

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

**Etude de l'évitement de la ville de Hadjout par
le sud**

Encadré par :

Mr. Goumettre Ahmed

Présenté par :

**Lachtar M^{ed} Khalil
Bouaichaoui Sallah Eddine**

Proposé par:

SAETI

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسم الله الرحمن الرحيم

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

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

Et te protège et te garde en bonne santé.

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

*A Mes frères : **Salah et Abdelouahab.***

*A MES SŒUR: **Intissar et Khaoula.***

A Mes Tante Et Mes Oncle, Mes Cousin Et Mes Cousine Sans Exception

*A tout qui est proche de la famille **Lachtar** sans exception.*

*A mes confrères : **Khaled, les deux Mustapha, Abdallah, Lotfi, Nabil, Ali, moh, Anes,
Thamer, Housseem, Salah, Moussa, Lokman, Hakou, Hamza, Raouf, Abdelghani,
Abdelouahab, Tayeb, Goumidi, Ismail, Nassim, Omar,et à Toutes
la promotion 2012.***

*A mon binôme et confrère : **Sallah.***

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

Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.

Lachtar ^{Med} Khalil



بسم الله الرحمن الرحيم

Dédicace

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

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

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

Et te protège et te garde en bonne santé.

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

*A **ma grande mère**.*

*A mes braves frères: Abdelhamid, Adel, Bouzid, Ali, Yacine, Abderrahmane et Spécialement à **Kamel**.*

A mes chères sœurs : Khadija, Aicha, Messaouda.

A mes neveux et A mes nièces

A mes tontons.

A familles: Bouaichaoui et Madjidi.

A tous mes amis.

Et tous mes collègues d'ENSTP

A mon binôme: Lachtar M^{ed} Khalil.

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

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

Enfin, à tous ceux qui m'aiment.

Sallaheddine Bouaichaoui



Remerciements

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

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

*Nous remercions vivement nos familles Lachtar et Bouaichaoui pour leur aide
durant toute la période de préparation.*

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous les Enseignants
et le personnel administratif de l'ENSTP qui ont contribué à notre formation et à
l'élaboration de ce présent travail.*

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

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

SOMMAIRE

CHAPITRE_01 : Introduction et Présentation du projet

I. Introduction.....	1
II. Présentation du projet	2
III. Description de la zone d'étude.....	2
1. Caractéristique du milieu physique.....	3
2. Caractéristique du milieu humain.....	11

CHAPITRE_02 : Choix du couloir « APS »

I. Introduction.....	16
II. La zone d'étude:	
1. Type des contraintes.....	17
III. Choix de couloir (APS)	18
1. Présentation des variantes.....	18
2. Choix de variante.....	21
3. Conclusion.....	22

CHAPITRE_03 : étude du trafic

I. Etude de trafic projet routier	22
II. Vocabulaire à connaître.....	23
III. L'étude de trafic.....	24
IV. Mode de réalisation d'une étude de trafic routier	24
V. Application au projet.....	27
1. Répartition de trafic.....	27
2. Conclusion.....	28
3. Vitesse de base et catégorie.....	30
4. Déterminer nombre des voies.....	30

CHAPITRE_04 : Tracé en plan et Profil en long

I. La trace en plan.....	33
II. Règles à respecter dans la trace en plan.....	34
III. Géométrie en plan.....	35
IV. La vitesse de référence.....	40
V. Profil en long.....	46
1. Règles respecté dans le tracé profil en long.....	46
2. Coordination trace en plan et profil en long.....	47
3. Déclivités.....	47
4. Raccordement en profil en long.....	48

CHAPITRE_05 : Profil en travers

I. Introduction.....	50
II. Profil en travers en section courant.....	50
1. Chaussée.....	50
2. Terre-plan central(T.P.C).....	50
3. Accotement.....	51
4. Profil en travers au droit des ouvrages d'art courants.....	52
5. Pentes transversales.....	53

CHAPITRE_06 : étude géotechnique

I. Introduction.....	55
II. Objectifs.....	55
III. Les différents essais en laboratoire.....	55
IV. Les essais d'identification.....	56
1. Analyses granulométriques.....	56
2. équivalent de sable.....	56
3. Limites d'Atterberg	56
4. Essai Proctor.....	56
5. Essai C.B.R (California Bearing Ratio).....	56
6. Essai Los Angles.....	56
7. Essai Micro Deval.....	56
V. Les essais in situ.....	57
1. Les essais de plaque.....	57
2. Les essais pressiométriques.....	57
VI. Conditions d'utilisation des sols en remblai.....	57
VII. Conclusion.....	58

CHAPITRE_07 : Dimensionnement du corps de chaussée

I. Introduction.....	59
II. Définition de la chaussée.....	59
III. Les différents type de la chaussée.....	59
IV. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.....	62
V. Les principales méthodes de dimensionnement.....	63
VI. Application au projet.....	66
VII. Conclusion.....	72

CHAPITRE_08 : Cubature

I. Généralités.....	73
II. Les méthodes de calcul.....	73
III. Description de la méthode.....	73
IV. Application.....	74
V. Calcul des cubatures de terrassements.....	74

CHAPITRE_9 : Assainissement

I. Introduction.....	75
II. Objectif de l'assainissement.....	75
III. Assainissement de la chaussée.....	76
IV. Définition des termes hydrauliques.....	76
V. L'estimation du débit de pointe	78
VI. Système de drainage longitudinal	79
VII. Système de drainage transversal	80
1. Dimensionnement des buses	80
2. Dimensionnement des dalots	81

CHAPITRE_10 : carrefour

I. Introduction.....	84
II. Les différents types des carrefours.....	84
III. Données utiles à l'aménagement d'un carrefour.....	85
IV. Principes généraux d'aménagement d'un carrefour.....	85
V. Application au projet.....	86

CHAPITRE_11 : Carrefour

I. Introduction	89
II. Objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement	89
III. Identification et évaluation des impacts	89
IV. Rappel des impacts.....	90
1. Impact temporaire de la phase de construction	90
2. Impacts permanents	90
V. Mesures d'insertion et d'atténuation proposées.....	91

CHAPITRE_12 : Ouvrage d'Art

I. Introduction	95
II. Conception du pont	95
III. Choix type de l'ouvrage.....	96
IV. Conclusion.....	97

CHAPITRE_13 : I. Signalisation

I. Signalisation.....	98
1. Introduction.....	98
2. L'objet de la signalisation routière.....	98
3. Catégorie de la signalisation.....	98
4. Règle à respecter pour la signalisation.....	98
5. Types de signalisation.....	99
6. Catégories de panneaux.....	100
7. Application au projet.....	100
II. Eclairage.....	102
1. Introduction	102
2. Paramètres de l'implantation des luminaires	102
3. Application au projet.....	103
Devis	104
Conclusion générale	106
Bibliographie	107

CHAPITRE (I)



Introduction Et Présentation De Projet

I. INTRODUCTION GENERALE :

La route est un facteur de développement par excellence dans tous les pays du monde, industrialisés ou émergents. Les techniques auxquelles la route moderne fait appel se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuel, par l'utilisation de la technologie moderne tant dans les tracés routiers que dans les moyens utilisés lors de la construction routière.

Il faudra se rendre à l'évidence qu'une spécialisation des Ingénieurs de Génie Civil et Travaux Publics, même partielle dans le domaine routier s'impose. La conception et la construction routière touche l'examen des problèmes liés aux techniques de conception et d'aménagement des routes : le tracé, les caractéristiques géométriques, le trafic, le sol support, les charges, la signalisation, les techniques de construction, les matériaux utilisés, l'entretien et l'exploitation.

Nous pensons que l'époque de la généralisation des techniciens est révolue, durant laquelle un Ingénieur pouvait se prétendre compétent en route qu'il s'agit de géotechnique, de technique de circulation, de conception de tracé et d'aménagement des routes.

La route est sans doute, de tous les ouvrages de Génie Civil, celui qui est fréquemment utilisé et critiqué de tous. Il y a vingt ans et les progrès de la technique et de la technologie moderne dans beaucoup de domaines liés directement au tracé et à la construction routière.

II. PRESENTATION DU PROJET :**DESCRIPTION DU PROJET :**

Le projet de l'évitement Sud de Hadjout s'inscrit dans le plan d'aménagement urbain de la commune de Hadjout établi par le CNERU en Juin 2008 et approuvé par les différents organismes et directions de wilaya.

L'évitement sud de Hadjout permettra aux usagers en transit d'éviter la zone urbaine et de soulager le trafic actuel sur les routes nationales RN 67 et la RN 42, il facilitera la circulation dans des meilleures conditions de sécurité et de confort, il permettra de réduire l'ensemble des nuisances sonores et la pollution de l'air. Cet évitement vient pour compléter l'aménagement existant au nord de la ville à savoir l'évitement nord de Hadjout.

III. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE :

La zone d'étude du projet de l'évitement Sud de la ville de Hadjout regroupe le territoire des deux communes Hadjout et Meurad. La délimitation de la zone d'étude permettra de faciliter la connaissance des éléments des milieux concernés par le projet.



Délimitation de la zone d'étude

1) Caractéristiques du milieu physique :**A. Aperçu géomorphologique :**

La zone d'étude est située au sud de l'algérois dans la plaine de Mitidja, elle est formée d'une multitude de plaines cultivables.

Les terrains correspondent à un fond d'ancien bac mio-pliocène recouvert par un colmatage quaternaire superficiellement encroûté.

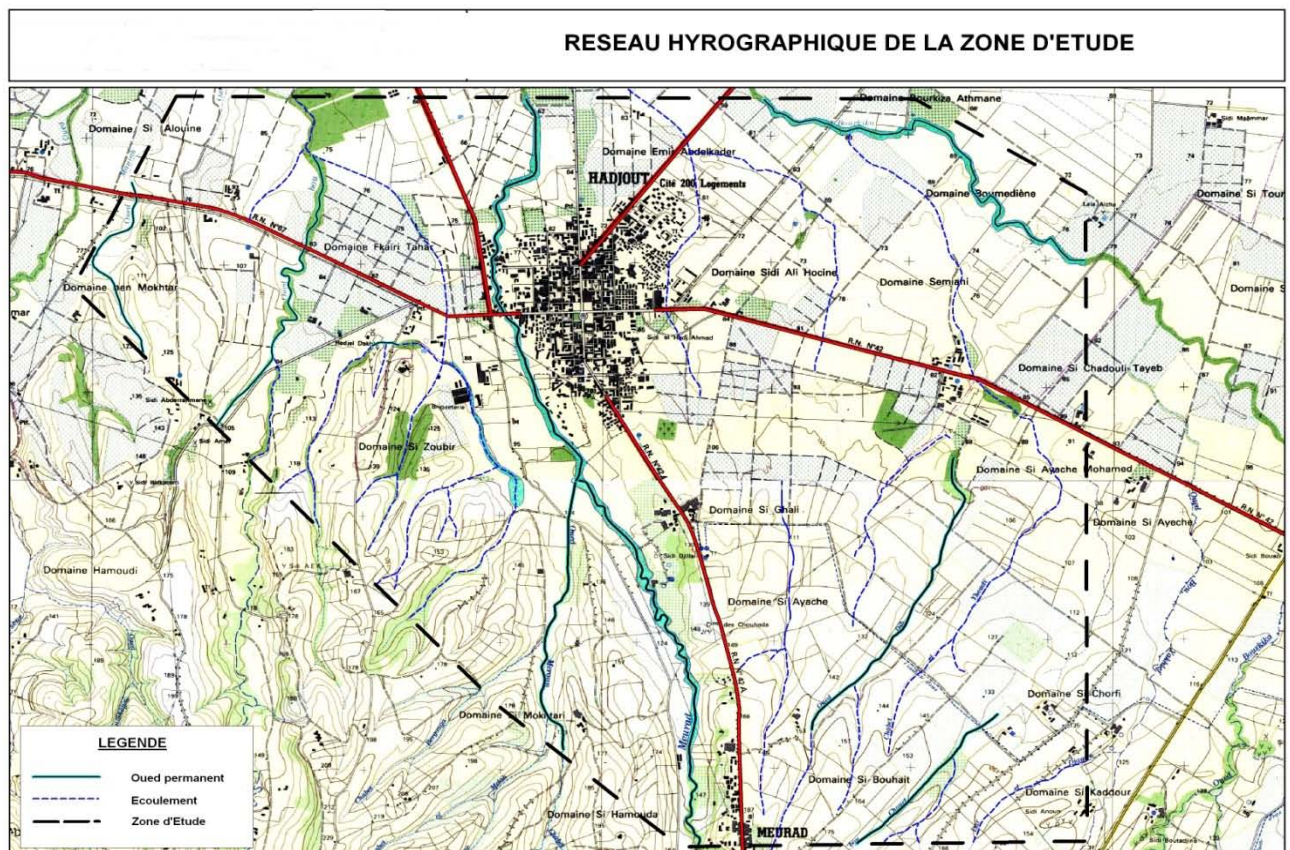
Ces terrains sont drainés par l'Oued Merouan, qui se déverse dans l'oued Meurad, du côté Ouest de l'agglomération de Hadjout.

B. L'hydrologie :

Le réseau hydrographique est assez dense, l'oued Meurad représente l'écoulement le plus important, il draine d'Est en ouest, son bassin versant.

Du côté Ouest, l'oued Merouan prend naissance au Sud de Meurad, ce cours d'eau rejoint l'oued Meurad.

Mis à part ces cours d'eau permanents, les autres écoulements sont intermittents et dépendent des conditions climatiques (les précipitations). Ils sont à sec presque toute l'année, et ils sont immédiatement en crues en période hivernale.



C. Contexte géologique :

La zone concernée par cette étude appartient au domaine tellien de l'Algérie du nord.

Ce domaine est représenté au nord par le tell septentrional qui regroupe trois grands ensembles essentiels distincts à savoir :

1. Les massifs littoraux anciens ou massifs de grande et petite Kabylie composés de terrains essentiellement cristallophylliens.

Ces massifs forment également des pointements de dimensions réduites à Thénia, Bordj El Bahri, Alger et au Chenoua.

2. La dorsale Kabylie formée de terrains Mésozoïques et Cénozoïques à faciès calcaire bien développé.
3. Les nappes de type flysch à matériel crétacé et nummulitique, s'empilant en couches pelliculaires.



Extrait de la carte géologique de Marengo

La consultation des cartes géologiques au 1/50 000^{ème}, feuille n° 62 «Marengo», nous a permis de décrire sommairement la nature des formations présentes dans la zone d'étude du présent projet.

Le tronçon étudié traverse des terrains sédimentaires datés principalement du tertiaire représentés par des formations du pliocène – Villa Franchien notées P^{1.C}, la zone d'étude contient également quelques tronçons des terrains récents d'âges quaternaire a² :

- Quaternaire récent «a²», il correspond aux :

- * alluvions récentes : dépôts limoneux de la Mitidja et cônes de déjection des vallées.
- * alluvions anciennes (terrasses caillouteuses et limoneuses).

Pliocène – Villa Franchien «P^{1.C}», constitué de calcaires et marnes lacuste, brèches, conglomérats, grès et sables continentaux.

Les formations géologiques sont représentées par des sédiments très récents (plio-quaternaires) du Sahel et de la Mitidja.

i. Le Pliocène :

Au nord de Hadjout, au commencement les premières pentes du Sahel de Tipaza représentées par des marnes jaunes et calcaires mollassiques du pliocène inférieur.

Le pliocène supérieur est matérialisé par un faciès calcaire ou calcaro-gréseux.

ii. La tectonique :

Des plissements post-éocènes ont affecté la plupart des massifs de la région littorale comme le massif de Larbaâ.

Ces plissements intéressant le Néogène et le Quaternaire, ont donné lieu à l'anticlinal post-Astien du Sahel d'Alger et au synclinal correspondant à la plaine de la Mitidja.

D. Topographie :

Au début, le couloir retenu pour le tracé présente un relief plat, composé essentiellement de terrains agricoles. Plus loin, du côté Ouest des collines atteignant plus de 150 m entaillées par des talwegs encaissés.

Le couloir choisi pour le tracé présente deux reliefs différents dont le premier se distingue par, un terrain de faible déclivité du coté nord-est alors qu'il est de déclivité moyenne du coté Nord-Ouest avec la présence de plaines cultivables.



Prise au niveau de la partie Nord – Est de la zone d'étude

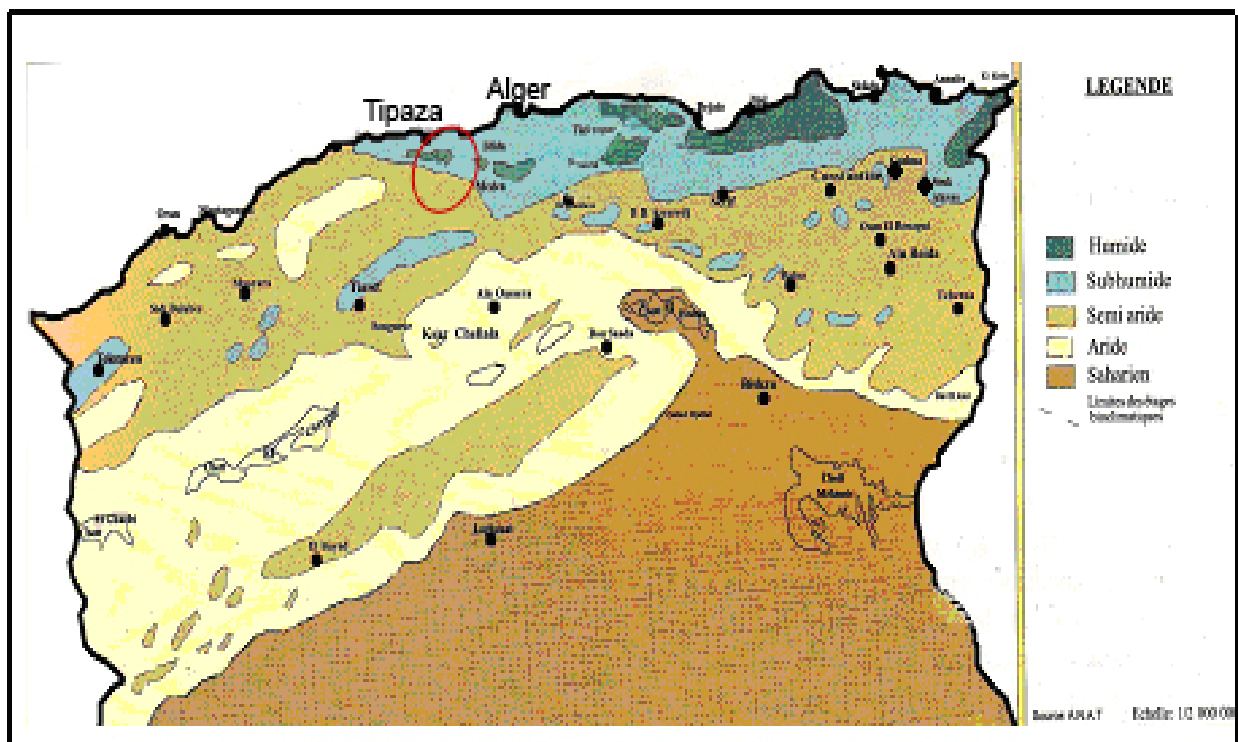
E. Le climat :

La région de Tipaza, faisant partie du nord algérien est caractérisée par un climat méditerranéen connu pour ses deux saisons ; l'une humide et tempérée car elle subit l'influence de la mer et l'autre chaude et sèche avec une température moyenne avoisinant les 32°C.

i. Les températures :

Le périmètre d'étude est caractérisé par un climat de type méditerranéen, à étage bioclimatique humide et subhumide.

Les températures qui le caractérisent sont très fluctuantes et les amplitudes thermiques annuelles sont très accentuées, elles atteignant 8°C en hiver et 37°C en été.



Etages bioclimatiques

ii. Les précipitations :

Les précipitations constituent un paramètre important à prendre en considération dans les différentes phases de réalisation de projets routiers.

La connaissance du régime pluviométrique de la zone d'étude, sur une période donnée, nous permettra de suivre les différentes fluctuations et changements survenus. Pour ce faire, nous allons exploiter les relevés pluviométriques, entre 1973 et 2002, effectués dans La station de Hadjout au niveau du pont CW 7.

Ces relevés correspondent à la pluie tombée au niveau de la station, et tout autour, sur une étendue plus ou moins large selon la densité du réseau que l'on appelle zone d'influence du pluviomètre.

Son identification est reprise dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Identification de la station de Pont CW7 (Hadjout)

Station	Code	X (Km)	Y (Km)	Z (m)	Nombre d'observatio ns	Période d'observations
Pont CW7 (Hadjout)	020325	475.85	358.85	59	29	1973/74 à 2001/02

(Source ANRH)

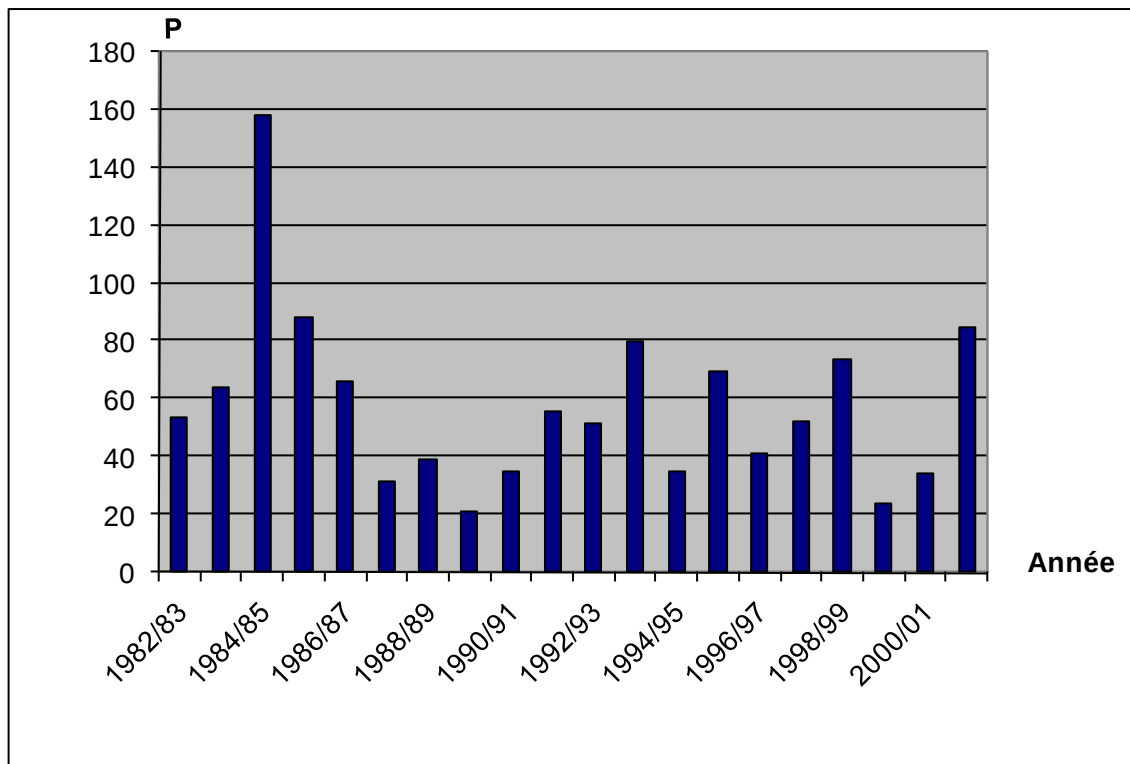
Le traitement statistique des données pluviométriques consiste à déterminer non seulement les caractéristiques empiriques de la série de précipitations maximales journalières, mais aussi son quantile de période de retour de 10 ans, 50 ans et 100 ans.

Les séries des précipitations maximales journalières des deux stations sont données respectivement dans le tableau 2.

**Tableau 2 : Précipitations journalières maximales :
station de Pont CW7 (Hadjout)**

n	Année	P _{max} (mm)
1	1974 / 75	44
2	1975 / 76	51.3
3	1976 / 77	45.8
4	1977 / 78	51.5
5	1978 / 79	98
6	1979 / 80	50.5
7	1980 / 81	77.1
8	1981 / 82	43.2
9	1982 / 83	53
10	1983 / 84	63.5
11	1984 / 85	158.1
12	1985 / 86	87.9
13	1986 / 87	65.8
14	1987 / 88	30.9
15	1988 / 89	38.7
16	1989 / 90	20.6
17	1990 / 91	34.3
18	1991 / 92	55.5
19	1992 / 93	51.1
20	1993 / 94	79.5

(Source ANRH)



Graphes de l'évolution des précipitations pour une période de vingt ans

Le graphe montre que la variation des précipitations sur une période de vingt (20) ans, suit un rythme plus ou moins régulier. Pour une période de trois années les moyennes des précipitations augmentent pour atteindre un maximum puis décroissent pour reprendre l'année suivante.

