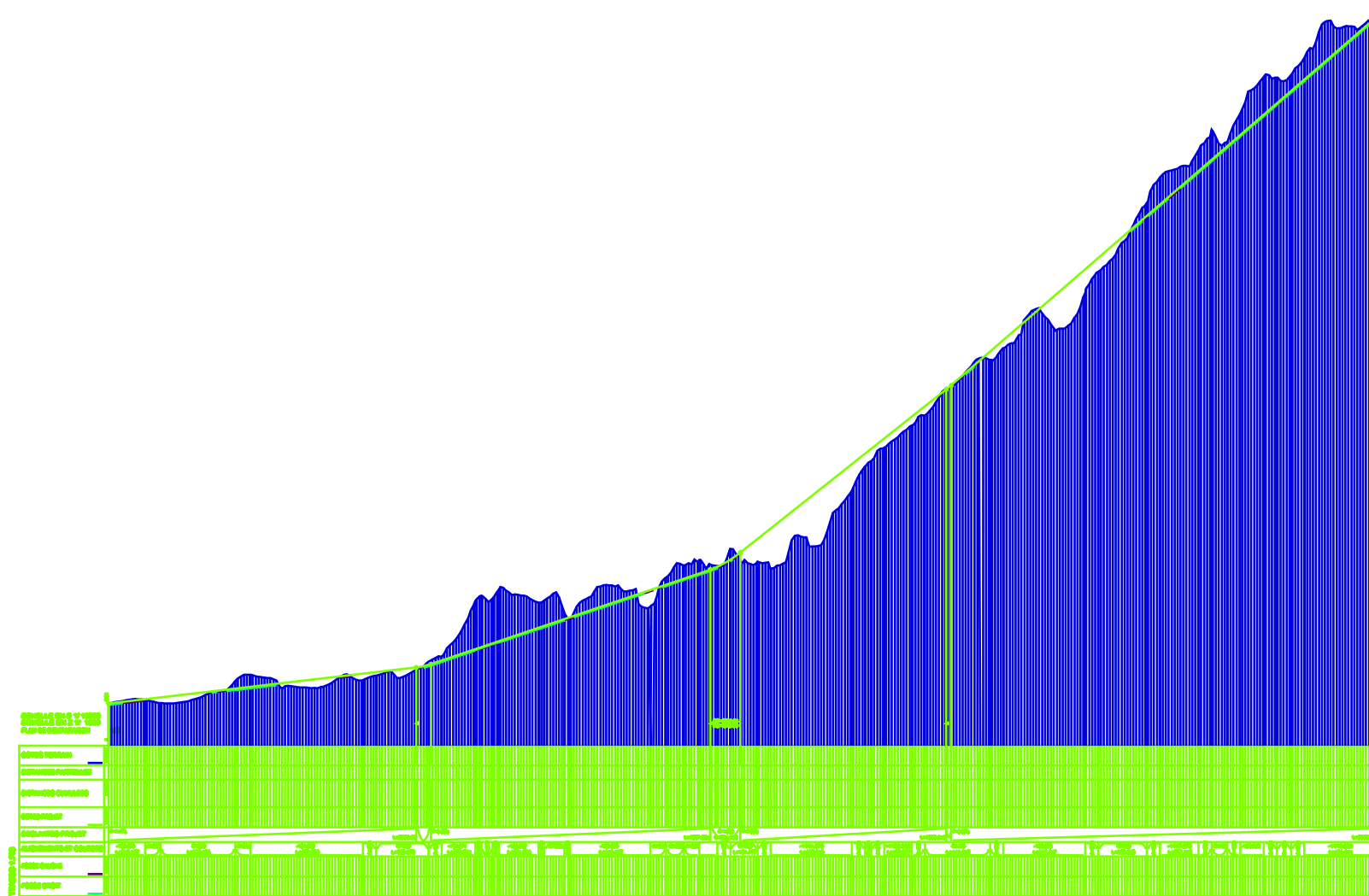
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE  
TELL-OUEDJ

Etude en A.P.D de la Abitation de la ville d'Alger sur 6.0km

POINT POINT OUTILS/040

|            |                       |   |
|------------|-----------------------|---|
| N° PLAN 00 | PROFILS<br>EN TRAVERS | TRAVAIL PAR:<br>ABDRAHMAN<br>BENALI BACH<br>BENALI BACH |
|------------|-----------------------|---|

UMMTO

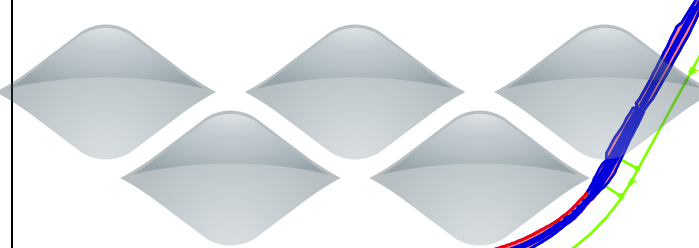


wondershare™



PDF Editor

|   |            |                               |
|---|------------|-------------------------------|
| REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE<br>MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE LA HAUTE CONSTRUCTION                   |            |                               |
| UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE<br>TELL-OUZOU   |            |                               |
| <i>Etude en AAD de la circulation de la ville d'Alger sur 6.5km<br/>         avec exemples de deux échangeurs et un pont sur gallerie</i> |            |                               |
| ANNOTATIONS   |            |                               |
| Plan n°   | AXE CONNER | Echelle: 1/1000<br>Date: 2000 |
| UMTO  |            |                               |



wondershare™

TTANBS 0,70  
L'UNIVERSITE  
L'UNIVERSITE

ECHELLE 1/10000

4

PDF Editor

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE  
TEZI-OUZOU**

*Etude en A.P.D de la déviation de la ville d'Anaga sur E.S.M  
avec conception de deux échangeurs et un corrécteur giratoire*