On remarque une irrégularité à partir de l'année 1994/1995, où on note une période sèche qui a persisté jusqu'à l'année 1993/1994.

F. Sismicité :

Le bombement du Sahel ainsi que la subsidence du bassin de la Mitidja sont le produit d'une tectonique tardive, distensive puis compressive dont l'activité actuelle génère une sismicité importante. Ces dernières décennies, la région d'Alger et ses environs ont été affectés par des séismes dont la magnitude peut atteindre 6.8 sur l'échelle de Richter comme c'était le cas en mai 2003 à Boumerdes.

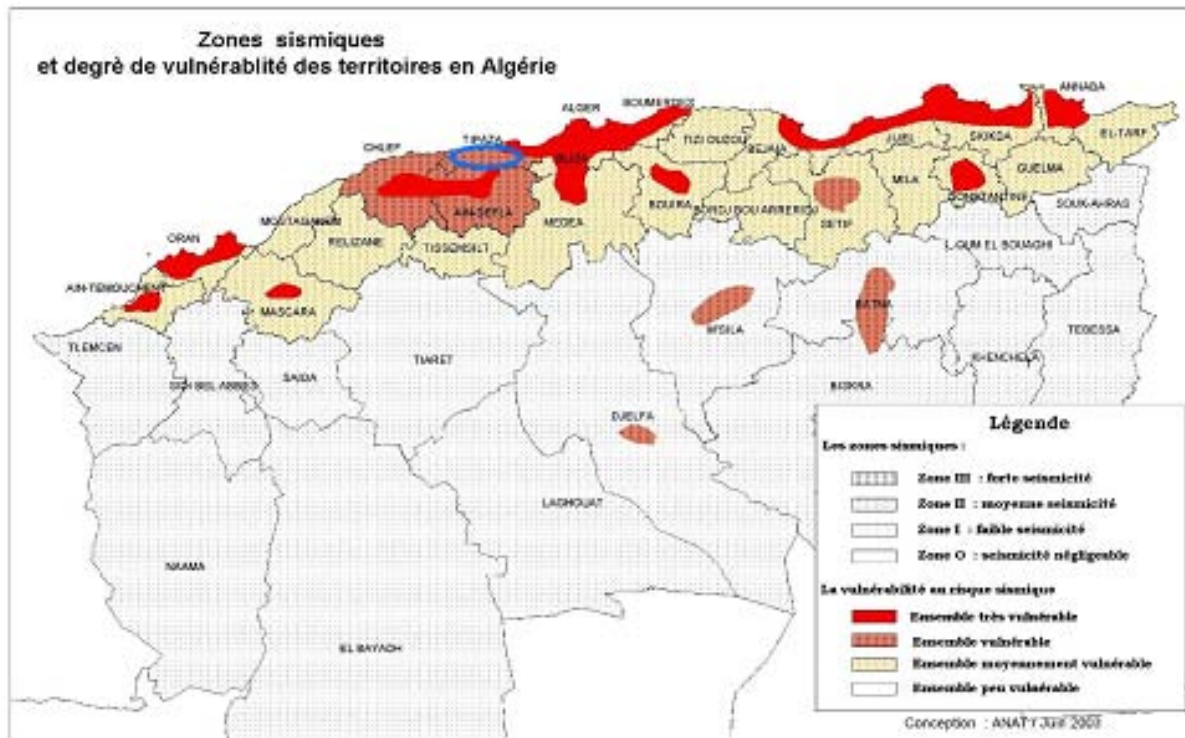
La région d'étude est une zone très active, elle est le signe de fréquentes secousses dont les épicentres et les magnitudes sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Résumé des séismes les plus récents

Date	Épicentre	Magnitude
05-11-24	Sahel de Douera	5.2
01-03-53	Région de Corso	4.6
09-01-57	Atlas de Blida	4
20-04-60	Atlas de Blida	3.3
14-08-60	Atlas de Blida	5
25-10-65	Atlas de Blida	3.9
03-04-66	Atlas de Blida	4.2
11-09-67	Blida	4.6
12-12-86	Région de Rouiba	4
31-01-88	Atlas de Blida	5.3
31-01-89	Atlas de Blida	4.4
20-10-89	Mont de Chenoua	6.1
21-05-03	Région de Boumerdes	6.8

(Source CRAAG)

Les épicentres de ces séismes soulignent les limites Nord et Sud de la plaine de Mitidja, la source des séismes dans le Sahel est associée à l'existence d'un pli-faille d'âge Tyrrhénien.



Carte de Degré de vulnérabilité des zones sismiques en Algérie

Actuellement, les normes parasismiques sont intégrées dans toutes les conceptions du bâti, elles sont basées sur une meilleure analyse du comportement vibratoire des différents éléments structuraux composant d'un ouvrage ainsi qu'une parfaite connaissance de leurs propriétés mécaniques et dynamiques.

Le document technique réglementaire DTR B C 2 48, concernant les règles parasismiques algériennes **RPA 99**, élaboré par le CGS (centre de recherche appliquée en génie parasismique), divise le territoire algérien en quatre (04) zones de sismicité croissante, soit :

- **Zone 0** : Sismicité négligeable.
- **Zone I** : Sismicité faible.
- **Zone II a de II b** : Sismicité moyenne.
- **Zone III** : Sismicité élevée.

Le niveau minimal de protection sismique accordé à un ouvrage dépend de sa situation et de son importance vis-à-vis des objectifs fixés par la collectivité.

Tout ouvrage qui relève du domaine d'application des règles parasismiques algériennes RPA 99 doit être classé dans l'un des quatre groupes définis ci-après :

- **Groupe 1A** : Ouvrages d'importance vitale.
- **Groupe 1B** : Ouvrages de grande importance.
- **Groupe 2** : Ouvrages courants ou d'importance moyenne.
- **Groupe 3** : Ouvrages de faible importance.

Les sites ont également fait l'objet d'une classification en fonction de leur nature géologique et des propriétés mécaniques des sols qui les constituent ; ainsi on distingue les catégories suivantes :

Catégorie S1 : (site rocheux), caractérisé par une vitesse moyenne d'onde de cisaillement, $V_s > 800$ m/s.

Catégorie S2 : (site ferme), caractérisé par une vitesse moyenne d'onde de cisaillement, $V_s > 400$ m/s à partir de 10 m de profondeur.

Catégorie S3 : (site meuble), caractérisé par une vitesse moyenne d'onde de cisaillement, $V_s > 200$ m/s à partir de 10 m de profondeur.

Catégorie S4 : (site très meuble), caractérisé par une vitesse moyenne d'onde de cisaillement, $V_s < 200$ m/s dans les 20 premiers mètres.

Coefficient d'accélération (A) est donné ci-après :

Tableau 4 : Coefficient d'accélération.

ZONE			
Groupe	I	II	III
1A	0.12	0.25	0.35
1B	0.10	0.20	0.30
2	0.08	0.15	0.25
3	0.05	0.10	0.15

2) Caractéristiques du milieu humain :**A. Cadre administratif :**

La zone d'étude du projet de contournement de la ville de Hadjout, est située dans le territoire des deux communes : Hadjout et Meurad, qui font partie de la circonscription de Hadjout, dans la wilaya de Tipaza.

La zone d'étude locale est délimitée :

- Au Nord, par la commune de Tipaza ;
- Au Sud, par la commune de Meurad ;
- A l'Est, par la commune de Bourkika ;
- A l'Ouest par la commune de Sidi Amar.

B. Population et perspective démographique :

La zone d'étude couvre partiellement le territoire des deux communes : Hadjout et Meurad. Selon le recensement de l'année 2008, la population des deux commune est de 48 561 habitants et de 19 916 Habitants pour Hadjout et Meurad respectivement, soit un total de 68 477 habitants pour les deux communes. La superficie totale des deux communes est de 181,31km², soit une densité de 378 habitant / km². La population étant très jeune avec près de 50% de la population âgée de moins de 25 ans, et environ un taux de 50,2% de la population est de sexe masculin.

Les tableaux ci-dessous récapitulent la composition et l'évolution de la population de la zone d'étude.

Tableau 5 : Evolution de la population résidente totale de la zone d'étude

Commune	1998	2008	2009
Hadjout	44 065	48 561	49 047
Meurad	18 104	19 916	20 115
Zone d'étude	62 169	68 477	69 162

RGPH 1998 / RGPH 2008

A la lecture des statistiques de population des deux derniers recensements dans la zone d'étude, il est constaté que cette dernière a augmentée de 10% entre 1998 et 2008, d'où une évolution moyenne annuelle d'environ 1%.

Sur le plan démographique, la zone d'étude est caractérisée par une croissance démographique très faible (1%/an).

C. Emploi :

L'examen du niveau d'emploi, et son importance, dans ce type d'approche, n'a pu être mené, compte tenu de la non disponibilité tant au niveau central qu'au niveau local des informations qui lui sont relatives.

Selon le RGPH 2008 la population active dans la commune de Hadjout est de 16935 personnes soit un taux d'activité de 47,60%, et celle de la commune de Meurad est de 6586 personnes soit un taux d'activité de 44,70%.

D. Habitat :

Le parc de logement de la wilaya de Tipaza est estimé en fin 2009 à 98 100 logements, soit un taux d'occupation de 6,1 personnes par logement.

D'après le RGPH 2008, le parc de logements en fin 2008 est composé de 8856 logements pour la commune de Hadjout avec un taux d'occupation de 5,24 personnes par logement, et de 3157 logements dans la commune de Meurad avec un taux de 6,16 personnes par logement. Tandis qu'en fin 2009 le nombre de logement a augmenté dans la zone d'étude, après la réalisation de 496 nouveaux logements dans la commune de Hadjout ainsi que de 110 nouveaux logements dans la commune de Meurad.

Cette amélioration est due à la mise en place d'un programme de développement résidentiel.

E. Infrastructures de base :**1. Réseau routier :**

La wilaya de Tipaza dispose d'un réseau routier constitué de 1292,387 Km dont : 19,1% de routes nationales, 20,5% de chemins de wilaya et 60,4% de chemins communaux.

La zone d'étude par contre est composée du réseau routier suivant :

Tableau 7 : Réseau routier de la zone d'étude

Commune	Route nationale (Km)	Chemin de wilaya (Km)	Chemin communal (Km)
Hadjout	19,5	0	23,29
Meurad	12,18	5,65	76,78
Zone d'étude	31,78	5,65	100,07

(RGPH 2008)

Les principales routes qui traversent la zone d'étude sont citées au tableau suivant :

Tableau 8 : Routes Nationales traversant la zone d'étude

Route	Itinéraire
RN 42	Tipaza- Hadjout- Ahmeur El Ain-EL Affroun
RN 42A	Hadjout -Meurad
RN 67	Alger- Sidi Rached- Hadjout- Cherchell

2. Réseau d'énergie :

Réseau d'électricité :

La zone d'étude est traversée par de nombreuses lignes électriques de moyenne tension, la sortie sur terrain et les supports cartographiques on permet de recenser dix lignes électriques dans la zone d'étude. Le taux d'électrification atteint 98,55% (RGPH 2008).

Ces équipements de desserte d'énergie sont denses dans la zone d'étude et leurs déplacements peuvent s'avérer onéreux. Les lignes qui traversent la zone d'étude ont été présentées sur la carte des contraintes.

Réseau gaz :

D'après le recueil de données cartographique et la reconnaissance sur terrain, la zone d'étude est traversée par deux conduites de gaz de haute pression la première traverse la commune de Hadjout par le nord-ouest jusqu'à la station de pompage derrière le cimetière chrétien et continue après en traversant la RN 42A jusqu'à la briqueterie, tandis que la deuxième conduite démarre de la station pour continué ensuite vers Blida. Le taux de raccordement au gaz naturel dans la zone d'étude atteint 40%.

Fibre optique :

Dans la zone d'étude la fibre optique existante est implantée sur les accotements des routes nationales à savoir : la RN 42, la RN 42A et la RN 67.

Réseau d'approvisionnement en eau potable :

La capacité d'approvisionnement et de stockage en eau potable pour la commune de Hadjout est d'environ 7870 m³, avec une dotation journalière de 142 l/j/h ce qui donne un taux de satisfaction de 74%. Tandis que pour la commune de Meurad la capacité de stockage est de 3150 m³, avec une dotation journalière de 100l/j/h ce qui donne un taux de satisfaction de 66 %.

La distribution d'eau se fait à partir de divers réservoirs et châteaux d'eau répartis à travers la zone d'étude, alimentés généralement par les forages.

Réseau d'assainissement en eau usée :

Les deux communes de Hadjout et Meurad sont liées à un réseau d'égout, les autres agglomérations secondaires et les zones éparses sont équipées de fosses septiques. Le taux de branchement au réseau d'assainissement est de 95 % pour la commune de Hadjout et 96% pour la commune de Meurad. Dans la zone d'étude il y a deux stations d'épuration une à Hadjout et l'autre à Meurad.

F. Activité productrice :**Agriculture :**

L'agriculture dans la wilaya de Tipaza représente la clé de diversification de l'économie avec un climat riche et un potentiel en sol de 72 500 ha dont 64 311 ha de surface agricole utile (SAU). La zone d'étude du projet de l'évitement de Hadjout s'inscrit dans la plaine de la Mitidja qui constitue le futur berceau d'une agriculture intensive avec la mise en eau du périmètre irrigué qui couvre une superficie de 14 000 ha de la wilaya.

Les principales cultures de cette région sont : les agrumes, l'arboriculture fruitière, la pomme de terre, la viticulture, les fourrages et les céréales.

Les terrains agricoles traversés dans la zone d'étude sont en majorité des EAC.

Commerce :

L'activité commerciale de la wilaya de Tipaza est axée essentiellement sur la commercialisation des productions agricoles, des activités de commerce de détail de biens de consommation (50.56 %), et des services (31.27 %), des produits de la pêche, et à moindre mesure des produits industriels (11.27 %).

CHAPITRE (II)



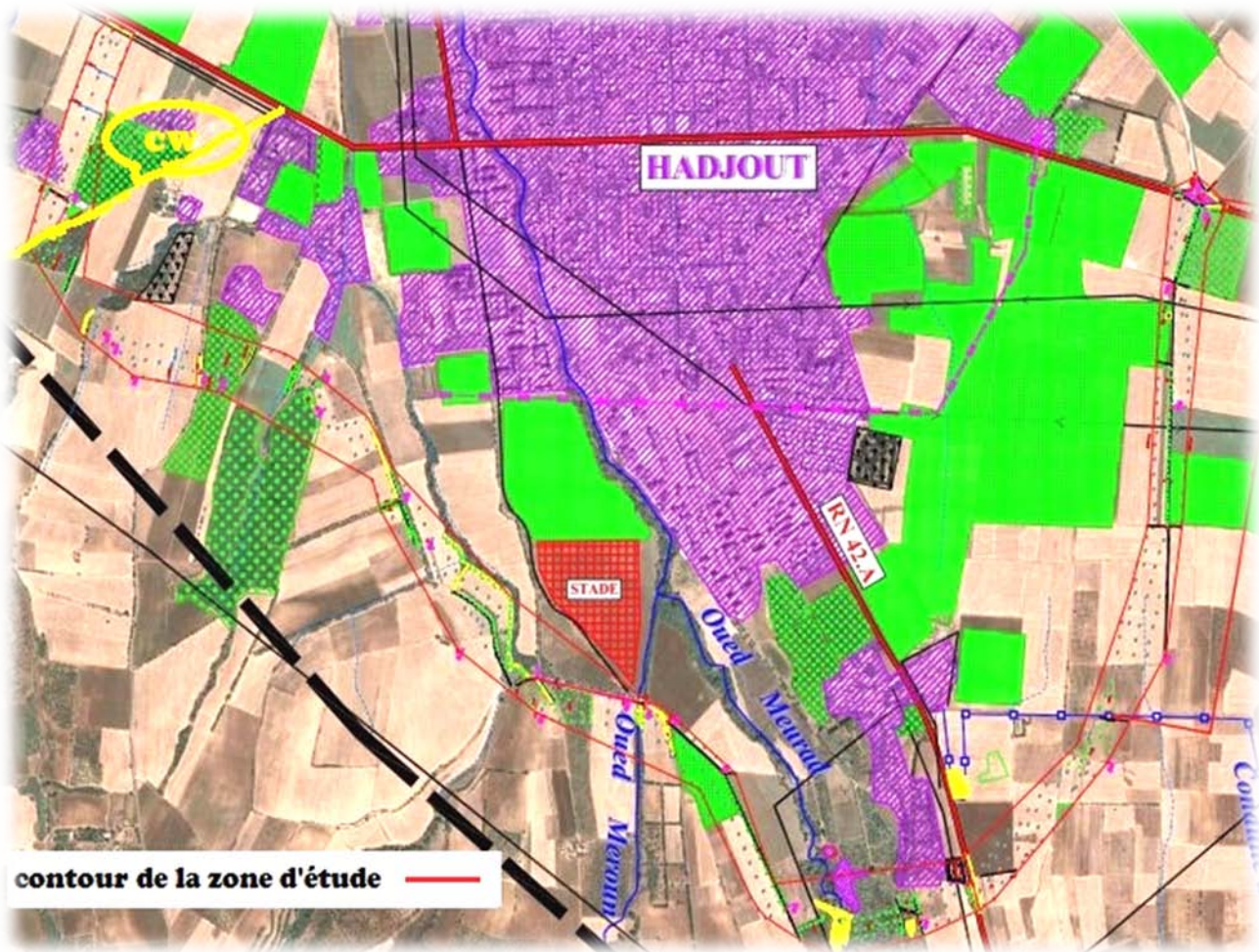
APS

I. Introduction :

Dans cette phase(APS) on va étudier deux variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.

II. La zone d'étude :

La zone sud de la ville Hadjout par laquelle notre tracé passe est un terrain vallonné, un espace agricole planté d'oliviers. Il franchit deux oueds (oued Meurad, oued Meroun) , Peu peuplée. Il franchit deux routes (CW, RN42-A)



2.1. Types des contraintes :

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

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



MT à
Surélever

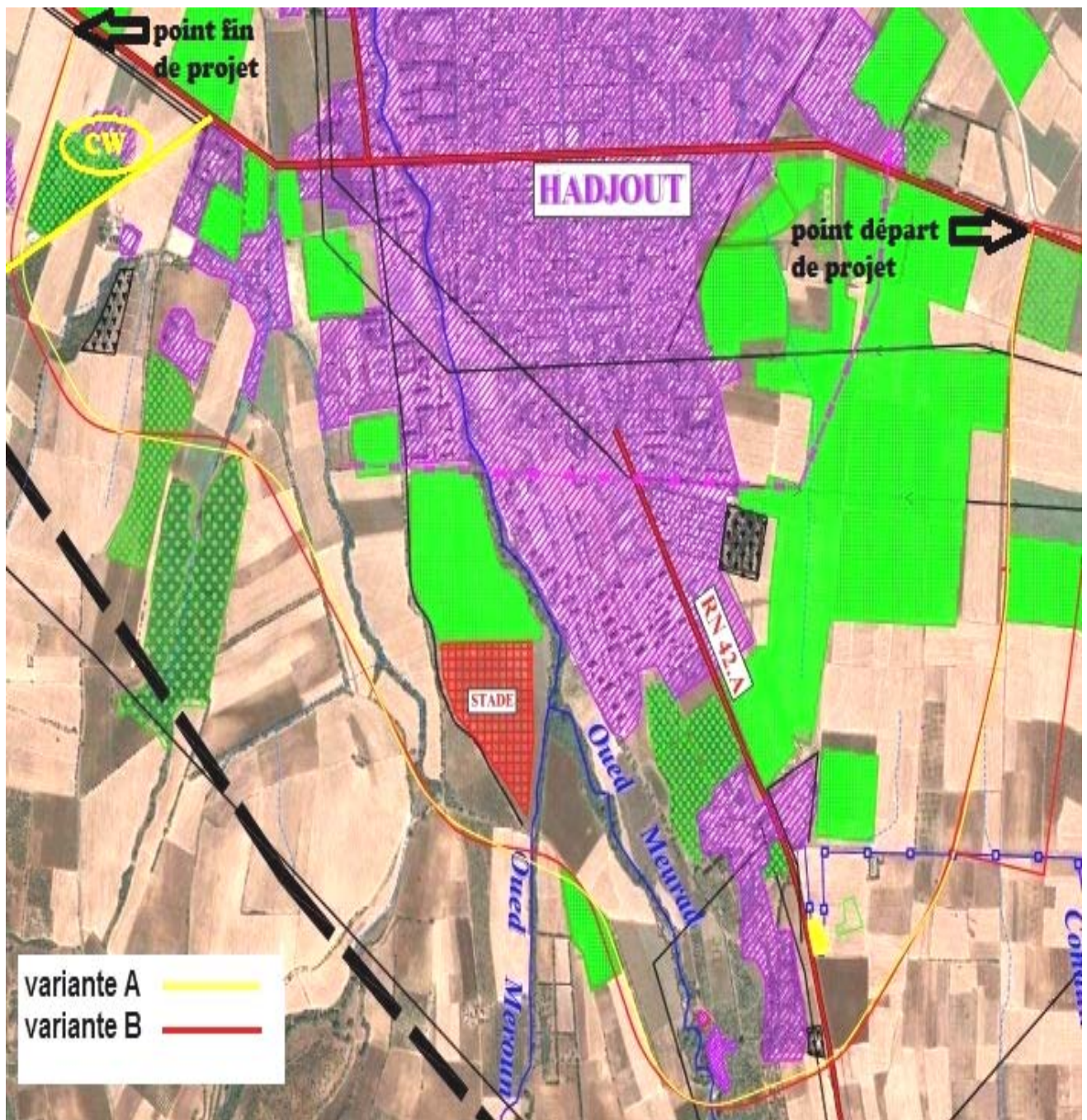


réseaux, CW, RN, , etc

III. Choix de couloir :

3.1. Présentation des variantes :

Dans cette phase, on va étudier deux variantes qui passent au sud de Hadjout afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet.



→ La variante « A » :

Ce tracé est le plus court et le plus proche de la ville de Hadjout, il traverse un terrain vallonné et évite certaines habitations, de plus il se trouve une large surface non exploitée au départ du tracé qui permettra l'implantation de la station de péage.

Elle franchit :

- la route nationale 42-A (route reliant Hadjout à Meurad).
- Conduite d'eau
- le chemin de Wilaya.
- deux oueds de Meurad et Meroun.
- la culture des olives.

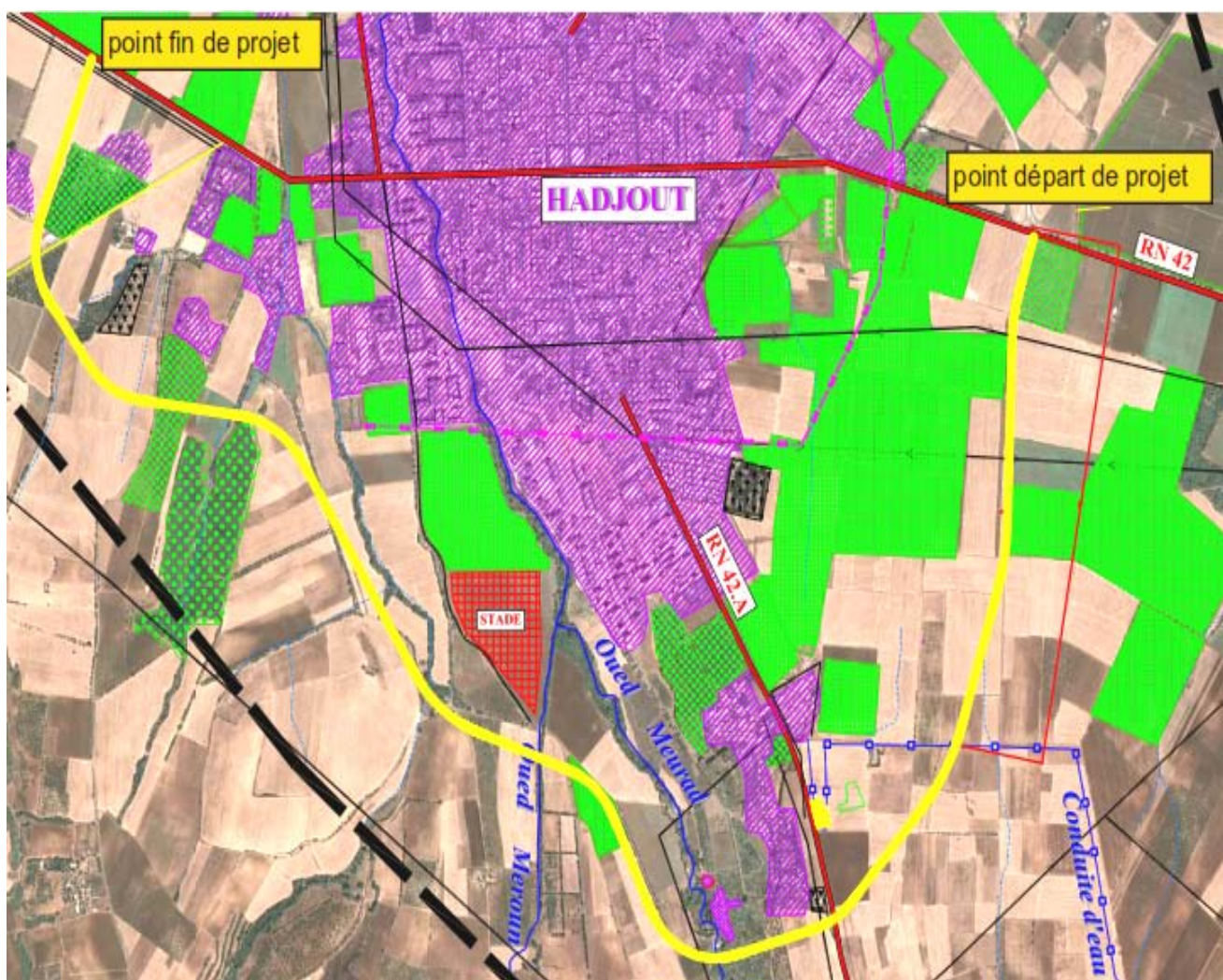


Figure : la Variante « A »

→ La variante « B » :

Cette variante passe aussi au sud de la ville de Hadjout, elle franchit les mêmes obstacles que la variante A (RN42-A, CW, oued Meurad, oued Meroun).

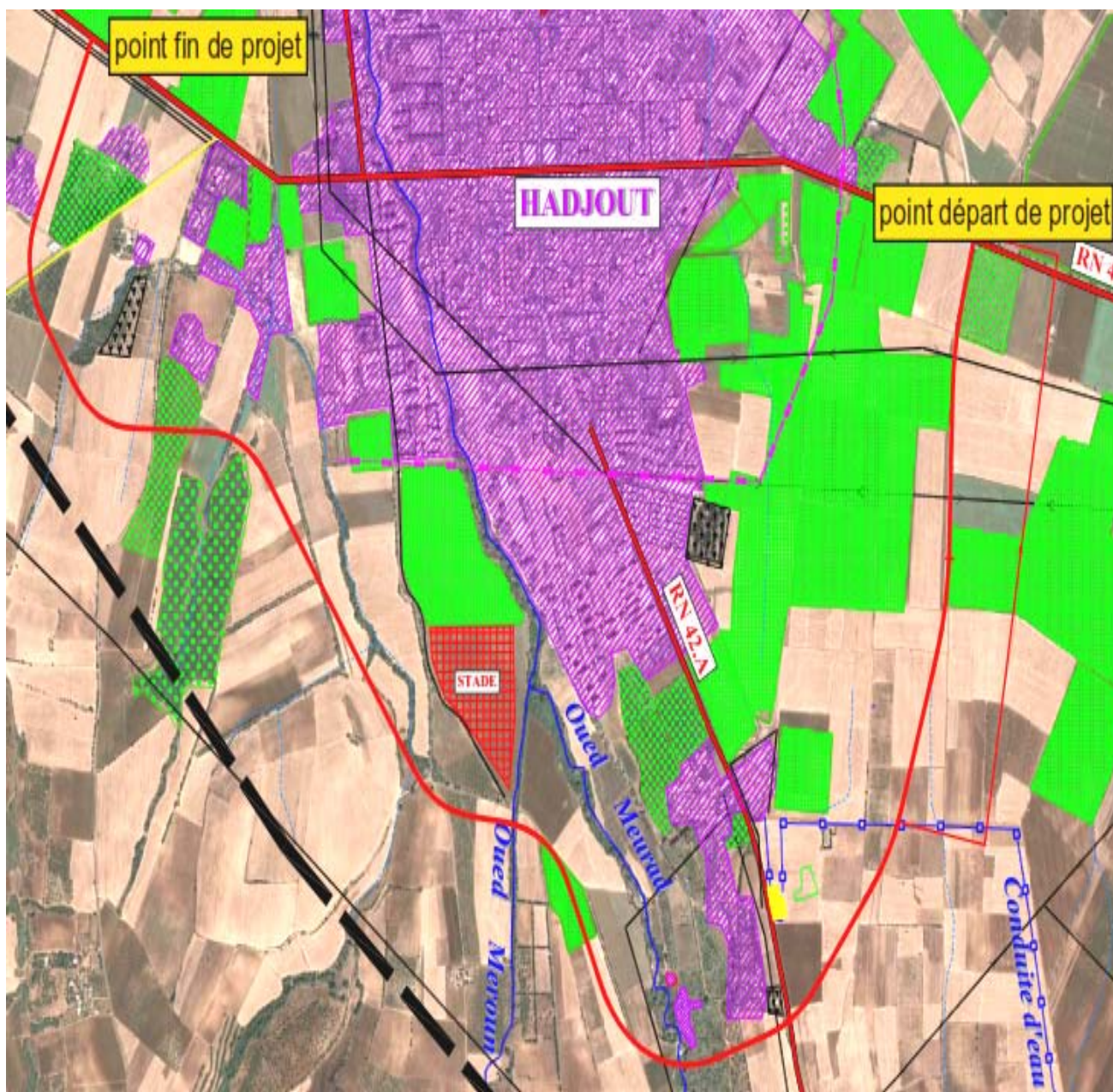


Figure : la Variante « B »

3.2. Choix de la variante :

L'intérêt du tableau multicritères sera de montrer la place relative obtenue par chaque variante suivant chaque critère, et de pouvoir déterminer la variante la plus optimale au vue des critères et de la pondération adoptée.

Le tableau suivant reprend les quantités estimées des variantes proposées

Critères		Var 1	Var 2
Linéaire (km)		6.613	6.672
Volume terrassement (m3)	Déblais	323033	331316
	Remblais	141672	106102
Conduite d'eau (u)		1	1
Franchissement d'oued (u)		2	2

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitations.
- Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.

Variante A :

Dans trace en plan : $R_{\min}=250m$ $R_{\max}=600 m$
 $L_{\min}=134.5m$ $L_{\max}=642.5m$
 Profil en long : $R_{\text{saillant}}=2500 \text{ à } 3000m$
 $R_{\text{rentrant}}=2500 \text{ à } 8000$

Variante B :

Dans trace en plan : $R_{\min}=250m$ $R_{\max}=900 m$
 $L_{\min}=113m$ $L_{\max}=858m$
 Profil en long : $R_{\text{saillant}}=2500 \text{ à } 10000m$
 $R_{\text{rentrant}}=2500 \text{ à } 30000m$

IV. Conclusion :

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

Avec comparaisons deux variante par multicritères et géométriquement on observe La variante B est plus confort et plus économique par rapport la variante A, donc la variante B c'est la meilleur variante, c'est la variante retenue

➔ Les points singuliers :

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

Contraintes et réseaux		PK
RN 42-A		2+206
CW		6+027
Oued Meurad		2+640
Oued Meroun		3+580
Lignes éclectiques	M.T	0+300 0+680 2+700
	B.T	6+027
Ecoulements		1+180 4+020 4+320 5+075 5+450 5+880
Poteaux		0+275 6+027 6+228 2+154
Conduite d'eau		0+970
Bassin d'eau		0+360

CHAPITRE (III)



ETUDE DE TRAFIC

I. Étude de trafic d'un projet routier :

Les problématiques liées au transport touchaient en particulier au domaine de l'économie mais il est difficile de se limiter à la seule rentabilité financière. Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale, au travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés.

Les déplacements représentent une dimension de l'organisation sociale et du rapport entre l'homme et ses espaces de vie.

Il est donc nécessaire d'entreprendre une démarche systématique visant à la connaissance des trafics.

Celle-ci commence par un recensement de l'état existant permettant :

- ✓ De hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure.
- ✓ De mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement des flux (avec leurs conséquences sur les activités humaines).

L'étude de trafic est une donnée nécessaire aux réflexions sur le développement des infrastructures de transport. Elle impactera directement les caractéristiques des voies à créer ainsi que les caractéristiques des chaussées.

Dans ce registre on peut citer des choix possibles :

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération ;
- Choix du tracé par rapport aux zones bâties ;
- Position des échangeurs ;
- Géométrie des carrefours ;
- Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

II. Vocabulaire à connaître :

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés :

- **Trafic de transit :**

Origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation) .

- **Trafic d'échange :**

Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange) .

- **Trafic local :**

Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

III. L'étude de trafic :

Il est donc nécessaire de quantifier ces déplacements existants et à venir. La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

Dans le cas particulier de la route, l'étude de circulation s'appuiera essentiellement sur une étude de trafic. Cette étude permettra de définir le type d'aménagement à réaliser (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des trafics :

- ✓ de transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération ;
- ✓ la nature des flux, pour déterminer les points d'échange ;
- ✓ le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements ;
- ✓ les mouvements directionnels permettent de définir les caractéristiques des échanges ;
- ✓ le niveau de trafic poids lourds détermine directement le dimensionnement de la structure de chaussée.

Une étude de trafic se mène en général en quatre étapes :

- ✓ la définition du réseau ;
- ✓ l'analyse des trafics existants ;
- ✓ la détermination des conditions de circulation ;
- ✓ l'évaluation de l'évolution des trafics ;

IV. Mode de réalisation d'une étude de trafic routier :

A. La définition du réseau :

Le réseau à étudier est constitué de l'ensemble des tronçons de route existants ou projetés pour lesquels l'une ou l'autre des solutions envisagées dans le cadre du projet est susceptible d'exercer une influence en termes de trafic.

On procède à l'inventaire des flux de trafic concernés, directement ou indirectement, et tout itinéraire susceptible d'être emprunté par l'un d'eux, fera partie du réseau.

B. Le découpage :

On procède au découpage géographique en zones. Ces zones correspondent à des flux de déplacement. Une zone géographique correspond à un ensemble générateur ou récepteur de trafic homogène.

Les zones, issues du découpage, sont choisies de telle sorte que les usagers se rendant d'une zone à une autre, ont et auront le choix entre les mêmes itinéraires. Plus on s'éloigne du projet, plus les zones seront étendues. Pour les zones extérieures à l'aire d'étude, on pourra, en général, les regrouper par entrées et sorties. Le découpage tiendra compte des spécificités des générateurs ponctuels de trafic (écoles, zones industrielles, centres commerciaux ...).

Les zones sont donc identifiées pour leur rôle principal (habitat, activités économiques, commerciales, centre-ville, ...).

C. Les caractéristiques du réseau :

Tous les éléments composants le réseau et la zone d'étude sont relevés: – les caractéristiques des voies concernées – la visibilité sur chaque tronçon – les caractéristiques du profil en long le cas échéant – les limitations de vitesse – les carrefours avec leur régime de priorité – les points durs générateurs de ralentissement.

D. La mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- comptages manuels
- comptages automatiques

Ces deux types permettent de mesurer le trafic sur un tronçon, en ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer véhicules légers et poids lourds.

- les enquêtes de type cordon. Elle permet de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.
- les enquêtes qualitatives. Elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau, les raisons de son déplacement
- les relevés de plaques minéralogiques.

E. L'analyse des trafics existants :

Une fois les trafics connus, on étudiera pour chaque tronçon les conséquences de l'augmentation de trafic sur les débits et sur les durées de parcours.

Sont évaluées ensuite les conséquences de solution d'aménagement, qu'il s'agisse de nouvelles infrastructures ou de développement de zones urbaines ou d'activités.

La difficulté réside dans la projection des trafics à l'échelle de 5, 10, 15 ans ou plus. En effet, l'augmentation prévue est basée sur le modèle de développement actuel: prédominance des transports individuels pour les agglomérations de taille moyenne en milieu rural, prédominance du transport des marchandises par poids lourds.

Il est donc important d'apprécier au stade de l'analyse des trafics existants, les facteurs d'influence et la marge de développement possible à l'intérieur de la zone étudiée. Il est aussi important de prendre en compte des facteurs externes pouvant affecter cette évolution (construction d'une autoroute, d'une ligne de chemin de fer à grande vitesse ...).

F. La détermination des conditions de circulation :

D'autres facteurs que les trafics sont à prendre en compte lors de l'étude de circulation, en particulier ce qui caractérise les conditions de circulation.

En effet la répartition des trafics sur différents itinéraires dépend des conditions de circulation. Cet aspect se traduit pour l'utilisateur en termes de confort (fluidité de circulation, sécurité ...) et en termes économiques (temps de parcours, consommation ...). Il se traduit aussi pour la collectivité en termes économiques (coût des accidents, consommation, pollution, temps perdu ...).

L'utilisateur prend en compte, consciemment ou inconsciemment trois éléments:

La durée du trajet, la liberté de circulation, la sécurité.

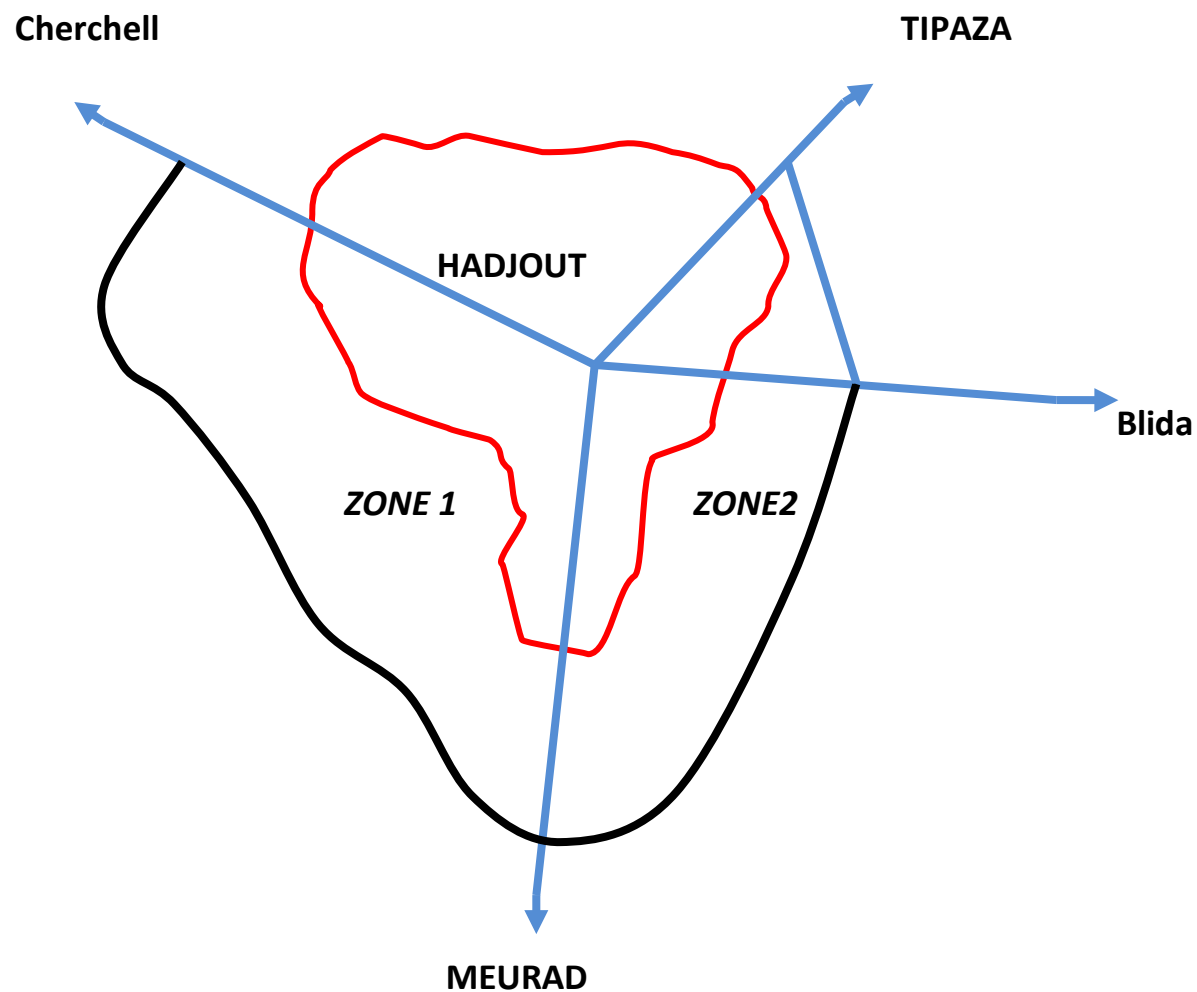
La durée du trajet est un élément essentiel pour l'utilisateur, ainsi elle doit être mesurée pour chaque circuit possible. La régularité de ces durées doit aussi être mesurée (elle a aussi une incidence sur le comportement de l'utilisateur).

La liberté de circulation s'apprécie par l'évaluation du temps passé en peloton (véhicules passés en file l'un derrière l'autre). On distingue alors plusieurs seuils:

- le seuil de gêne notable (50 % du temps passé en peloton)
- le seuil de circulation dense (65% du temps passé en peloton)
- le seuil de risque de congestion (80 % du temps passé en peloton) des risques de congestion apparaissent

V. Application au projet :**1. Répartition de trafic :**

Enquête statistique de trafics effectuée en 2005 sur Les zones suivantes



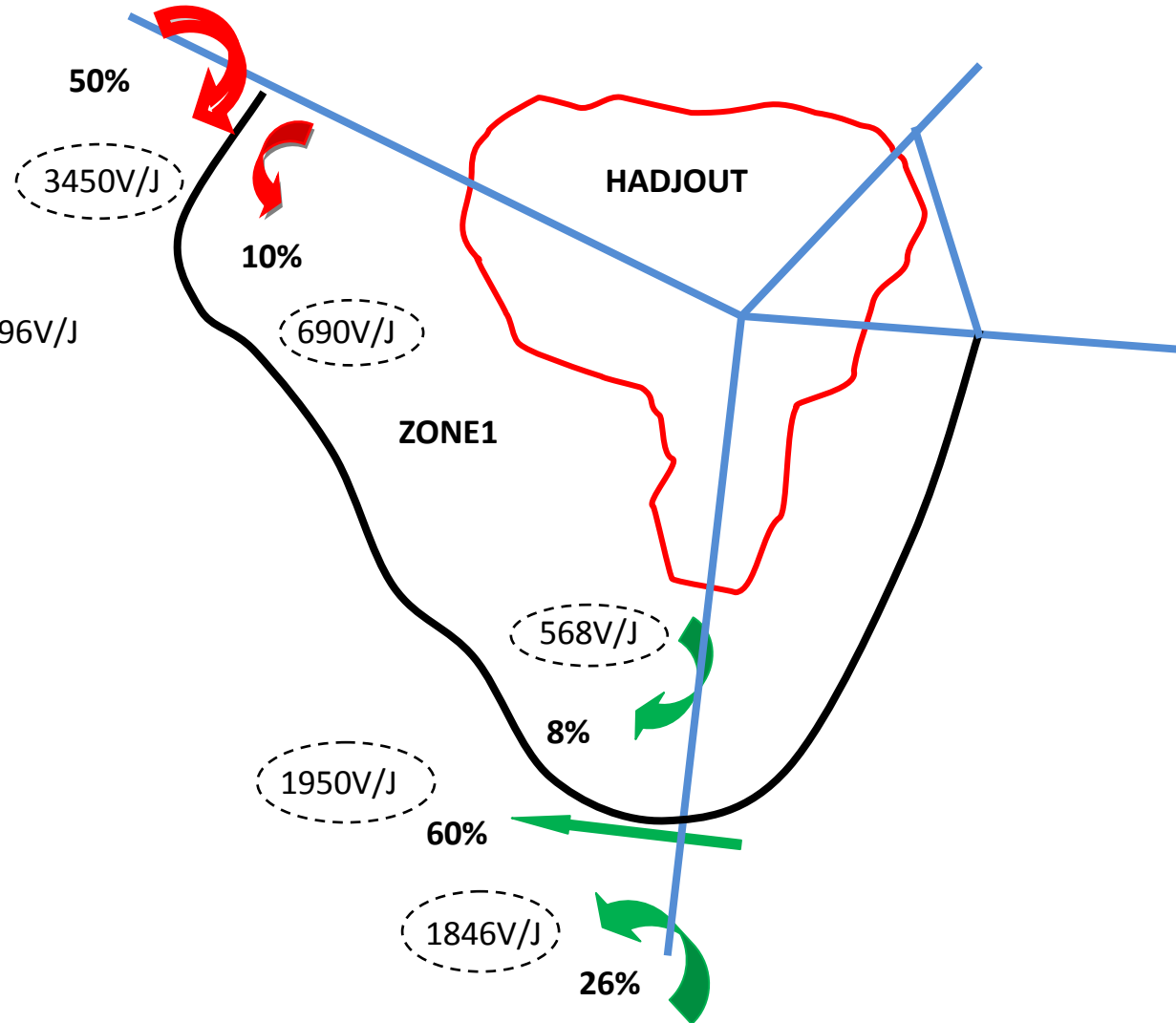
Zone I :

SENS 1

- ◆ Trafic transit $_{sens1}=3450V/J$
- ◆ Trafic d'échange $_{sens1}=690 V/J$
- ◆ Trafic $_{sens1}=4140V/J$

SENS 2

- ◆ Trafic transit $_{sens2}=1846+1950=3796V/J$
- ◆ Trafic d'échange $_{sens2}=568 V/J$
- ◆ Trafic $_{sens2}=4364 V/J$
- ◆ Trafic total $=8504 V/J$



Zone II :

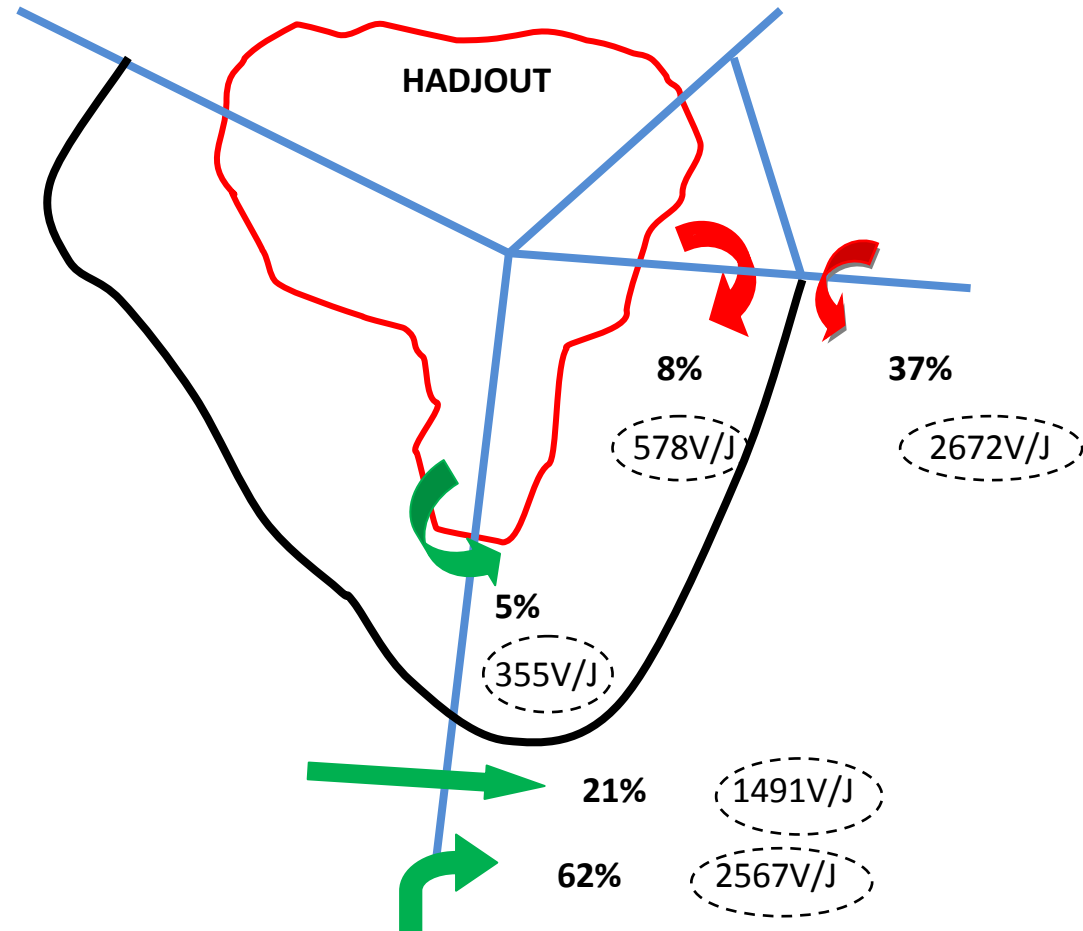
SENS 1 :

- ◆ Trafic transit $_{sens1} = 2672 \text{ V/J}$
- ◆ Trafic d'échange $_{sens1} = 578 \text{ V/J}$
- ◆ Trafic $_{sens1} = 3250 \text{ V/J}$

SENS 2 :

- ◆ Trafic transit $_{sens2} = 1491 + 2567 = 4058 \text{ V/J}$
- ◆ Trafic d'échange $_{sens2} = 355 \text{ V/J}$
- ◆ Trafic $_{sens2} = 4413 \text{ V/J}$

Trafic total = 7663 V/J



2. Conclusion :

- D'après les données du trafic on choisit le trafic de la zone I pour des raisons de:
 - ✓ Sécurité.
 - ✓ Une conception (un tracé uniforme).
 - ✓ Un trafic symétrique (deux zones de même importance) au future par ce que la ville de M'SILA est développer vers l'évitement.