AVANT PROJET DETAILLE (A.P.D)

|                  |                    |   |
|------------------|--------------------|---|
| N° PLAN 00       | <b>AXE EN PLAN</b> | ELABORÉ PAR :                                 |
| SCHEMAS          |                    | AGUIAD ABDEL<br>REZZAK ELABED<br>MOUZI HOBARD |
| DATE: 05/04/2014 |                    |   |

**UMMTO**

ECHELLE EN X 1/1000  
ECHELLE EN Y 1/1000  
PLAN DE COMPARISON

COTES TERRAIN

DISTANCES PARTIELLES

DISTANCES COMPLETES

COTES PROJET

DIMENSIONS PROJET

ALIMENTS ET COURSES

POISE GAUCHE

POISE DROIT

DATE: 2010

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

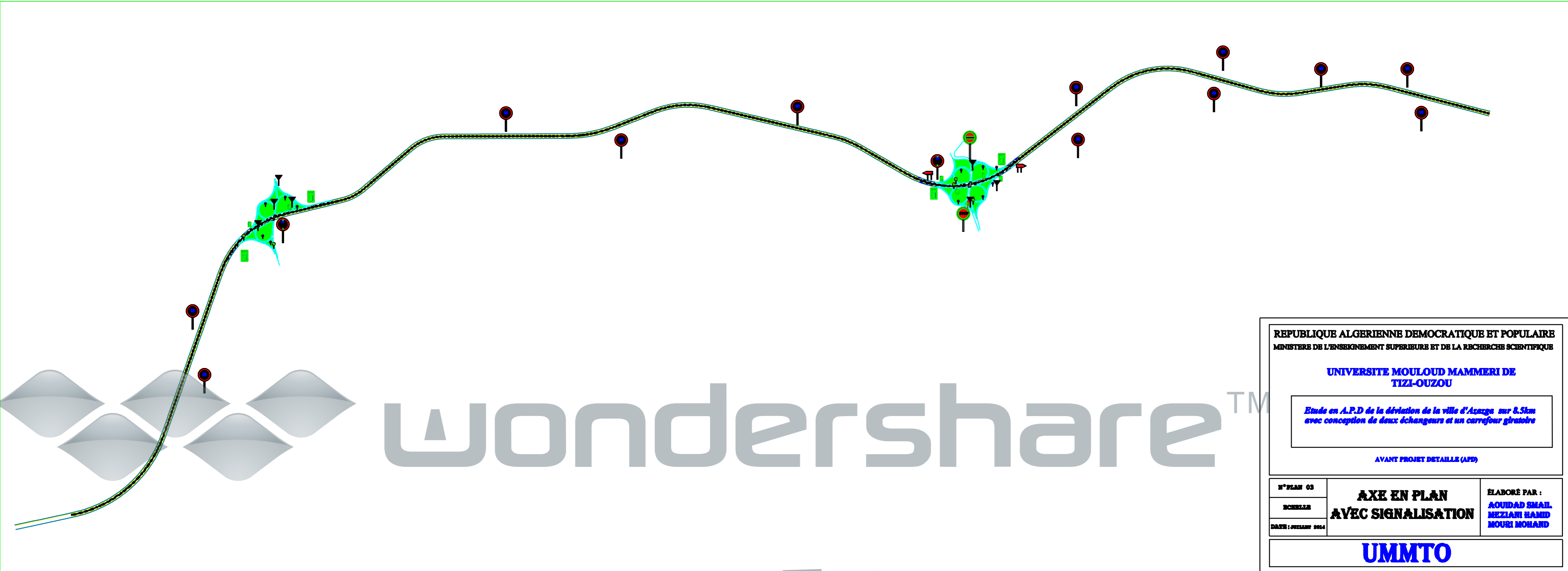
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE  
TIZI-OUZOU

*Etude en A.P.D de la déviation de la ville d'Agnou sur S.S.104  
avec conception de deux échangeurs et un ouvrage giratoire*

AVANT PROJET DETAILÉ (A.P.D)

|              |                            |                               |
|--------------|----------------------------|-------------------------------|
| N° PLAN 00   | <b>PROFILS<br/>EN LONG</b> | ELABORÉ PAR :                 |
| DATE 1/2009  |                            | AGUADJ ABAL                   |
| DATE 02/2009 |                            | MEZIAN BAHAD<br>BOUZE MOHAMED |

**U.M.M.T.O**



|  |  |   |
|--|--|---|
| REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE<br>MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE                       |  |   |
| UNIVERSITE MOULOD MAMMARI DE<br>TIZI-OUZOU   |  |   |
| <i>Etude en A.P.D de la déviation de la ville d'Azazga sur 8.5km<br/>         avec conception de deux échangeurs et un carrefour giratoire</i> |  |   |
| AVANT PROJET DETAILLE (APD)  |  |   |
| N° PLAN 03<br>ECHELLE<br>DATE : OCTOBRE 2014   | <b>AXE EN PLAN<br/>         AVEC SIGNALISATION</b> | ELABORE PAR :<br>AOUDAD SMAÏL<br>MEZIANI HAMID<br>MOURI MOHAMED |
| <b>UMMTO</b>   |  |   |

PDF Editor