3. Vitesse de base et catégorie :

Catégorie C2 par ce que notre projet est liaisons entre les centres économiques et plusieurs carrières, donc on choisi la grande catégorie.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1.5\% < \frac{h}{L} \leq 4\% \text{ terrain vallonné} \\ V_B = \frac{80km}{h} \quad R \geq 250m \rightarrow 0.1 \leq \sigma \leq 0.3 \text{ sinuosité faible} \end{array} \right.$$

Environnement E_2

“Voir **B40** chapitre I page 2”.

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la **S.A.E.T.I** nous avons :

- ◆ $TJMA_{2005} = 8504 \text{ V/J}$
- ◆ Année de mise en service : 2014.
- ◆ Le pourcentage des poids lourds : $Z = 15\%$.
- ◆ Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau = 4\%$.
- ◆ La durée de vie: 20ans (durée moyenne).

4. Détermination de nombre des voies :

4.1. Calcul du trafic :

❖ Trafic de l'année mise en service :

$$\begin{aligned} TJMA(2014) &= (1 + \tau)^N \times TJMA(2005) \\ &= (1 + 0.04)^9 \times 8504 \text{ véh/j} \\ &= \mathbf{12104 \text{ V /J}} \end{aligned}$$

❖ Trafic à l'année horizon (2034):

$$\begin{aligned} TJMA(2034) &= (1 + \tau)^{20} \times TJMA(2014) \\ &= (1 + 0.04)^{20} \times 12104 \text{ véh/j} \\ &= \mathbf{26521 \text{ véh/j.}} \end{aligned}$$

❖ Trafic effectif à l'année horizon:

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
Routes à bonnes caractéristiques	2-3	4-6	8-12
Routes étroites ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

{ ^{E₂}
Route à bonne caractéristique } — — — — —> P=4

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ] \times TJMA_{2034}$$

$$= [(1-0.15) + 4 \times 0.15] \times 26521 = 38455 \text{ uvp/j}$$

❖ Débit de pointe horaire :

$$Q = 1/n \times T_{\text{eff}} \quad \text{avec } (1/n) = 0.12$$

❖ Année horizon :

$$Q = (0.12) \times T_{\text{eff}2034}$$

$$= 0.12 \times 38455$$

$$= 4615 \text{ uvp/h}$$

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que la route peut supporter, c'est le débit admissible.

❖ **Nombre de voies :**

k_1 : coefficient dépendant de l'environnement, prend la valeur

E_1 -----> $K_1=0.85$

k_2 : coefficient réducteur de capacité traduisant la différence entre caractéristiques réelles et idéales de circulation (voir tableau).

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E_1 : facile	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2 : moyen	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3 : difficile	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98

❖ $\begin{cases} E_2 \\ C_2 \end{cases}$ -- --> $K_2=0.99$

❖ **On choisi une chaussée unidirectionnelle :**

❖ Capacité maximale d'une voie prise égale 1500 uvp/ h à 1800 uvp/h.

❖ $Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th} = 1800 \times 0.85 \times 0.99 = 1515$ UVP/h/sens.

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

Avec: $S=2/3$

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{4615}{1515} = 2.03$$

Le nombre de voie à retenir par sens est donc de 2 soit un profil en travers de 2X2 voies, la largeur de terre plein central est à définir suivant le cas, prise en général à 2 m.

- Largeur de chaque voie **3.5 m.**
- Largeur d'accotement égal **1.8m.**
- Largeur TPC égal **2m.**

CHAPITRE (IV)



**Trace en plan
Et
Le profil en long**

I. Le tracé en plan :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

II. Règles à respecter dans le trace en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

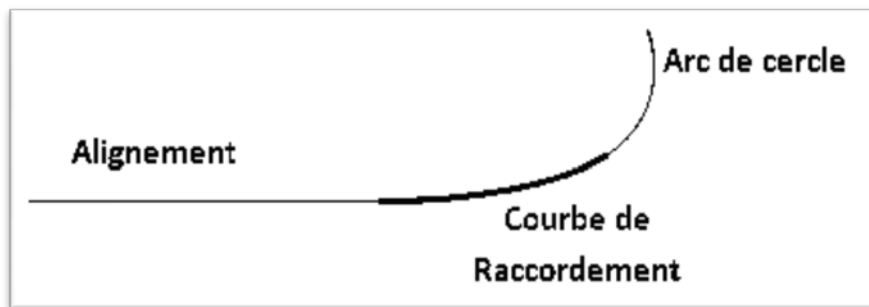
- ✓ Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à R_{Hnd} (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- ✓ L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- ✓ Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- ✓ Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- ✓ Eviter au maximum les propriétés privées.
- ✓ Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- ✓ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- ✓ Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

III. GEOMETRIE EN PLAN :

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

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

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



A. Les alignements :

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

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

La longueur maximale $L_{\max}$ est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$L_{\min} = 5 V_B / 3,6$$

$$L_{\max} = 60 V_B / 3,6$$

Avec V en (km/h).

B. Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules.

Rayon horizontal minimal absolu :

$$RHm = \frac{V_r^2}{127(f_t + d_{\max})}$$

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

Rayon minimal normal :

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

Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\max}}$$

Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

Pour les catégories 1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(f' - d_{\min})}$$

Pour les catégories 3-4-5

Avec : $f' = 0.07$ cat 3

$f' = 0.075$ cat 4-5

Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

❖ Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon $\geq$ à RHN.

❖ Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.

- **Si RHm < R < RHN :**

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

- **Si RHN < R < RHd :**

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

❖ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal d_{min} .

❖ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

❖ Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

Remarque :

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

Surlargeur :

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

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

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

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

R : rayon de l'axe de la route.

C. Les raccords progressifs « CLOTHOÏDE » :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R=\infty$ jusqu'à $R=\text{constant}$), pour assurer :

- ❖ La stabilité transversale de véhicule.
- ❖ Le confort des passagers.
- ❖ La transition de la chaussée
- ❖ Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Pour assurée ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

Expression de la clothoïde :

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L (ou longueur de la clothoïde).

On pose : $\frac{1}{c} = A^2 \Rightarrow A^2 = L \cdot R$

$$K = C.L \quad ; \quad K = \frac{1}{R} \quad L.R = \frac{1}{C}$$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

i. Les éléments de la clothoïde :

ΔR : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)

α : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

L : longueur de la branche de la clothoïde

X_m : Abscisse du centre du cercle

K_E : Extrémité de la clothoïde

A : Paramètre de la clothoïde

K_A : Origine de la clothoïde

τ : Angle des tangentes

SL : Corde ($K_A - K_E$)

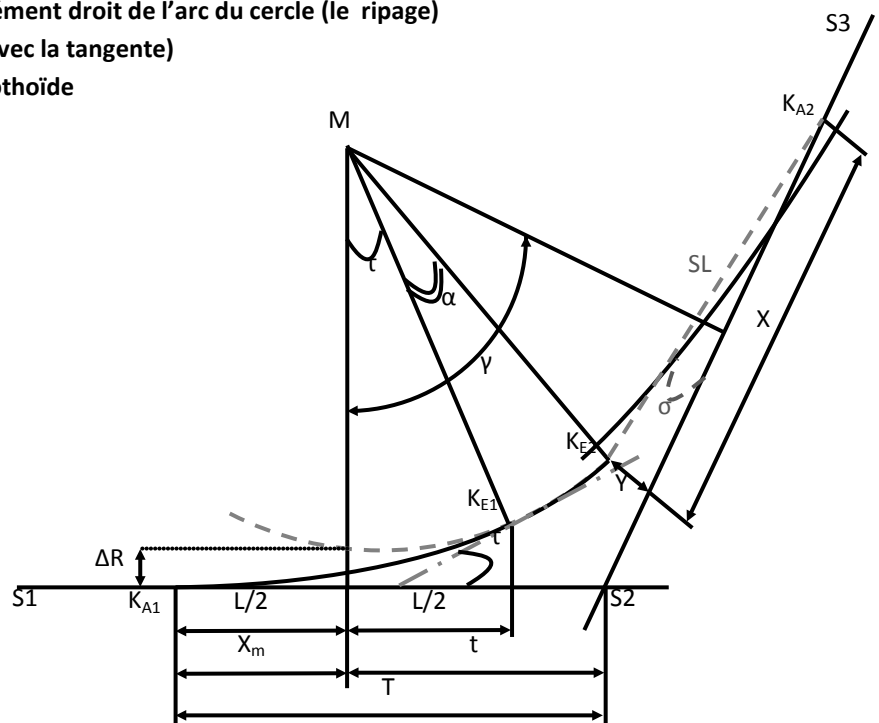
M : Centre de cercle

X : Abscisse de K_F

Y : Origine de K_E

t : tangente courte

T : tangente longue



Les conditions de raccordement :

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

❖ **Condition optique :**

C'est une condition qui permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

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

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit } \tau \geq 1/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

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

Pour $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$

Pour $1500 < R \leq 5000\text{m}$, $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$

Pour $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7,75 (R)^{1/2}$

❖ **Condition de confort dynamique :**

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est : $(\frac{V^2}{R} - g.\Delta d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2V_B$

Avec une gravitation $g = 9.8\text{m/s}$ on opte :

$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left(\frac{V_B^2}{127.R} - \Delta d \right)$$

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

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

❖ **Condition de gauchissement :**

La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte.

Nous avons :

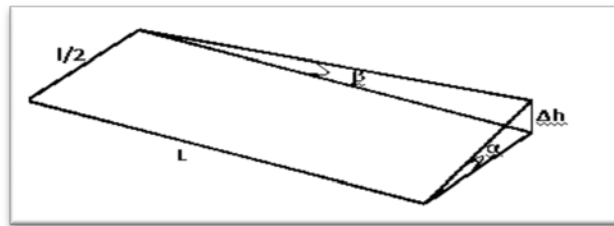
$$\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$$

$$L \geq f.\Delta d.V_B$$

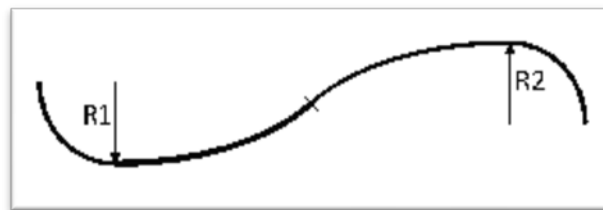
l : largeur de chaussée

Combinaison des éléments de trace en plan :

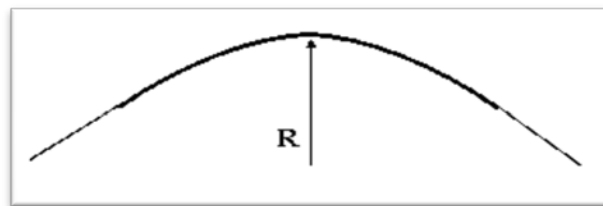
La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

**a) Courbe en S :**

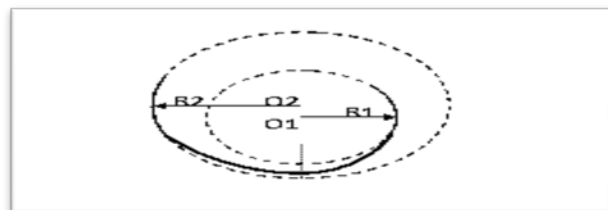
Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.

**b) Courbe à sommet :**

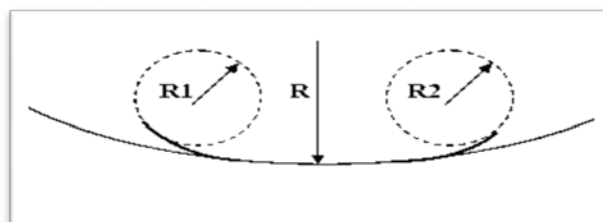
Une courbe constituée de deux arcs clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

**c) Courbe en Ovale:**

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

**d) Courbe en C :**

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



IV. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_B) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers. 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 route.
- ❖ 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 de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales:

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

• **Paramètres fondamentaux :**

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C2, dans un environnement E2, avec une vitesse de base $V_B = 80 \text{ km/h}$.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes B40.

Tableau -1- paramètres du tracé en plan.

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	V_B	80	km/h
Longueur minimale	L_{min}	111	m
Longueur maximale	L_{max}	1333	m
Devers minimal	d_{min}	2.5	%
Devers maximal	d_{max}	7	%
Temps de perception réaction	t_1	1.8	S
Frottement longitudinal	f_L	0.39	
Frottement transversal	f_t	0.13	
Distance de freinage	d_0	56	m
Distance d'arrêt	d_1	109	m
RHm	RHm	250 (7 %)	m (%)
RHN	RHN	450 (5 %)	m (%)
RHd	RHd	1000 (2.5 %)	m (%)
RHnd	RHnd	1400 (-2.5 %)	m (%)

D'après tout ce qui précédé les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

LES RAYONS :

Rayons (m)	900	600	350	250
Dévers associé (%)	2,75	3,93	5,71	7

❖ **les alignements (max et min) :**

- $L_{max} = 858,024 \text{ m} < L_{max}(B40).$

- $L_{min} = 112,968 \text{ m} > L_{min}(B40).$

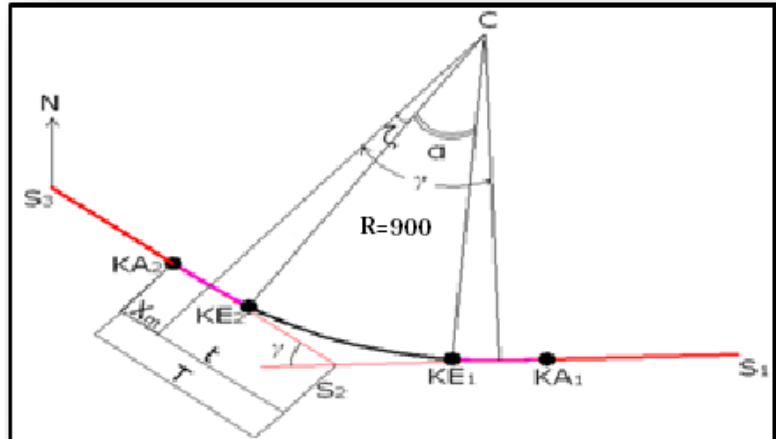
❖ Le pourcentage de la longueur des alignements est de 43% entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé.

Calcul d'axe :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- ❖ Calcul de gisements.
- ❖ Calcul de l'angle γ entre alignements.
- ❖ Calcul de la tangente T.
- ❖ Calcul de la corde SL.
- ❖ Calcul de l'angle polaire σ .
- ❖ Vérification de non chevauchement.
- ❖ Calcul de l'arc de cercle.
- ❖ Calcul des coordonnées des points singuliers.
- ❖ calcul de kilométrage des points particuliers.



Calcul manuel des raccordements :

- **Courbe avec Clothoïde :**

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

$V_B = 80 \text{ km/h}$	$x(m)$	$Y(m)$	$R_1(m)$
$S_1 (P_1)$	2003.4011	4990.8676	900
$S_2 (P_2)$	2305.4445	5013.6669	
$S_3 (P_3)$	2937.6290	5216.1850	

❖ **Détermination de L :**

- **Condition de (confort dynamique+ gauchissement) :**

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot \Delta d \cdot V_B$$

$$R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$$

$$\Delta d = d - (-2.5) \quad d = d_{\min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) \frac{d_{\min} - d_{RHN}}{\frac{1}{R_{Hd}} - \frac{1}{R_{HN}}} \Rightarrow \quad d = 2.75\%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot (2.75\% - (-2.5\%)) \cdot 80$$

$$L \geq 58.33m \dots \dots \dots (1)$$

- **Condition de confort optique :**

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Soit $A = R/3 = 900 / 3 = 300$

Donc $L = A^2/R = 300^2/900 = 100 \text{ m} \dots \dots \dots (2)$

$$L_{\max} = \max (1 \text{ et } 2) = 100$$

❖ **Calcul du paramètre A :**

On sait que : $A^2 = L \cdot R \quad A = \sqrt{L \cdot R} = \sqrt{100 \cdot 900} = 300$

Donc on prend : $A = 300$

La condition $R/3 \leq A_{\min} \leq R$ elle est vérifiée, $(300 \leq A_{\min} \leq 900)$

❖ **Calcul de ΔR :**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{100^2}{24 \times 900} \Rightarrow \Delta R = 0.46m$$

❖ **Calcul des Gisements :**

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

$$G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|2003.4011 - 2305.4445|}{|4990.8676 - 5013.6669|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 95.204 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|2305.4445 - 2937.6290|}{|5013.6669 - 5216.1850|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 80.264 \text{ gr}$$

❖ **Calcul de l'angle γ :**

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 14.94\text{gr}$$

❖ **Calcul de l'angle τ :**

$$\tau = \frac{L}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{100}{2.900} \times \frac{200}{\pi} = 3.537 \text{ gr}$$

❖ **Vérification de non chevauchement :**

$$\tau = 3.537 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 14.94/2 = 7.47\text{gr} \text{ D'où : } \tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement}$$

❖ **Calcul des distances :**

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(-302.04)^2 + (-22.799)^2} = 302.899\text{m}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(-631.96)^2 + (-202.518)^2} = 663.61\text{m}$$

❖ **Calcule de l'abscisse du centre du cercle :**

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = 50\text{m}$$

❖ **Abscisse de KE :**

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40.R^2} \right) = 99.99\text{m.}$$

❖ **Origine de KE :**

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 1.85\text{m}$$

❖ **Calcule de la tangente :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left(\frac{\gamma}{2} \right), \text{ On a: } L/R = 0.111$$

À partir des tables des clothoïdes ligne N°302, on tire les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R/R = 0.000515 \Rightarrow \Delta R = 0.45 \\ X_m/R = 0.055550 \Rightarrow X_m = 49.995 \\ X/R = 0.111077 \Rightarrow X = 99.9693 \\ Y/R = 0.002057 \Rightarrow Y = 1.8513 \end{array} \right.$$

$$\text{Donc : } T = 46.995 + (900+0.45) \cdot \operatorname{tg}(7.47) = 156.068\text{m.}$$

❖ **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(99.9693)^2 + (1.8513)^2} = \mathbf{99.986m.}$$

❖ **Calcul de σ :**

$$\sigma = \arctg\left(\frac{y}{x}\right) = \arctg\left(\frac{1.8513}{99.986}\right) = \mathbf{1.179 \text{ gr.}}$$

❖ **Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 14.94 - 10.398 = \mathbf{4.542gr.}$$

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{R.\pi.\alpha}{200} = \frac{900 \times \pi \times 4.542}{200} = \mathbf{65.837m.}$$

❖ **Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{s1 \ s2} - T)\sin(G_{S1}^{S2}) = 2149.721m. \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{s1 \ s2} - T)\cos(G_{S1}^{S2}) = 5001.914m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = 2454.740m. \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = 5062.385m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL\sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 2249.344m. \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL\cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 5011.641m. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL\sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 2454.949m. \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL\cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 5061.056m. \end{cases}$$

Remarque :

Les calculs d'axe sont faits à l'aide du logiciel **PISTE 5.05** et sont joints dans l'annexe.

V. Profil en long :

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

1. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte sauf dans des cas exceptionnels lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- ✓ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ✓ Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- ✓ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- ✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- ✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- ✓ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

2. Coordination du tracé en plan et profil en long :

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- ✓ Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- ✓ Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.

- ✓ Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

3. Déclivités :

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

Autrement dit la déclivité est 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.

A. Déclivité minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

B. Déclivité maximum :

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

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

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\text{max}} = 6\%$) dans le franchissement de la côtière.

4. Raccordements en profil en long :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

A. Raccordements convexes (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire à la condition :

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

i. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « $g/40$ (cat 1-2) et $g/30$ (cat 3-4-5) », le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/R_v < g/40 \text{ avec } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ et } v = V/3.6.$$

$$\text{D'ou : } R_v = 0,3 V^2 \quad (\text{cat 1-2})$$

ii. Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

d : distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : hauteur de l'œil au dessus de la chaussée = 1.10 m

h_g : hauteur de l'obstacle = 1.20 m

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})} \approx 0.27 d^2$$

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base $V_r=80\text{Km/h}$ et pour la catégorie 2 on à

Rayon	symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R_{vm}	2400
Min- normal	R_{vN}	6000

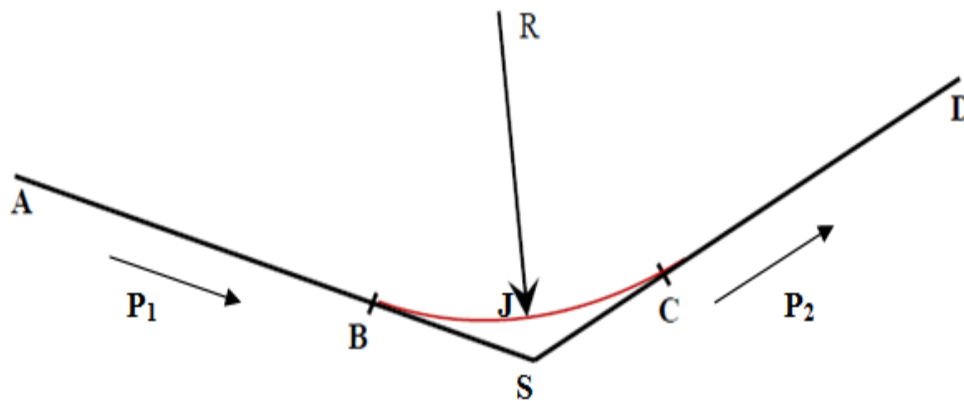
B. Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

Pour une vitesse $V_r = 80$ Km/h et catégorie 2 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R'_{vm}	2500
Min -normal	R'_{vn}	6000



→ Les points du profil en long :

$$A \begin{cases} X = 965.63 \\ Z = 124.88 \end{cases}$$

$$S \begin{cases} X = 1207.510 \\ Z = 119.4600 \end{cases}$$

$$D \begin{cases} X = 1513.61 \\ Z = 132.910 \end{cases}$$

Rayon $R = 40000$ m.

➤ **Calcul des pentes :**

$$P_1 = \frac{Z_S - Z_A}{X_S - X_A} \Rightarrow P_1 = -2.24\%$$

$$P_2 = \frac{Z_D - Z_S}{X_D - X_S} \Rightarrow P_2 = 4.39\%$$

➤ **Calcul des tangentes :**

$$T = \frac{R}{2} \times (|P_1| + |P_2|) \Rightarrow T = 116.11 \text{ m}$$

➤ **Calcul de la flèche B_X :**

$$B_X = \frac{T^2}{(2 \times R)} \Rightarrow B_X = 0.45 \text{ m}$$

➤ **Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T \Rightarrow X_B = 1091.402 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + T \times |P_1| \Rightarrow Z_B = 122.062 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} X_C = X_S + T = 1323.618 \text{ m} \\ Z_C = Z_S - T \times |P_2| = 124.562 \text{ m} \end{cases}$$

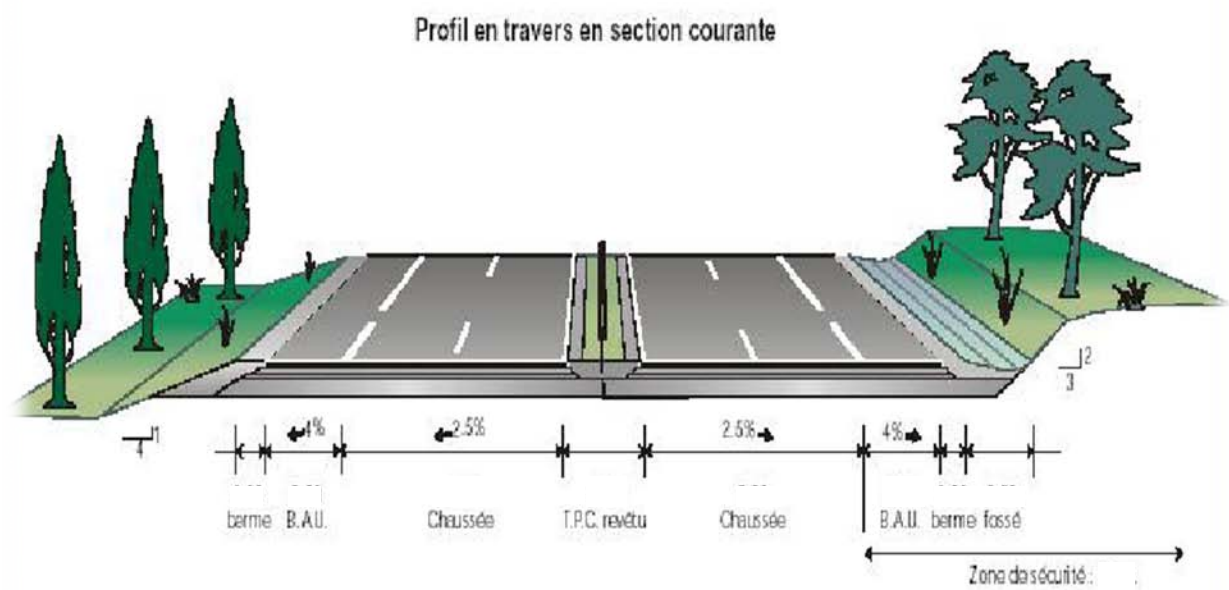
➤ **Calcul de la longueur de raccordement:**

$$L = 2 \times T \Rightarrow L = 232.22 \text{ m}$$

Remarque :

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel **PISTE 5.05** et sont joints dans l'annexe.

CHAPITRE (V)



PROFIL EN TRAVERS

I. Introduction :

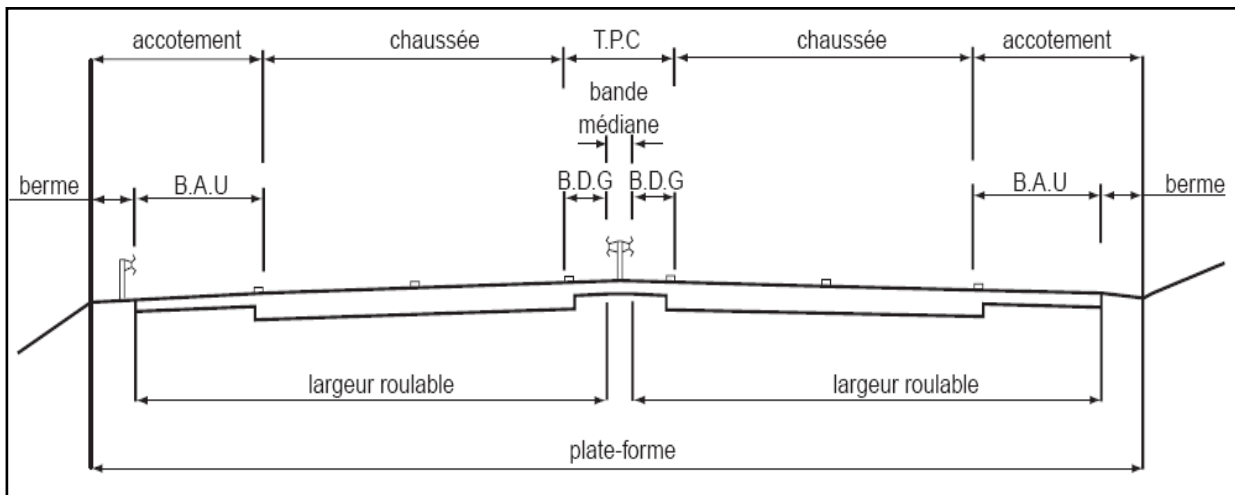
Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan vertical.

Il existe deux types de profil :

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

II. Profil en travers en section courante :

Figure 6.1 Eléments constitutifs du profil en travers en section courante



T.P.C : Terre Plein Central.

B.A.U : Bande d'Arrêt d'Urgence.

B.D.G : Bande Dérasée de Gauche.

1. Chaussée :

D'après l'étude de trafic, nous avons trouvé une chaussée de 2×2voies larges de 3,50 m.

2. Terre-plein central (T.P.C) :

Le T.P.C assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

a) Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

- ❖ elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité.
- ❖ elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de **1,00 m**.

b) Bande médiane :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et le cas échéant, des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers.

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

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

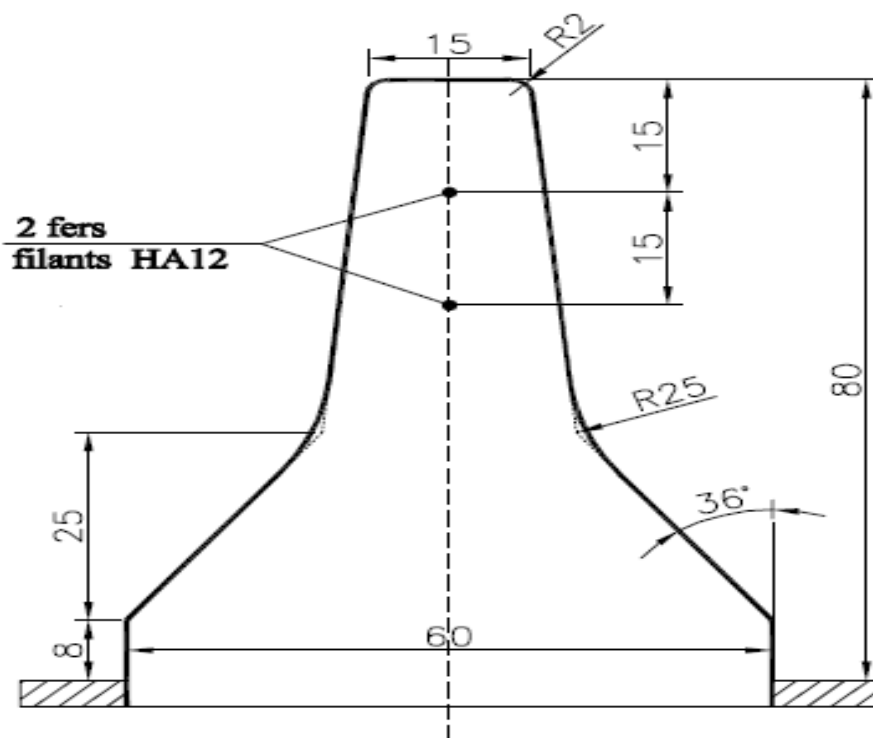
Sinon, elle peut être engazonnée et plantée d'arbustes, à moins que sa largeur et la topographie du site ne permettent la conservation du terrain naturel et de la végétation existante ; dans ce cas, une berme de **1,00 m** est maintenue en bordure de la B.D.G.

Pour notre projet, nous avons implanté une DBA (double séparateur en béton adhérent) comme séparateur physique

c) Interruption du T.P.C (I.T.P.C) :

Elle permet, en cas de besoin, de basculer la circulation d'une chaussée vers l'autre.

Les **I.T.P.C** sont implantées de part et d'autre des ouvrages d'art non courants, des tunnels et des échangeurs, et avec un intervalle maximal de **3 km**.



3. Accotement :

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

a. Zone de sécurité :

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, **de 8.5 m**, doit être isolée par une clôture métallique.

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

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

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

Sa largeur est de **3,00 m** lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus)
 $L_{(B.A.U)} = 3 \text{ m}$.

c. la berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale.

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de **1,00 m** minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25 %.

4. Profils en travers au droit des ouvrages d'art courants :

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

Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 4,75 m en tout point de la largeur roulable de l'autoroute.

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

5. Pentes transversales :

Les courbes de rayon inférieur à Rnd sont déversées vers l'intérieur de la courbe.

I. En alignement et en courbe non déversée :

La pente transversale d'une chaussée est de 2,5% vers l'extérieur.

La pente d'une B.A.U (ou d'une B.D.D), est identique à celle de la chaussée adjacente, mais au delà de la Surlargeur de chaussée portant le marquage de rive, elle peut être portée à 4 % pour des raisons techniques.

Les pentes des B.D.G et du versant en toit d'un T.P.C revêtu sont identiques à celle de la chaussée adjacente.

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

II. En courbe déversée :

La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, entre 2,5 % pour Rnd et 7 % pour Rm.

La pente de la B.A.U (ou la B.D.D) intérieure à la courbe est la même que celle de la chaussée adjacente. La pente de la B.A.U extérieure (ou la B.D.D) reste la même qu'en alignement droit tant que le dévers ne dépasse pas 4 % ; au-delà, elle est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %, hormis la Surlargeur de chaussée qui conserve la même pente que la chaussée.

III. Changement de dévers :

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

a) Point de rotation des dévers :

Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plate-forme ; sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord gauche de la chaussée.

6. Profil en travers type du notre projet :

Profil en travers type proposé

Description	Largeur (m)	nombre	largeur totale (m)
• Voie de circulation 2x2	7	2	14
• Terre-plein central (T.P.C)	2.0	1	2.0
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	0.5	2	1.0
- Bande médiane (B.M)	1.0	1	1.0
• Accotement	1.8	2	3.6
totale			19.6
dévers en section droite			
- Chaussée	2,5 % vers l'extérieur.		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée.		
- Accotement	4 % vers l'extérieur.		
- Berme extérieure	8% vers l'extérieur.		
dévers en courbe			
- Chaussée	7 % (maximum).		
- Bande dérasée de gauche (B.D.G)	identique à celle de la chaussée.		

CHAPITRE (VI)



ETUDE GEOTECHNIQUE

I. INTRODUCTION :

Les études géotechniques sont nécessaires pour mesurer dès l'avant projet sommaire, l'incident des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en terme 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 s'est basée essentiellement sur la description géomorphologique et lithologique, l'interprétation des mouvements gravitaires et l'estimation des tassements, le recensement des gîtes a matériaux et en fin le dimensionnement de la chaussée.

II. Objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

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

III. Les différents essais en laboratoire :

- ✚ Les essais caractérisant la nature des sols.
- ✚ La granulométrie est réalisée par :
 - analyse granulométrique avec des tamis de diamètre $D > 100\mu m$
 - sédimentométrie pour $D < 100\mu m$.
- ✚ 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 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, 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-Derval et Los Angeles.
 - Essai de gélifraction.
 - Essai d'altérabilité.
- ✚ Des essais caractérisent le comportement du sol au compactage on a recourt le plus souvent à l'essai Proctor normal ou modifié.

IV. Les essais d'identification :**1. Analyses granulométriques :**

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2 mm, soit au passant de 80 μm) 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 appelée courbe granulométrique cette analyse se fait en générale par des tamisages.

2. Equivalent de sable :

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

3. Limites d'Atterberg :

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

4. Essai Proctor :

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

5. Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

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

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

6. Essai Los Angeles :

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

7. Essai Micro Deval :

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

V. Les essais in situ :**1) Les essais de plaque :**

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol E en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie « z », le déplacement, la pression « q » le rayon de charge « a » et la caractéristique du massif « E ».

Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante : $E = 5 \text{ CBR}$.

2) Les essais pressiométriques :**a. Pénétromètre statique :**

L'essai de pénétration statique consiste à foncer de manière continue dans le sol, à vitesse lente et constante, un pieu modèle réduit, dont le diamètre compris entre 30 et 100 mm. La résistance à l'enfoncement est mesurée de façon directe et continue, en fonction de la profondeur.

b. Pénétromètre dynamique :

L'essai de pénétration dynamique consiste à faire pénétrer dans le sol, par battage un train de tubes lisses muni à son extrémité d'une pointe, ou d'un carottier, à l'aide d'un mouton tombant d'une hauteur donnée.

VI. Conditions d'utilisation des sols en Remblais :

Les remblais posent à l'ingénieur routier un certain nombre de problèmes. Ce sont notamment :

- ✓ Le tassement et le compactage.
- ✓ La stabilité des talus.
- ✓ La résistance des talus à l'érosion.

L'idéal est de pouvoir réutiliser les terres provenant des déblais, mais ceci doit répondre à certaines conditions.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

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

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

VII. Conclusion :

D'après les recommandations géotechniques de la SAETI, les problèmes rencontrés dans le site sont :

- Sol de faible portance
- La remonté d'eau

Pour traité ses problèmes on proposant les solutions suivant :

Pour la faible portance du sol :

Une couche de forme de 60 cm en tuf pour améliorer le sol support pour qu'il résiste au court et long terme

Pour la remonté d'eau :

Une couche anticapillaire de sable (0/3) pour empêcher la remonté d'eau

NOTA :

À défaut du manque du rapport géotechnique complet du projet qui n'a pas été conçu nous n'avons pas traité convenablement la partie géotechnique pour l'application à notre projet.

CHAPITRE (VII)



**DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE
CHAUSSEE**

De Chaussée**I. INTRODUCTION :**

La qualité d'un projet routier, ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracée en plan et d'un bon profil en long.

Une fois la route est réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds. En effet des gradients thermiques (pluie, neige, verglas etc.....).

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

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

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

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

II. Définition de la chaussée :

- **Au sens géométrique** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** : ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

III. Les différents types de chaussée :

Du point de vue constructif, les chaussées peuvent grouper en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide.

3-1) Chaussée souple :

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

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

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée ayant chacune a un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

De Chaussée**3-1-1) Couche de roulement (surface) :**

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat, elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation.

Elle est en général composée de :

Une couche de roulement qui a pour rôle :

- ☐ D'imperméabiliser la surface de chaussée
- ☐ D'assurer la sécurité (par l'adhérence)
- ☐ D'assurer le confort des usages (diminution de bruit)

Une couche de liaison a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

En général, l'épaisseur de la couche de roulement varie entre 6 et 8 cm.

3-1-2) Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartie les contraintes normales qui en résultent sur les couches Sous-jacentes.

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

3-1-3) Couche de fondation :

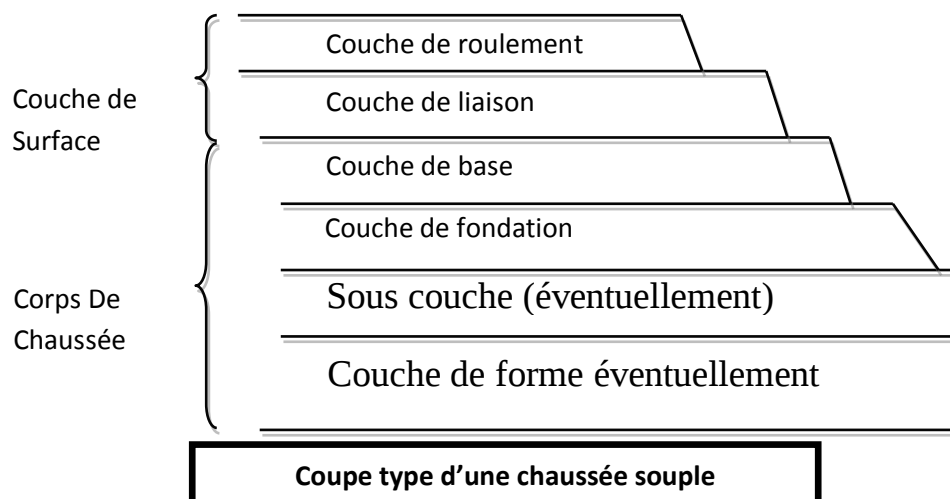
Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

3-1-4) Couche de forme :

Elle est prévue pour assurer certains objectifs à court terme en fonction du sol support.

- ☐ Sol rocheux : joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- ☐ Sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme.



De Chaussée**3-2) Chaussée semi –rigide :**

On distingue :

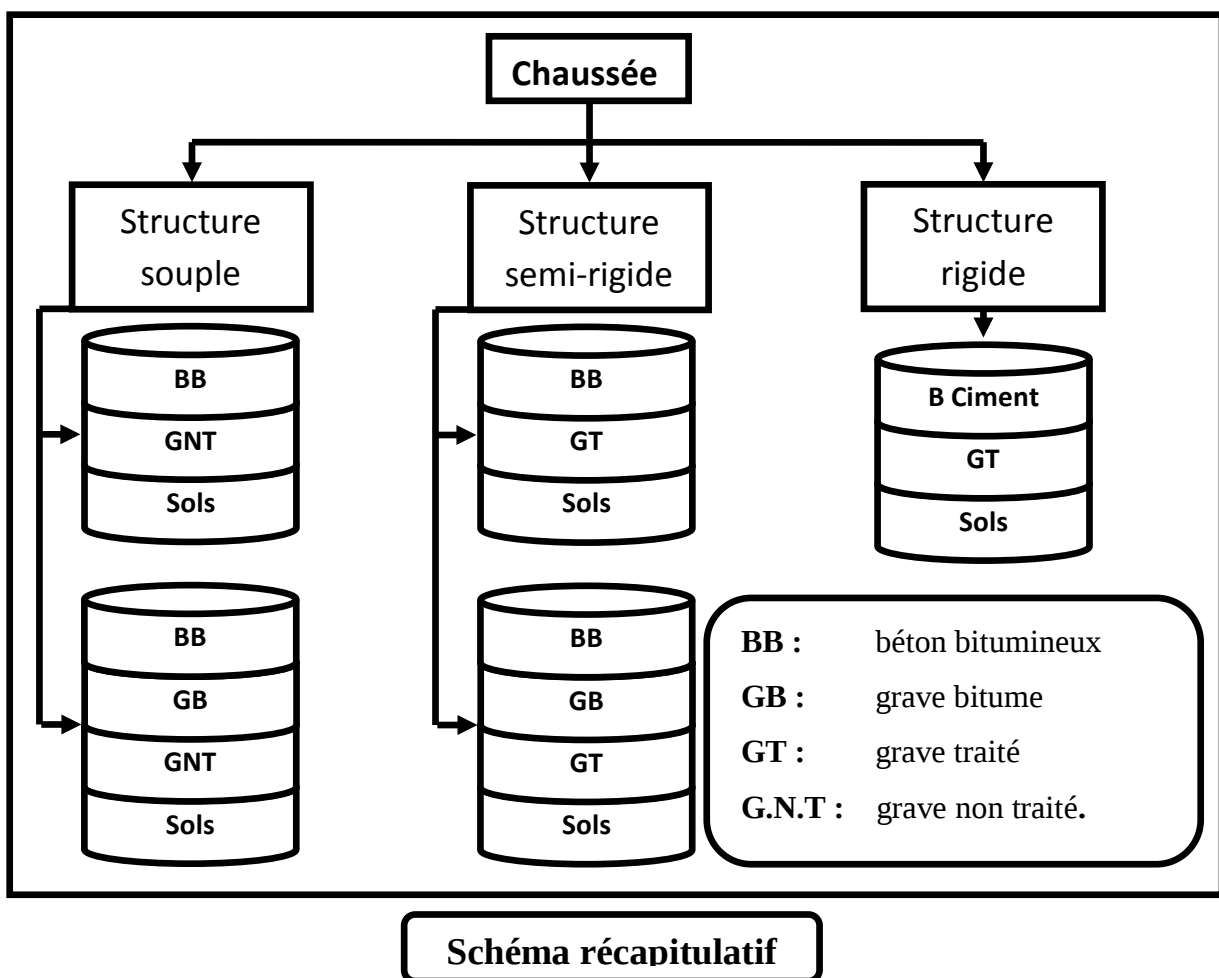
☐ Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment)

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné, elle repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

☐ Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

3-3) Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie



De Chaussée**IV. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée:**

Les épaisseurs et les matériaux d'exécution de la chaussée sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants on a :

4-1) Le trafic :

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

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

De trafic poids lourds « TPL » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;

Le trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] / \tau$$

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

4-2) ENVIRONNEMENT :

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

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

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

4-3) LE SOL SUPPORT :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

4-4) MATERIAUX :

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

De Chaussée**V. Les principales méthodes de dimensionnement :**

On distingue deux familles des méthodes :

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

5-1) Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

n: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Avec :

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

De Chaussée**Les Coefficients d'équivalence :**

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

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

5-2) Méthode A.A.S.H.O: (American Association of State Highway Officials)

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- ☐ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ☐ L'équivalence entre les différentes couches des matériaux.
- ☐ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- ☐ L'influence des charges et de leur répétition.

5-3) Méthode d'ASPHALT INSTITUTE :

Elle est basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.

5-4) La méthode L.C.P.C : (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$Teq = [TJMA. a [(1+Z) n -1] . 0.75. P. 365] / [(1+z) -1]$$

Teq = trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA = trafic à la mise en service de la route.

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

p = pourcentage de poids lourds.

De Chaussée

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e** (en fonction de T_{eq}, ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

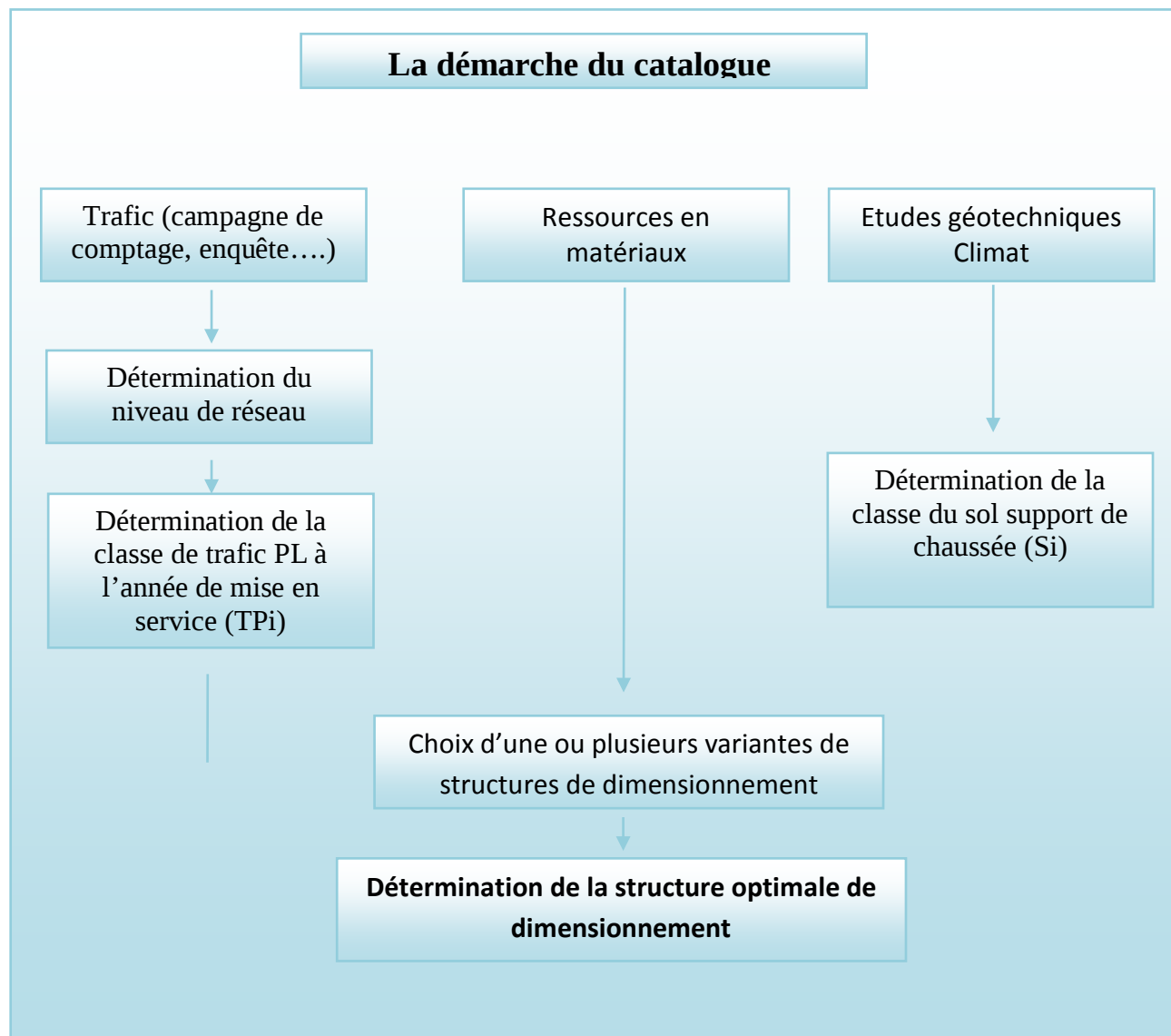
5-6) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

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

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.



De Chaussée**VI. APPLICATION AU PROJET :****6-1) Caractéristiques du sol support :**

L'indice de **CBR=3** (notre sol est de faible portance), d'après le tableau au dessous, la portance du sol support est de classe (S4).donc une couche de forme en matériau non traité de **60 cm** (en 2 couches) est prévue pour améliorer la portance du sol support.

6-2) Amélioration de la portance du sol support :

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de la couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Portance de sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF E_{cf}	Portance visée
<S4	Matériau Non traité	50cm (2couches)	S3
S4	Matériau Non traité	35cm	S3
S4	Matériau Non traité	60cm (2couches)	S2
S3	Matériau Non traité	40cm (2couches)	S2
S3	Matériau Non traité	70cm (2couches)	S1

Pour notre cas on a un CBR=3 ce qui implique (S4) Donc nous proposons une couche de forme (E_{cf} =60 cm) en TUF pour obtenir un CBR compris entre 10 et 25 (classe S2)

6-3) Choix de la méthode de dimensionnement :

Les six méthodes de dimensionnement qui sont cités avant, ont comme point commun leurs prises en considération (d'une façon différente) le trafic circulant sur la voie à construire et du sol sur lequel cette même voie va être utilisé.

Ceci représente les points nécessaires et suffisants pour tout dimensionnement d'une chaussée routière cependant, bien que ces paramètres aient fait l'unanimité des experts, on note qu'il n'existe pas actuellement une méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées et leurs différentes couches ,c'est pour cela lors d'un choix de la méthode à appliquer, il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

- ✓ De la disposition constructive adaptée à la chaussée, de bonne condition de drainage de la plate forme dans les zones base.
- ✓ De la qualité des matériaux mise en place.
- ✓ Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux.

Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisis les deux méthodes qui sont C.B.R et catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP), car c'est les méthodes les plus utilisé.

De Chaussée6-4) Application au projet :6-4-a) Méthode C.B.R :❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2005.
- $TJMA_{2005} = 8504 \text{ v/j}$
- Mise en service : 2014
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 15 \%$

❖ Détermination de TPL_{2034} :

$$TPL_{2034} = TJMA_{2014} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20}$$

$$= 1989 PL/j/sens$$

❖ Détermination de l'épaisseur équivalente :

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (ICBR + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log_{10} (1989/10))] / (3 + 5)$$

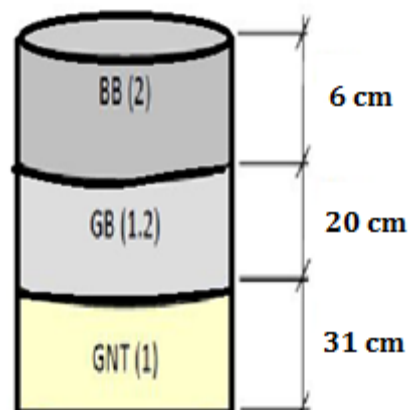
$$= 73 \text{ cm}$$

$$e = (c_1 \times e_1) + (c_2 \times e_2) + (c_3 \times e_3) = 73$$

On suppose:

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,5	12
Fondation	GNT	1	?

$$e_3 = 73 - [(2 \times 6) + (1,5 \times 12)] \approx 43 \text{ cm}$$



De Chaussée

6-4-b) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:

L'axe étudié a un TJMA > 1500 v/j ce qui implique un réseau principal RP1

On a choisi des matériaux non traités en couche de base.

Le projet est à Hadjout (zone climatique 1 : pluviométrie > 600 mm/an).

Durée de vie 20 ans.

❖ **Classe du trafic :**

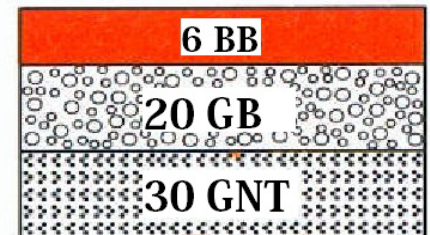
TJMA₂₀₁₄ = 12104 V/J.

$\tau = 4 \%$.

Z = 15%.

TPL₂₀₁₄ = 817 PL/j /voie.

→ TPL5

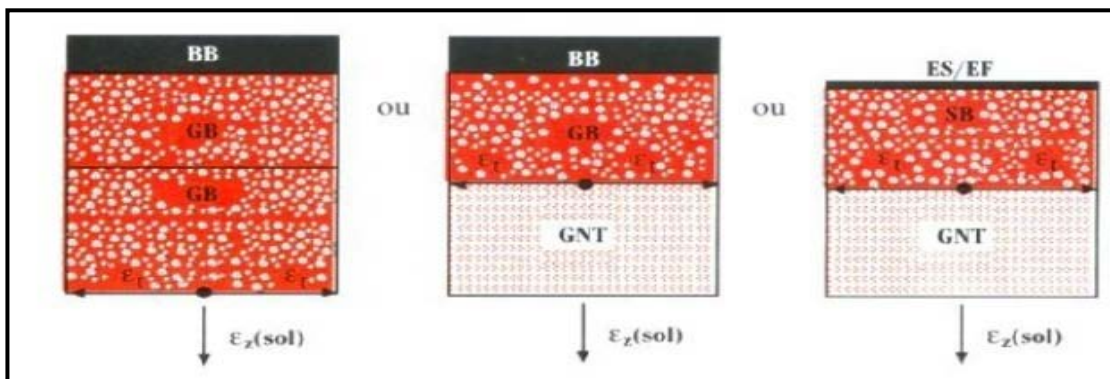


D'après la fiche structure, on choisit:

6BB+20GB+30GNT avec couche de forme (60 cm en TUF).

6-5) VÉRIFICATION DES RÉ SULTAT:

Pour faire la vérification il faut calculer les déformations admissibles sur le sol support ($\epsilon_{z,adm}$) et les sollicitations ($\epsilon_{t,adm}$) et on calcule ϵ_z , ϵ_t de la structure à l'aide de logiciel ALLIZIII.



ϵ_t : étant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités au bitume.

ϵ_z : (sol) étant la déformation verticale sur le sol support.

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

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

Avec :

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

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

A : Coefficient d'agressivité des pl par rapport à l'essieu de 13t

De Chaussée

Application numérique de notre projet :

$$\begin{aligned} \text{TCEi} &= 817 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 365 \times 0.6 \\ &= 5,33.10^6 \text{ essieux équivalents de 13 tonnes} \end{aligned}$$

$$\epsilon_{z, \text{adm}} = 22.10^{-3} \times (5,33.10^6)^{-0.235}$$

$$= 5,77 .10^{-4}$$

$$\epsilon_{z, \text{adm}} = 577.10^{-6}$$

Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t, \text{adm}}$ à la base de GB :

$$\epsilon_{t, \text{ad}} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_\theta \times K_r \times K_c$$

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

K_θ : facteur lié à la température.

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

K_r : facteur lié au risque et aux dispersions.

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

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

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

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

E (θ_{eq}) : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

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

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : dispersion sur les épaisseurs.

C : coefficient égal à 0.02.

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

Finalement :

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

De Chaussée

Performances mécaniques des matériaux bitumineux :

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

Matériau	E (30° ,10HZ) (MPa)	E (25° ,10HZ) (MPa)	E (20° ,10HZ) (MPa)	E (10° ,10HZ) (MPa)	ϵ_6 (10°C, 25hZ) 10^{-6}
BB	2500	3500	4000	--	--
GB	3500	5500	7000	12500	100
Matériau	$-\frac{1}{b}$	SN	S_H (cm)	ν	Kc calage
BB	--	--	--	0.35	--
GB	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Alors d'après **Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves** et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- θ_{eq} = température équivalent ($\theta_{eq} = 20^\circ$) => $E(20^\circ, 10Hz) = 7000$ MPa.
- Classe de trafic (**TPL₅**).
- Risque adopté pour le réseau RP₁ et la classe du trafic TPL₅ (**r%=10**).
- C : coefficient égal 0.02
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc (**t = - 1.282**).

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

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

Déformation admissible de traction :

$$\epsilon_{t, adm} = 104,65.10^{-6}$$

De Chaussée

➤ Résultats de calcul par Alize III :

- Les résultats pour le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:

```

*****
EVITEMENT DE LA VILLE HADJOUT
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
  A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 5
*****
*      *      *      *      *      *      *      *
*  Z    *      *  EPSILON T  *  SIGMA T  *  EPSILON Z  *  SIGMA Z  *
*****
*  .00*      *  .105E-03C*  .945E+01B*  -.856E-04C*  .662E+01A*
*      *  E= 40000.      *      *      *      *      *
*      *  NU= .35      *      *      *      *      *
*      *  H1= 6.00      *      *      *      *      *
*  6.00*      *  .476E-04C*  .554E+01B*  -.524E-04C*  .603E+01B*
*-----*  COLLE-----*-----*-----*-----*
*  6.00*      *  .476E-04C*  .726E+01B*  -.553E-04C*  .603E+01B*
*      *  E= 70000.      *      *      *      *      *
*      *  NU= .35      *      *      *      *      *
*      *  H2= 20.00      *      *      *      *      *
* 26.00*      *  -.923E-04C*  -.867E+01C*  .861E-04B*  .420E+00B*
*-----*  COLLE-----*-----*-----*-----*
* 26.00*      *  -.923E-04C*  -.221E+00C*  .163E-03B*  .420E+00B*
*      *  E= 3125.      *      *      *      *      *
*      *  NU= .25      *      *      *      *      *
*      *  H3= 15.00      *      *      *      *      *
* 41.00*      *  -.116E-03C*  -.392E+00C*  .130E-03C*  .225E+00C*
*-----*  COLLE-----*-----*-----*-----*
* 41.00*      *  -.116E-03C*  -.112E+00C*  .221E-03C*  .225E+00C*
*      *  E= 1250.      *      *      *      *      *
*      *  NU= .25      *      *      *      *      *
*      *  H4= 15.00      *      *      *      *      *
* 56.00*      *  -.126E-03C*  -.152E+00C*  .184E-03C*  .158E+00C*
*-----*  COLLE-----*-----*-----*-----*
* 56.00*      *  -.126E-03C*  -.883E-02C*  .324E-03C*  .158E+00C*
*      *  E= 500.      *      *      *      *      *
*      *  NU= .35      *      *      *      *      *
*      *  H5=INFINI      *      *      *      *      *
*      *      *      *      *      *      *      *
*****
*  D    *      *  50.73MM/100      *      *  R*D      *
*  R    *      *  824.84M      *      *  41844.40M*MM/100      *
*****
MODULES ET CONTRAINTES EN BARS

```

Donc : La structure **6BB + 20GB + 30GN** Test donc vérifiée, car :

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ϵ_z sol support	577.10^{-6}	324.10^{-6}
ϵ_t à la base de GB	$104,65.10^{-6}$	$92,3.10^{-6}$

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

De Chaussée**VII. Conclusion :**

D'après les calculs qui on a trouvé on remarque que les deux méthodes donnent le corps de chaussée presque le même, cela malgré l'empirisme de la méthode CBR ces résultats restent toujours fiables.

La méthode retenue est celle de catalogue algérien, par les raisons suivantes :

- Elle se base sur les performances des matériaux.
- Elle se base sur les déformations admissibles.
- Elle tenant en compte la fatigue des matériaux.
- En plus de ça cette méthode est une méthode algérienne établie et conçue par le CTTD et validée par le ministère des travaux publics.

CHAPITRE (VIII)



CUBATURES

I. Généralités :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

II. Les méthodes de calcul :

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

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

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

III. Description de la méthode :

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante : $V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S)$

H : hauteur entre deux profils.

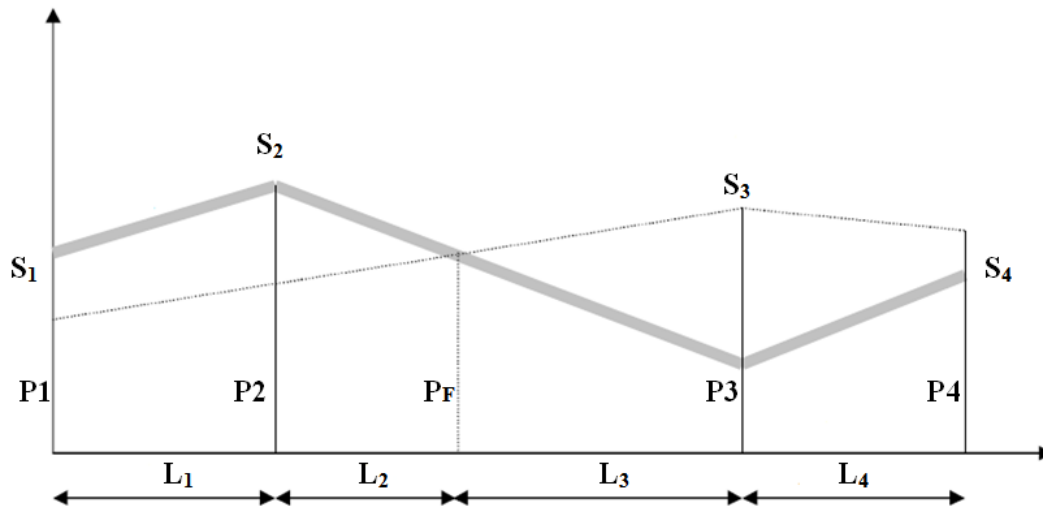
S0 : surface limitée à mi- distances des profiles.

S1 : surface de profil en travers P1.

S2 : surface de profil en travers P2.

IV. Application :

La figure ci dessous représente le profil en long d'un tracé donné.



Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1, S2 sera égale à

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que : $S_{\text{moy}} = \frac{S_1 + S_2}{2}$

Donc :

Entre P₁ et P₂ : $V_1 = L_1 \times \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right)$

Entre P₂ et P_F : $V_2 = L_2 \times \left(\frac{S_2 + 0}{2} \right)$

Entre P_F et P₃ : $V_3 = L_3 \times \left(\frac{0 + S_3}{2} \right)$

Entre P₃ et P₄ : $V_4 = L_4 \times \left(\frac{S_3 + S_4}{2} \right)$

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

$$V = \left(\frac{L_1}{2} \right) \times S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right) \times S_2 + \left(\frac{L_2 + L_3}{2} \right) \times 0 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2} \right) \times S_3 + \left(\frac{L_4}{2} \right) \times S_4$$

V. Calcul des Cubatures de Terrassement :

Dans notre projet, le calcul s'effectue à l'aide de logiciel **piste5.06**.

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en **annexe**.

CHAPITRE (IX)



ASSAINISSEMENT

I. Introduction:

L'étude hydraulique est une partie essentielle dans le cadre d'étude d'un projet routier, elle nécessite la connaissance des données hydraulique pour la détermination des débits de crues de différentes fréquences (décennal, cinquantaine, centennales) aux diverses traversées de la route par les écoulements naturels.

L'eau est le premier risque sur la route car elle crée des problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui influe sur la sécurité et le confort de l'utilisateur (glissement, inondation, diminution des conditions de visibilité, des points noirs sur la chaussée, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation. Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :

a) Pour les chaussées :

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important).
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

b) Pour les talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.

II. Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

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

III. Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories:

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

IV. Définition des termes hydrauliques :**a) Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

b) Collecteur principal (canalisation) :

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

c) Chambre de visite (cheminée) :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur 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.

d) Sacs :

C'est un 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.

e) 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.

f) Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

g) Fossé de crête de déblai :

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies. Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

h) Fossé de pied de talus de remblai :

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

i) Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

j) Descentes d'eau :

Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

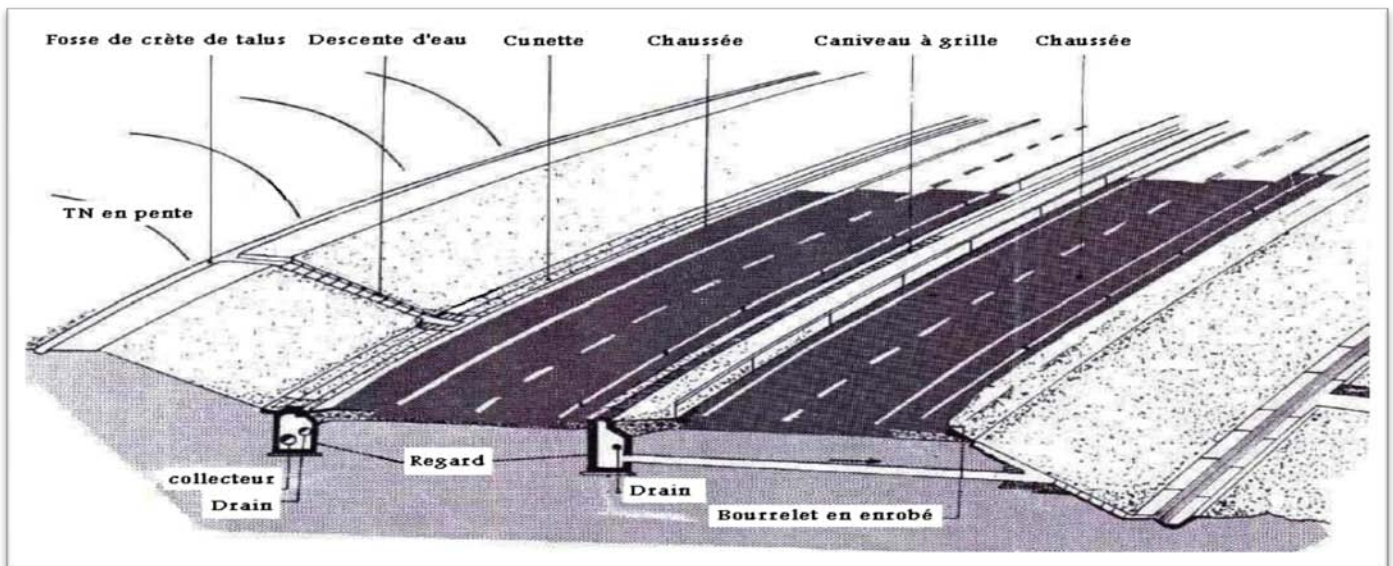


Fig. : Assainissement de la chaussée

V. L'estimation du débit de pointe :

Plusieurs méthodes ont été développées pour l'estimation des débits de pointe d'un sous bassin versant, parmi ces méthodes, celle de rationnelle.

Cette méthode dont nous rappelons très sommairement le principe : **Qa = Qs**

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

$$Q_s = K_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

- ➔ **K_{st}** : coefficient de **STRICKLER** qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage.

- Paroi en terre : $7 < K_{st} < 30$.
- Paroi en béton : $50 < K_{st} < 60$.

- ➔ **S** : section mouillée.

- ➔ **R** : rayon hydraulique (m).

- ➔ **I** : la pente moyenne de l'ouvrage.

- Le débit d'apport (pointe) en provenance du bassin versant (m³/s) est donné par la formule suivante :

$$Q_a = K.C. i_t. A :$$

Dans laquelle

- **Qa** : débit d'apport en m³/s;
- **K** : Coefficient de conversion des unités **K = 0.278**
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **i_t** : intensité des pluies maximales en (mm/h) pour une durée t prise égale au temps de concentration Tc;
- **A** : superficie du bassin versant en (km²).

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

Qa en (m³/s) valable pour : i en (mm/h) ; A en (km²) ; K= 0.278

Ou

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

➔ **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.

Tableau V.1 les coefficients de ruissellements

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

→ **Détermination de l'intensité :**

Les données des averses de courte durée relatives à la zone d'étude ne sont pas disponibles. Une analyse de synthèse effectuée par l'ANRH a montré que, pour la région littorale, l'intensité des averses décennales pour une durée d'une heure est de **28.52 mm/h**. La relation « intensité – durée – fréquence » permettant de calculer l'intensité des pluies inférieures d'une heure, se met sous la forme:

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

Dans laquelle :

- i_t : intensité de la pluie de durée t en heure (mm/h).
- i_1 : intensité de la pluie de durée d'une heure de même fréquence égale à 36mm/h.
- t : durée en heure.

L'intensité des averses décennales (20 ans) de courte durée déterminée selon l'expression ci-dessus peut être présentée comme suit :

Tableau V.2 Intensité des averses décennales de courte durée :

Durée (min)	Intensité (mm/h)
60	36
30	39
20	50
15	61.96

Pour le dimensionnement des fossés, on prend un temps de concentration égale à 15 min

Donc : $i_t = 61.96 \text{ mm/h}$

VI. Système de drainage longitudinal :

Dans note projet nous n'avons que le remblai et déblai sur tout le long du tracé ; donc Le système de drainage longitudinal de l'évitement, soit un système en parallèle avec le profil en long « fossés de pied et descentes d'eaux » doit être conçu de manière à assurer la sécurité à long terme de l'évitement et de ses composantes, de même que des ouvrages de drainage et de protection contre l'érosion.

→ **Calcul de la surface du bassin versant :**

Le dimensionnement des fossés dépend de profil en long et les points de refoulement (un drain ou un oued), donc on dimensionne les fossés selon leurs départs et fins.

- Surface de la chaussée : $A_c = 7.5 \times 660 = 4950 \text{ m}^2 = 0.00495 \text{ km}^2$.
- Surface de la berme et l'accotement : $A_b = 0.5 \times 660 + 1.8 \times 660 = 1518 \text{ m}^2 = 0.001518 \text{ km}^2$
- Surface du talus : $A_t = 30422 \text{ m}^2 = 0.030422 \text{ km}^2$

→ **Calcul du débit d'apport (Qa):**

- Débit de la chaussée : $Q_c = 0.278 \times 0.95 \times 61.96 \times 0.00495 = 0.081 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Débit de la berme avec l'accotement : $Q_b = 0.278 \times 0.4 \times 61.96 \times 0.001518 = 0.01 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Débit du talus : $Q_t = 0.278 \times 0.3 \times 61.96 \times 0.0304 = 0.177 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D'où: $Q_a = Q_c + Q_b + Q_t = 0.081 + 0.01 + 0.177 = 0.26 \text{ m}^3/\text{s}$.

➔ **Calcul du débit de saturation (QS):**

➔ **La section mouillée :**

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

Avec : $1/\tan \alpha = m$, d'où : $e = m.h$

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

➔ **Le périmètre mouillé :**

$$P_m = b + 2.a$$

$$\text{Avec : } a = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (h.m)^2} = h\sqrt{1 + m^2}$$

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

➔ **Le Rayon hydraulique :**

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

$$\text{On a } Q_s = Q_a = \frac{1}{n} \times R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S$$

$$= \frac{1}{n} \times I^{\frac{1}{2}} \times \left[\left[\frac{h(b + mh)}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}} \right]^{\frac{2}{3}} \times h(b + mh) \right]$$

On pose : $b = 0.4 \text{ m}$ et Pour un angle de $45^\circ \Rightarrow m = 1$.

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

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

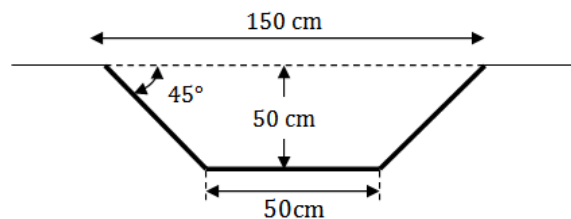
Donc on obtient la formule suivante :

$$H = \left[\frac{Q_a}{K_{st} \times b \times I^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{5}} \frac{[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b}]^{\frac{2}{5}}}{1 + \frac{h}{b}}.$$

$$H = \left[\frac{0.26}{70 \times 0.4 \times 0.001^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{5}} \frac{[1 + 7.07 \times h]^{\frac{2}{5}}}{1 + 2.5h}$$

D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur $H = 0.3 \text{ m}$.

Pour des raisons de sécurités on prend un fossé standard ($b = 50 \text{ cm}$, $H = 50 \text{ cm}$, $B = 150 \text{ cm}$).



VII. Système de drainage transversal :

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

1. Dimensionnement des buses :

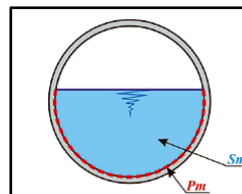
On a fait le dimensionnement des buses au PK 1+180, où nous avons un écoulement (drain) qui a un débit calculé en bassin versant « $Q = 0.27 \text{ m}^3/\text{s}$ »

Donc le débit de saturation devient la somme du : (débit de fossé ($0.26 \text{ m}^3/\text{s}$) + le débit de bassins ($0.27 \text{ m}^3/\text{s}$))

$$\text{D'où : } Q_T = 0.27 + 0.26 = 0.53 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

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



➔ **Section et périmètre mouillés :**

Pour les buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

$$H_r = 0,75 \varnothing \quad \text{si } \varnothing \leq 1\text{m} \quad , \varnothing : \text{diamètre de la buse.}$$

$$H_r = 0,80 \varnothing \quad \text{si } \varnothing > 1\text{m}$$

$$S_m : \text{surface mouillée} = \frac{4}{5} \times \pi \times R^2$$

$$P_m : \text{le périmètre mouillé} = \frac{4}{3} \times \pi \times R \quad , R_h : \text{rayon hydraulique} = \frac{3}{5} \times R$$

R : rayon de la buse.

Pour la pente hydraulique des buses « I », on met : I=1% c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

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

On a : $Q_a = 0.53\text{m}^3/\text{s}$.

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

$$Q_s = Q_a = \left(\frac{4}{5} \times \pi \times R^2 \right) \times K_{ST} \times \left(\frac{3}{5} \times R \right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$D = 2 \times \left(\frac{\frac{2}{3} \times Q}{\pi \times K_{st} I^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \Rightarrow \quad D = 0.559\text{m}$$

Alors :

On prend des buses de diamètre ϕ **600mm**. Selon la disponibilité dans le marché

2. Dimensionnement des dalots :

Caractéristiques d'oued Meroun :

Oued	BV (km ²)	Lt (km)	Largeur (m)	I (%)	Q (m ³ /s)
Meroun	9.39	5.552	35	5.3	27.7

Notes : Lt : longueur la plus longue du thalweg principal jusqu'à l'exutoire

I : pente longitudinale moyenne du lit

PHE: le plus hautes d'eau correspondant aux valeurs repérées sur le terrain

➔ **Dimensionnement d'un dalot à l'oued Meroun :**

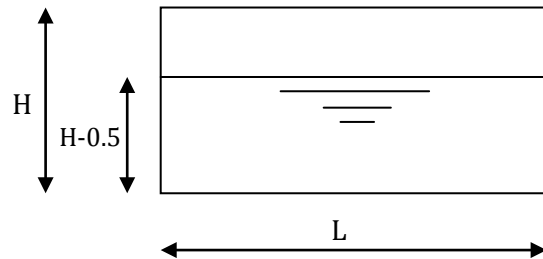
Pour le dimensionnement des dalots il faut que le débit rapporté par le bassin doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot Ce débit est donné par la formule de MANNING-STRICKLER :

$$Q_s = S \cdot K_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Avec :

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

$H_r = 0,80 H$ si $H \leq 2$ m
 $H_r = H - 0.50$ si $H > 2$ m
 H : hauteur du dalot.



Donc:

la section mouillée : $S_m = (H - 0.50) \times L$

Le périmètre mouillé : $P_m = 2 \cdot (H - 0.50) + L$

Le rayon hydraulique : $R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{(H - 0.5) \times L}{2 \times (H - 0.5) + L}$

$$\Rightarrow Q_s = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times (H - 0.5) \times L \times \left(\frac{(H - 0.5) \times L}{2 \times (H - 0.5) + L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Donc: } Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A = Q_s = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times (H - 0.5) \times L \times \left(\frac{(H - 0.5) \times L}{2 \times (H - 0.5) + L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

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

AN :

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

Et en fixant la largeur $L = 4$ m $Q_a = 27.7 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_a = K_{st} \times I^{\frac{1}{2}} \times (H - 0.5) \times L \times \left(\frac{(H - 0.5) \times L}{2 \times (H - 0.5) + L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\Rightarrow H = \left[\frac{Q_a}{K_{st} \times L \times I^{\frac{1}{2}}} \right] \left[\frac{2}{L} + \frac{1}{(h - 0.5)} \right]^{2/3} + 0.5.$$

D'après le calcul itératif, on tire la valeur de $H = 3.3$ m

Les résultats calculés sont récapitulés dans le tableau suivant :

PK	DISIGNATION	DIMENSIONS	DEBIT (m ³ /s)
1+180	Buse	Ø=600 mm	0.53
2+640	Pont	L=60 m	-----
3+580	Dalot	L=4 m, h=3.3 m	27.7
4+020	Buse	Ø=900 mm	1.43
4+320	Buse	Ø=1000 mm	2.53
5+075	Dalot	L=4 m, h=4 m	2.13
5+450	Buse	Ø=700 mm	0.57
5+880	Dalot	L=2m, h=1.4 m	3.9

Tableau récapitulatif

CHAPITRE (X)



CHOIX ET CONCEPTION DE CARREFOUR

I. 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.

II. LES DIFFÉRENTS TYPES DE CARREFOUR :

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

1- Carrefour à trois branches (en T):

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2- Carrefour à trois branches (en Y):

C'est un 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°)

3- Carrefour à quatre branches (en croix) :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi)

4- Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé 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.

III. DONNÉES UTILES À L'AMÉNAGEMENT D'UN CARREFOUR:

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant :

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.
- Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approche à vide pratique.
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Le respect de l'homogénéité de tracé.
- La surface neutralisée par l'aménagement.
- La condition topographique.

IV. PRINCIPES GÉNÉRAUX D'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR :

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de 90 ± 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 bicolores

1- 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.

2- Triangle De Visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse

3- Données De Base :

- 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 : $V_0 = 80\text{km/h}$ et $V_B = 80\text{Km/h}$. (4 voies).

$a = 2.5\text{m}$ (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

(d'p (VP) = 175m. d'p (PL) = 220m.- d'p (t.à.g) = 185m.- d'p (t.à.d) = 165m.)

4- Les îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires 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 :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

5- Îlot Directionnel :

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1 m

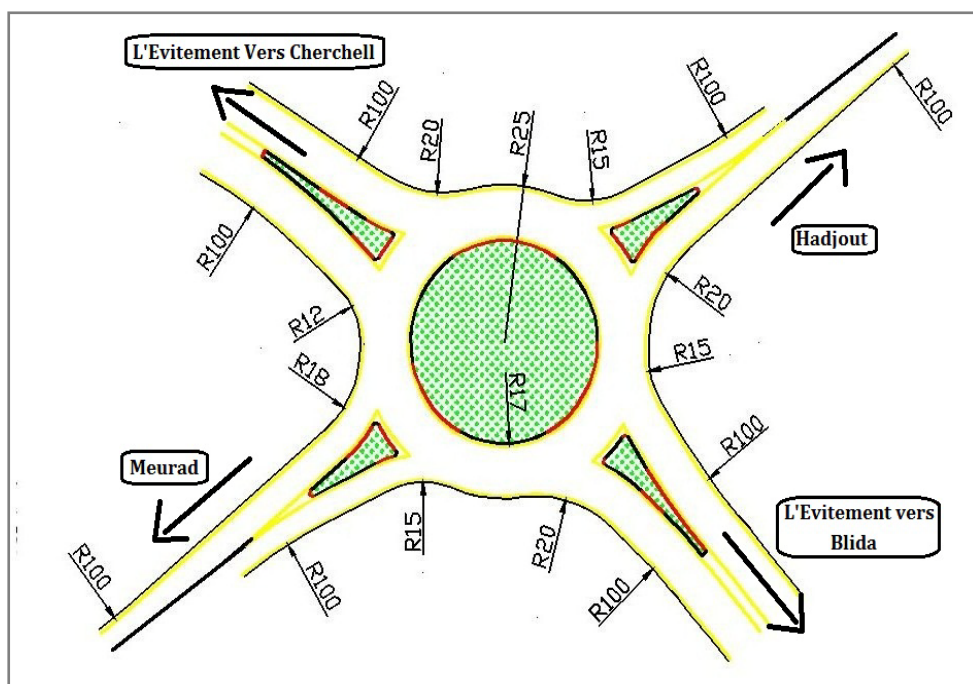
6- Les Couloirs D'entrée Et De Sortie :

Longueur de couloirs $\begin{cases} \text{entrée 4m (accotement dérasé 1.5m)} \\ \text{sortie 5m (accotement dérasé 0.5m)} \end{cases}$

V. APLICATION AU PROJET :

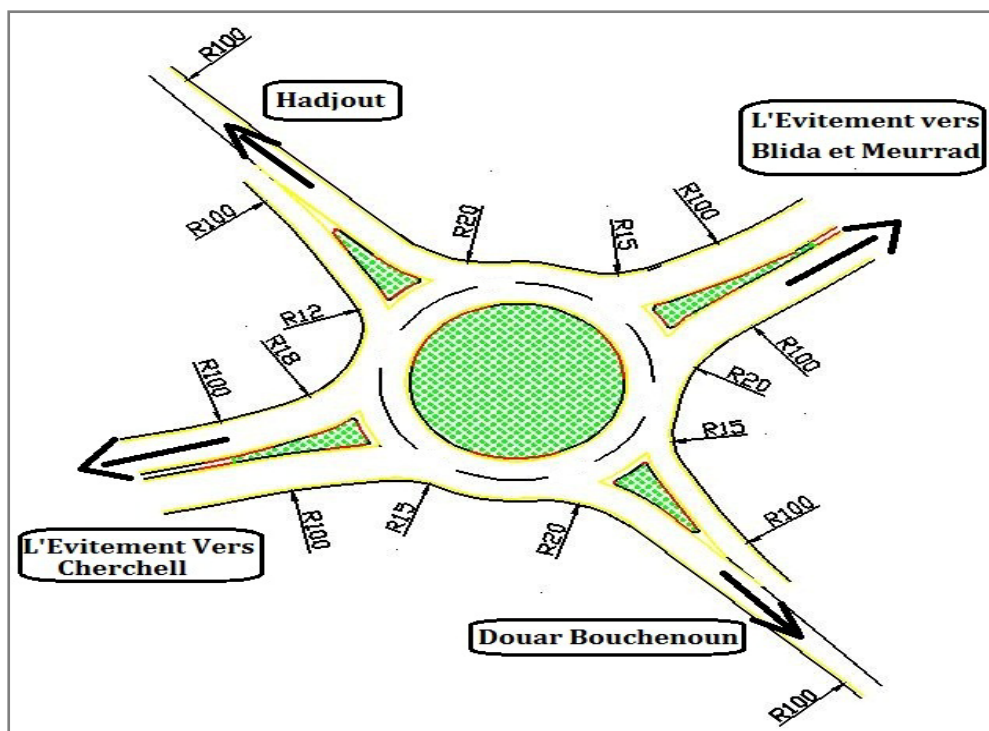
➤ **Carrefour N° 01:** Carrefour plan au PK 02+200m.

C'est un carrefour giratoire à quatre branches qui se trouve au niveau du croisement entre la RN 42-A Vers Meurad et l'évitement.



➤ **Carrefour N° 02:** Carrefour plan au PK 06+020m.

C'est un carrefour giratoire à quatre branches qui se trouve au niveau du croisement entre le chemin communal vers Douar Bouchenoun et l'évitement.



➤ **Carrefour N° 03:** Carrefour plan au PK 06+665m.

C'est un carrefour giratoire à trois branches qui se trouve au niveau du croisement entre la RN67 vers Cherchell et l'évitement.

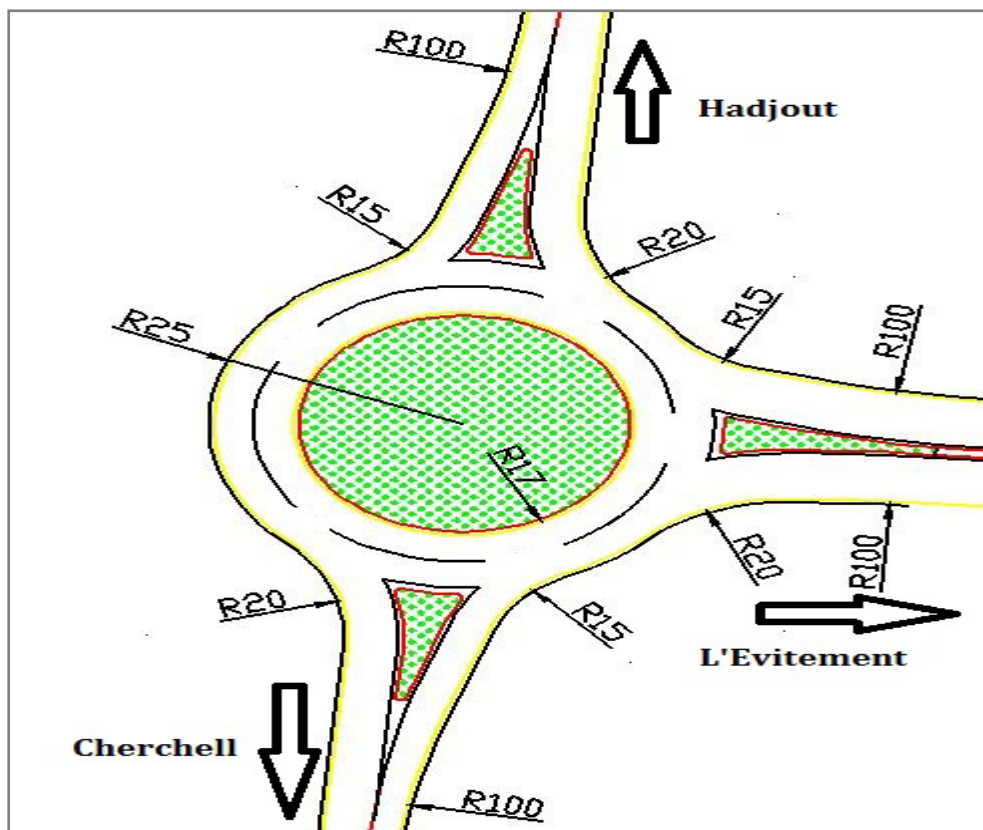


Tableau Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.

	Notations	Paramétrage	Giratoire 1				Giratoire 2				Giratoire 3		
			Branche 1	Branche 2	Branche 3	Branche 4	Branche 1	Branche 2	Branche 3	Branche 4	Branche 1	Branche 2	Branche 3
Rayon du giratoire	R_g	$12\text{ m} < R_g < 25\text{ m}$	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Largeur de l'anneau	L_a	$6\text{ m} < L_a < 9\text{ m}$	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Surlargeur franchissable	Sl_f	$1,5\text{ m si } R_g < 15\text{ m}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rayon intérieur	R_i	$R_g - L_a - Sl_f$	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Rayon d'entrée	R_e	$10\text{ m} < R_g \leq 15\text{ m et } < R_g$	15	15	12	15	15	12	15	15	15	15	15
Largeur de la voie entrante	L_e	L_e	7	4	7	4	7	4	7	4	7	4	7
Rayon de sortie	R_s	$15\text{ m} < R_s < 30\text{ m et } > R_i$	20	20	20	18	20	20	18	20	20	20	20
Largeur de la voie sortante	L_s	$4\text{ m} < L_s < 5\text{ m}$	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
Rayon de raccordement	R_r	$R_r = 4 R_g$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CHAPITRE (XI)



Impact Sur L'environnement

I. Introduction :

Le transport routier par la différente nuisance qu'il généré et devenu aujourd'hui une préoccupation majeure, qui concerne tout particulièrement ceux qui sont chargés de concevoir, de construire et d'exploiter une infrastructure routière.

Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement.

Le terme "**environnement**" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie.

Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain.

Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu.

Les étapes d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet autoroutier peuvent se résumer en trois étapes:

- L'analyse de l'état initial.
- La justification de la solution retenue.
- La détermination des impacts.

II. Objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement :

Les objectifs de la présente étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

- ✓ Rechercher la meilleure intégration de la route dans l'environnement, et favoriser la valorisation mutuelle de la route et de l'environnement.
- ✓ Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- ✓ Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.

III. Identification et évaluation des impacts :

L'identification des impacts du projet est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à réaliser.

Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

L'évaluation de l'importance des impacts environnementaux fait appel à plusieurs paramètres, soit :

- La valeur environnementale du milieu affecté;
- Le degré de perturbation ou de bonification;
- L'intensité de l'impact (qui est fonction des deux paramètres précités);
- La durée;
- La mise en œuvre éventuelle des mesures d'atténuation.

IV. Rappel des impacts:

L'identification des impacts, se fait pour les deux phases : la réalisation et l'exploitation de l'infrastructure nouvelle.

- ✓ La phase réalisation qui induit des impacts temporaires.
- ✓ La phase exploitation qui induit des impacts permanents.

1) Impact temporaire de la phase de construction :**A) Impact liés à l'installation de chantier :**

Ces impacts concernent essentiellement les emplacements de chantier et les zones d'extractions des matériaux. Parmi les impacts temporaires induits par la réalisation de l'infrastructure, l'emplacement des chantiers. L'installation de tels sites sont prévus au périphérique des zones urbaines où à l'intérieur des zones industrielles.

Le choix de l'emplacement du chantier nécessite une attention particulière. Il doit également tenir compte de sa réutilisation future.

De manière générale, le site devra être situé de telle sorte qu'il permettra l'accès aisé :

- Aux routes principales
- Aux sites de construction
- Aux infrastructures existantes
- A l'extérieur des zones connues de recharge des nappes phréatiques.

Ces échanges entre site de chantier et route principale peuvent générer des difficultés. Elles se présentent comme suit :

- Un ralentissement du trafic existant dû à la vitesse limitée du trafic lié à la construction.
- La possibilité d'endommagement de la route dû à un trafic lourd important et la modification des conditions de surface la route occasionné par la boue, les gravillons, les flaques d'huiles et autres matières.
- Le nombre croissant de mouvement de rotation effectué par le trafic lourd lié à la construction se dirigeant vers la route principale où la quittant.
- L'augmentation des nuisances sonores en sites de construction, est inévitable. Ces nuisances provoquées par les engins et les travaux sur chantier sont perçus de manière amplifiée en cas d'activité diurne.

B) Impacts des zones d'emprunt de matériau :

L'existence de carrières d'extraction et de traitement des matières premières réduit considérablement les dommages potentiels causés à l'environnement. Le mode opératoire pour les extractions devra être établi de manière à être le moins perturbant du paysage sur les plans de modification des écoulements, de la défiguration du paysage.

2) Impacts permanents :**a) Impact sur l'agriculture :**

La richesse naturelle de cette région ne se compose pas seulement de la disponibilité phréatique, la fertilité des terres mais aussi sa localisation d'échange entre les trois grandes villes : Alger, Tipaza, Blida.

La commercialisation des récoltes, à travers les trois wilayas, valorise davantage ces terres.

b) Impact sur le couvert végétal :

Le couvert végétal touche par le passage du projet se compose de poche de boisement ou de petite forêt.

c) Impact sur le paysage :

Les deux composants qui marqueront sur le paysage sont:

- Les remblais du passage de l'infrastructure.
- Les ouvrages prévus.

d) Impact sur les ressources en eau :

Les polluants qu'ils soient solides, liquide, soluble ou insoluble, sont a potentiel de pollution sérieux notamment:

- Dans les zones situées a proximité de l'emprise.
- Aux points de captage, à proximité immédiate de l'infrastructure.

e) Pollution de l'air :

La réalisation de la nouvelle infrastructure absorbera un trafic important tel qu'il augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées. Les émissions engendrées par le trafic se composent de :

- Emission de gaz (CO₂, NOX).
- Particules DE plomb et de zinc.

V. Mesures d'insertion et d'atténuation proposées**a) Mesures d'atténuation particulières****➤ Milieu physique :**

- Aménagement des bassins de décantation :

Son objectif est de piéger une partie de matières en suspension apportées par la chaussée, il dilue ainsi la pollution en même temps, il se produit :

- La décantation des sédiments lourds.
- La flottation des particules légères (les huiles et les graisses).

Le bassin de décantation peut être conçu en béton et l'entretien peu fréquent (tous les 2 ans et un curage 3 à 5 ans et puis tous les 10 ans une fois la végétation installer).

- La diminution de la vitesse des écoulements :

Pour obtenir une bonne sédimentation des particules en suspensions, il faut que la vitesse soit réduite ; elle peut être obtenue par l'installation d'un système d'escalier par exemple, où encore par la végétation.

- Protection des conduites

- Pour la conduite de gaz

Puisque le gaz est une matière explosive, la protection des conduites de gaz est obligatoire, pour notre cas on propose le dispositif suivant :

- o Une buse pour le passage de la conduite.
- o Un corps creux de forme carré (en béton armé).
- o Une couche de sable pour le remplissage de corps creux.
- o Une couche de gravier pour le drainage des eaux.

- ☞ Pour les Canales d'irrigation

Assurer la continuité de chaque canal par des buses dimensionné suivant le débit généralement on prend des rayons > 1000 mm pour facilité les opérations d'aménagement

Pour la protection des buses on réalise des gaines de protection, Ce dispositif consiste à faire :

- o Un lit de pose en béton de propreté au dessous de la buse.
- o Une couche de sable bien compacté pour le remplissage des vides entre les deux parois
- o Deux parois latérales pour protéger la couche de sable

- ☞ D'autres mesures

- Limiter les interventions sur les sols sensibles à l'érosion.
- N'obstruer en aucun temps le passage des eaux et s'assurer de la présence d'un canal d'écoulement pour évacuer les crues subites.
- Implanter des enrochements (perré) pour protéger la surface des fossés
- dans les secteurs en pente, particulièrement là où le sol est sensible à l'érosion et dans les zones de mouvement de terrain.

➤ **Milieu biologique :**

- Éviter de rediriger les eaux de ruissellement directement vers les fossés d'irrigation.
- Utiliser de façon optimale le réseau d'assainissement de la région.
- Durant et après les travaux de construction, s'assurer que les abords de la pénétrante soient bien drainés afin d'éviter la formation de mares stagnantes favorisant la formation de salines.

➤ **Milieu humain :**

- Créer des passages agricoles pour les usagers des pistes et pour les animaux
- Baliser les infrastructures temporaires ou permanentes (par exemple les fossés, etc.) qui présentent un risque d'accident.
- Utiliser une signalisation adéquate, s'assurer d'une vitesse maximale. appropriée pour la circulation de la machinerie et des véhicules lourds.
- Baliser les infrastructures publiques (par exemple les lignes électriques et les réseaux d'assainissement) qui se situent à l'intérieur des aires de travaux ou à proximité.

➤ **Milieu visuel :**

- Réaliser les travaux de terrassement des pentes selon les normes et le recouvrement des surfaces à l'aide d'une couche de terre végétale suffisante pour la reprise de la végétation.
- Effectuer des travaux de reboisement pour assurer la stabilité des talus et pour donner un bon paysage au site.

b) Mesures d'atténuation générales :

- Les chemins d'accès au chantier ou à toute aire aménagement temporaire doivent être à 60 m du milieu hydrique au minimum
- Utiliser une machinerie en bon état de fonctionnement afin de minimiser les risques de déversement accidentel.
- L'abattage doit être fait de façon à ne pas endommager les arbres et les arbustes à conserver;
- Végéter toutes les surfaces déboisées ou défrichées durant les travaux qui sont situées à l'extérieur de l'emprise de la nouvelle route;
- Assurer l'efficacité de la reprise végétale après la fin du projet.
- Assurer que le réseau de drainage ne modifiera pas les conditions hydrologiques des propriétés voisines de l'emprise (assèchement de zones marécageuses ou création de zones d'accumulation d'eau);
- S'assurer que les fossés et les ponceaux sont de dimensions suffisantes pour évacuer les eaux de ruissellement provenant de la pénétrante et des cours d'eau traversant l'emprise.

c) Mesures applicables :

1) Installation et emplacement des chantiers :

➤ **Emplacement des Chantiers :**

Le choix de l'emplacement du chantier nécessitera une attention toute particulière. De manière générale, le site devra être situé de telle sorte qu'il permette un accès aisé :

- Aux routes principales existantes,
- Aux sites de construction,
- Aux infrastructures existantes,

➤ **Déversement des Eaux Usées :**

D'une manière générale, il est souhaitable que le chantier soit relié à un système d'égout existant avec l'approbation des services compétents. Cette approbation dépendra du volume des eaux usées, des capacités existantes du système et de décharge à traiter le type de déchets prévu.

Lorsque le raccordement à un système existant ne peut être envisagé, il est nécessaire de mettre en place un système autonome de récupération et de **décharge** des eaux usées. Dans ce cas, il s'agira de choisir le site en fonction des facteurs suivants :

- Les conditions souterraines, par exemple pour l'utilisation des fossés sceptiques.
- Le respect des ressources souterraines, en particulier en zones de recharge.

➤ **Accès :**

L'atténuation des impacts causés par le trafic de construction devrait comprendre :

- Le contrôle d'accès,
- le nettoyage de la route,
- la définition des routes et pistes d'accès autorisé.
- Le contrôle d'accès nécessitera la restriction des mouvements tournants aux points d'accès autorisés, ainsi que l'amélioration éventuelle de l'agencement des points de jonction afin d'éviter et réduire les accidents.

Certaines mesures concernant la maintenance de la route d'accès seront nécessaires afin que sa chaussée soit gardée en bon état. Les flaques d'huile, la boue et autres matériaux devront être nettoyés régulièrement.

En plus du programme de contrôle d'accès, l'entrepreneur devra soumettre un programme de maintenance de la route et de signalisation.

CHAPITRE (XII)



Ouvrage D'Art

I. Introduction :

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

Ce chapitre présentera les ouvrages d'art existants, ainsi le type de l'ouvrage à concevoir pour franchir les routes et les pistes existantes.

II. Conception du pont:

La conception du pont doit satisfaire à un certain nombre d'exigence puisqu'il est destiné à offrir un service à des usagers.

On distingue les exigences fonctionnelles qui sont des caractéristiques permettre au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement, et les exigences naturelles qui sont les exemples des éléments de son environnement influant sur sa conception.

1. L'exigence fonctionnelle :

Ces exigences concernant :

❖ Le tracé en plan :

Le tableau suivant présente la longueur et la largeur de chaque OA.

	La longueur de l'OA	La largeur l'OA	PK
2 OA pour le passage sur Oued Meurad	60 m	10.5	2+640
1 OA de la route Hadjout – douar Ouled Oueli	26	10.5	5+358

❖ La ligne rouge :

Les lignes rouges des routes doit être passé par les ouvrages

❖ La chaussée :

Le tableau suivant présente la largeur roulable de chaque OA.

	La Largeur Roulable
2 OA pour le passage sur Oued Meurad	8
1 OA de la route Hadjout – douar Ouled Oueli	8

❖ Les trottoirs :

Les trottoirs ont une largeur de 1.2m. Chaque trottoir doit être équipé d'un garde -corps et d'une glissière de sécurité, leur rôle est de protéger les piétons.

❖ Gabarit à réserver :

On appelle gabarit le minimum à dégager au-dessus la voie franchie, mesuré perpendiculairement à cette voie.

En Algérie, il est réglementé que le passage sur :

- Les autoroutes et les routes expresses doivent respecter un gabarit de 5,25 m.
- Les routes ordinaires doivent respecter un gabarit de 4,50 à 4,80 m.

❖ L'adaptation architecture en site :

Il faut prendre en compte la qualité esthétique de l'ouvrage et son adaptation au site.

2. Les exigences naturelles :

La reconnaissance de la nature du sol est souvent décisive pour le choix entre plusieurs types d'ouvrages. Elle conditionne le type de l'ouvrage et l'emplacement de fondations des appuis.

III. CHOIX DU TYPE DE L'OUVRAGE

Notre but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions (économique et technique)

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

- ☞ La nature du sol.
- ☞ Le gabarit à respecter.
- ☞ Le profil en long de la chaussée.
- ☞ La portée de l'ouvrage.
- ☞ Position possible des appuis.

Plusieurs types sont envisagés, alors on procédera par élimination des ouvrages qui ne répondent pas à la condition imposée. Pour notre cas on propose trois variantes.

➤ **Variante 1 :** (Pont à poutres multiples en béton armé)

Ce type d'ouvrage a été largement employé au début. Le tablier est constitué des poutres longitudinales, qui sont solidarités entre elles par des entretoises sur appuis en travées, et par un hourdis formant la couche de roulement.

Les avantages et les inconvénients :

Les avantages	Les inconvénients
— Economique. — Maniabilité dans la réalisation. — Rationnel en cas des tassements différentiels.	— Portée limité à 20m. — implantation d'une pile massive sur le TPC. — Limitation de gabarit à cause de la hauteur totale demandée par un tablier en BA. — Inconfort au niveau de joint de chaussée.

➤ **Variante 2:** (Pont à poutres préfabriquées précontraintes par poste tension VIPP)

La précontrainte est un traitement mécanique qui consiste à utiliser des câbles de haute résistance à la traction à la place des armatures passives.

Les avantages et les inconvénients :

Les avantages	Les inconvénients
– Economique (réduction du nombre de travées). – Maniabilité dans la réalisation – Rationnel en cas des tassements différentiels. – Procédé de préfabrication qui optimise l'utilisation du coffrage.	– Technologie couteuse. – Nécessite d'un personnel qualifié pour la mise en tension. – Inconfort au niveau de joint de chaussée. – Sur cout de la précontrainte.

➤ **Variante 3 :** (Pont mixte)

On fait une combinaison entre les ponts métalliques et les ponts en béton.

On utilisant :

- Les poutres et les entretoises métalliques.
- Les fondations +une dalle en béton armé.

Les avantages et les inconvénients :

Les avantages	Les inconvénients
– Fonctionnement isostatique rationnel en cas de tassement différentiel – Tablier à faible hauteur qui dégage un bon gabarit exécution facile – Offre des grandes portées – La légèreté de la structure	– Surcout de la maintenance contre la corrosion et la fatigue dans les assemblages – Technologie couteuse – Problème de transport des poutres – Calcul et vérification fastidieux en phase d'étude

IV. Conclusion :

Après l'analyse comparative entre les trois variantes nous avons décidé de choisir :

- Deux ponts symétriques séparés à poutre en béton précontrainte pour le passage sur Oued Meurad.
- Un pont à poutres en béton précontrainte pour la route Hadjout – douar Ouled Oueli.

CHAPITRE (XIII)



SIGNALISATION

Eclairage**I. SIGNALISATION :****1) Introduction :**

La signalisation routière enquière une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que la circulation se développe et que la vitesse des véhicules augmente.

Le but de la signalisation est de rendre plus sur et facile la circulation et d'assurer aux usagers la sécurité totale.

Le gabarit réduit ainsi que les caractéristiques du profil en long nécessitent une signalisation particulière.

Les problèmes que cette signalisation doit résoudre sont les suivants :

- Annoncer la proximité du passage souterrain et de son gabarit réduit, et indiquer clairement quelle file de circulation y mène.
- Faire ralentir (éventuellement) les véhicules qui sont engagés dans la file menant au souterrain.

2)

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

3) Catégories de signalisation :

On distingue :

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

4) Règles à respecté pour la signalisation:

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.

Eclairage**5) Types de signalisation :**

On distingue deux types de signalisation :

❖ **Signalisation horizontale :**

Le marquage des chaussées doit indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Les marquages horizontaux se divisent en trois types :

❖ **Marquages longitudinaux :**

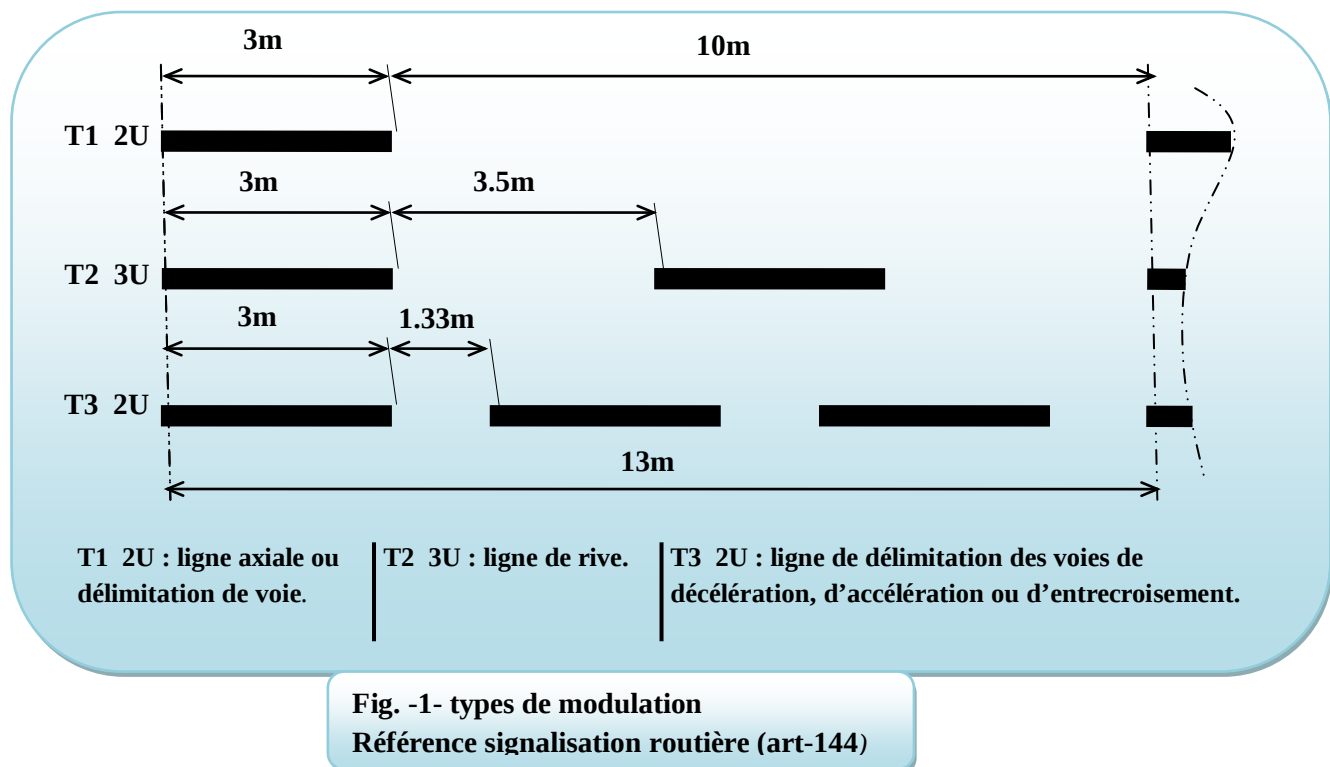
- ☞ Lignes discontinues de type T1, T2 ou T3.
- ☞ Lignes mixtes : lignes continues doublées par ligne discontinue du type T1 dans le cas général.

❖ **Marquages transversaux :**

- ☞ Ligne STOP : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue.

L'objet de la signalisation routière :

- ☞ Ligne « cédez le passage » (T1, 5U).
- ☞ Ligne « effet des signaux » (T2, 3U).



Eclairage**❖ Signalisation verticale :**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

❖ Signaux de danger :

☞ Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

☞ Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

❖ Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

☞ L'interdiction.

☞ L'obligation.

☞ La fin de prescription.

6) Catégories de panneaux :

Panneaux de danger ; (type A) triangle équilatéral, pointe en haut.

Signaux de réglementation, se subdivisent en :

☞ signaux de priorités (type B)

☞ signaux d'intersection ou de restriction (type C)

☞ signaux d'obligation (type D)

Signaux d'indication

7) Application au projet:

La signalisation de notre projet est basée sur les points suivants:

❖ Marquage peint**❖ Signalisation verticale**

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

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E₃, E₄).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E₁₄, E₁₅).

Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

Eclairage

❖ Les signaux routiers qui sont utilisé pour l'évitement sont :

	
A1b Virage à gauche	A1a Virage à droite
	
A3 Chaussée rétrécie	A15a2 Passage d'animaux domestiques

		
Limitation de vitesse		

❖ Les signaux routiers qui sont utilisé pour les carrefours sont :

		
B1 Sens interdit à tout véhicule	AB25 Carrefour à sens giratoire	AB3a Cédez le passage à l'intersection. Signal de position

Eclairage**II. Eclairage :****1. Introduction**

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

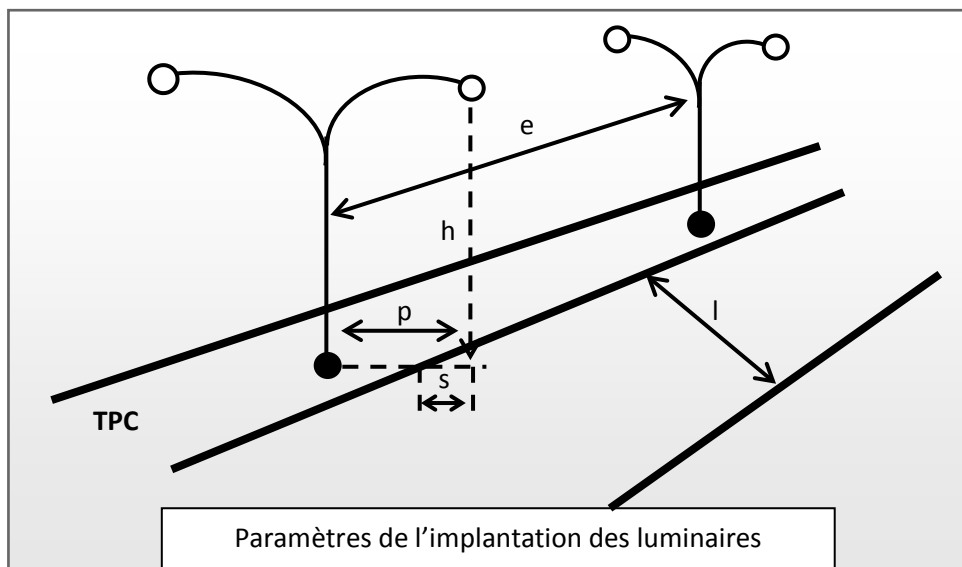
Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

2. Paramètres de l'implantation des luminaires

- ☞ L'espacement (**e**) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- ☞ La hauteur (**h**) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de **8 à 10 m** et par fois **12 m** 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.



Application au projet

❖ **Eclairage de notre projet**

Les lampadaires sont implantés dans le centre de plein central avec deux foyers portés par le même support de 10m de hauteur, éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

❖ **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).

Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	P. U (DA)	QUANTITE	MONTANT(DA)
1	Acquisition des terrains	M2	1000	266600	266.600.000,00
	TOTAL 1				266.600.000,00
2	INSTALLATION DU CHANTIER				
	Forfait d'amenée du matériel et d'installation de chantier	forfait	1 500 000	/	1.500.000,00
	Forfait de repli du matériel et des installations de chantier	forfait	500 000	/	500.000,00
	TOTAL 2				2.000.000,00
	TERRASSEMENT				
3	Décapage de la terre végétale 20 à 30 cm	M3	80	54724	4.377.920,00
	Déblais en sol inutilisable mis en dépôt	M3	250	295605	73.901.250,00
	Remblais en provenance d'emprunts	M3	350	121607	42.562.450,00
	TOTAL 3				120.841.620,00
4	CHAUSSEE				
	Couche de forme	M3	720	62933,9	45.312.408,00
	Couche de fondation en GNT	M3	2500	34967	87.417.500,00
	Couche de base en grave bitume (2,2t/m3)	T	4500	40526,2	182.367.900,00
	Couche d'imprégnation (0,8kg/m2)	T	45000	74,648	3.359.160,00
	Couche d'accrochage (0,2à0, 3kg/m2)	T	35000	27,993	979.755,00
	Couche de roulement en BB (2,3t/m3)	T	5500	12900,7	70.953.850,00
	Matériaux sélectionnés pour accotements	M3	800	14176	11.340.800,00
	TOTAL 4				401.731.373,00
5	Aménagements et équipements (carrefours, TPC)				
	Bordures préfabriqués pour TPC	ml	700	6665	4.665.500,00
	Bordures des carrefours	ml	650	505	328.250,00
	TOTAL 5				4.993.750,00
6	Ouvrages d'art	M2	400 000	1248	499.200.000,00
	TOTAL 6				499.200.000,00

7	Assainissement				
	Fossé en béton,	ML	2 000	13330	26.660.000,00
	Buses Ø=600 mm,	ML	9 000	24	216.000,00
	Buses Ø=700 mm,	ML	11 000	48	528.000,00
	Buses Ø=900 mm,	ML	14 000	40	560.000,00
	Buses Ø=1000 mm,	ML	15 600	23	358.800,00
	Dalots en béton armé (2x1.5)	ML	55 000	24	1.320.000,00
	Dalots en béton armé (4x3.5)	ML	135 000	25	3.375.000,00
	Dalots en béton armé (4x4)	ML	155 000	33	5.115.000,00
	TOTAL 7				38.132.800,00
8	Signalisation	Forfait 5%	1 021 772 993		51.088.649,65
	TOTAL 8				51.088.650,00
	TOTAL BRUTE				1.384.588.193,00
	TVA FORFAIT (17% DU TOTAL BRUTE)				235.379.993,00
	TOTAL GENERAL				1.619.968.185,00

Un Milliard Six Cent Dix Neuf Millions Neuf Cent Soixante Huit Mille Cent Quatre-vingts Cinq Dinars Algérien

CONCLUSION GENERALE

Comme conclusion de ce projet intitulé «Etude l'évitement de la ville Hadjout par le sud», nous voudrions indiquer quelques remarques sur les obstacles que nous avons rencontrés lors de ce travail.

Sachant que pour ce tracé, il nous est imposé de suivre un couloir très limité par le levé topographique c'est pour ça on n'a pas fait l'étude APS convenablement, on a essayé de faire une étude complète qui englobe la partie géométrique « le tracé en plan, profil en long...etc. », la géotechnique, l'étude hydraulique, la signalisation ...».

Ayant finalisé la conception, une majeure partie de l'étude ne nous a pas été permis à cause du délai insuffisant et le manque du données qui on a.

Enfin, on peut dire que ce projet de fin d'études a été une opportunité pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'école nationale supérieur des travaux publics.

Ce projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques réels qui peuvent se présenter dans un projet routier. il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet routier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le PISTE, COVADIS et l'AUTOCAD ainsi que la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.

Pour notre étude nous avons appliqué régulièrement toutes les normes, directives et les recommandations liés au domaine routier pour franchir les contraintes rencontrées sur le terrain.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle.

Référence Bibliographique

- Cours de routes de 4^{ème} année ENSTP ;
- Cours de 5^{ème} année ENSTP ;
- Cours d'hydraulique de 4^{ème} année ENSTP ;
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes) ;
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) ;
- Les Signaux Routiers (SETRA) ;
- ENSTP : anciennes mémoires de Fin d'étude ;
- Aménagement des carrefours (SETRA) ;
- Cours de l'ENTPE (tome 01, tome 02) ;
- Manuel de projet de routes ;

Logiciels utilisés

- Piste 5.06 ;
- AutoCAD ;
- Alize III ;
- Office 2007 ;
- Manuel ;
- Google Earth ;

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

**Etude de l'évitement de la ville de Hadjout par
le sud
ANNEXES**

Encadré par :

Mr. Goumettre Ahmed

Présenté par :

**Lachtar M^{ed} Khalil
Bouaichaoui Sallah Eddine**

Proposé par:

SAETI

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

AXE EN PLAN

ELEMENT	CRACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
D1	GIS = 95.204g	126.704	0.000	2003.401	4990.868
			126.704	2129.746	5000.405
L1	A = 355.000 Rf= 900.000 L = 140.028				
			266.732	2269.019	5014.557
	XC= 2131.736 YC= 5904.025 R = 900.000 L = 71.181				
			337.913	2338.864	5028.184
	Rd= 900.000 A = 355.000 L = 140.028	351.237			
			477.941	2473.243	5067.421
D2	GIS = 80.264g	285.750	477.941	2473.243	5067.421
			763.691	2745.371	5154.596
L2	A = 355.000 Rf= -900.000 L = 140.028				
			903.718	2879.750	5193.832
	XC= 3086.878 YC= 4317.991 R = -900.000 L = 121.613				
			1025.331	2999.627	5213.752
	Rd= -900.000 A = 355.000 L = 140.028	401.668			
			1165.359	3139.473	5220.082
D3	GIS = 98.771g	298.842	1165.359	3139.473	5220.082
			1464.201	3438.260	5225.851
L3	A = 262.000 Rf= -600.000 L = 114.407				
			1578.607	3552.611	5224.425
	XC= 3507.035 YC= 4626.158 R = -600.000 L = 104.328				
			1682.935	3655.427	5207.519
	Rd= -600.000 A = 262.000 L = 114.407	333.141			
			1797.342	3764.214	5172.254

D4	GIS = 121.979g	238.813			
			2036.155	3988.935	5091.431
L4	A = 180.000 Rf= -350.000 L = 92.571				
			2128.727	4074.513	5056.322
	XC= 3913.668 YC= 4745.470 R = -350.000 L = 109.059				
			2237.786	4162.068	4992.041
	Rd= -350.000 A = 180.000 L = 92.571	294.202			
D5	GIS = 158.654g	122.512	2330.357	4221.199	4920.909
			2452.870	4295.289	4823.339
L5	A = 180.000 Rf= -350.000 L = 92.571				
			2545.441	4347.928	4747.278
	XC= 4043.708 YC= 4574.217 R = -350.000 L = 411.506				
			2956.948	4320.522	4360.036
	Rd= -350.000 A = 180.000 L = 92.571	596.649			
D6	GIS = 250.342g	205.723	3049.519	4257.695	4292.147
			3255.242	4111.448	4147.461
L12	A = 135.200 Rf= 249.100	73.381			
C1'	XC= 4261.210 YC= 3943.953 R = 249.100	84.606	3328.623	4061.926	4093.407
			3413.229	4023.519	4018.477
LS	Rd= 249.100 A = 243.983 L = 238.971				
			3652.200	4027.366	3781.972
	A = 243.983 Rf= -249.100 L = 238.971	477.943			
C2'	XC= 3793.523 YC= 3619.991 R = -249.100	36.255	3891.171	4031.213	3545.466
			3927.427	4017.892	3511.782

L11	Rd= -249.100 A = 135.200	73.381			
D8	GIS = 237.985g	858.024	4000.807	3979.726	3449.191
L8	A = 163.000 Rf= 250.000 L = 106.276		4858.831	3497.615	2739.420
			4965.107	3444.378	2647.686
	XC= 3676.161 YC= 2554.002 R = 250.000 L = 120.248				
			5085.355	3427.333	2529.820
	Rd= 250.000 A = 163.000 L = 106.276	332.800			
D9	GIS = 180.301g	205.925	5191.631	3452.401	2426.762
L9	A = 163.000 Rf= -250.000 L = 106.276		5397.557	3515.109	2230.617
			5503.833	3540.177	2127.559
	XC= 3291.350 YC= 2103.377 R = -250.000 L = 125.459				
			5629.291	3521.130	2004.883
	Rd= -250.000 A = 163.000 L = 106.276	338.011			
D10	GIS = 239.312g	112.968	5735.567	3465.993	1914.278
L10	A = 163.000 Rf= -250.000 L = 106.276		5848.535	3400.584	1822.172
			5954.811	3333.208	1740.259
	XC= 3164.499 YC= 1924.752 R = -250.000 L = 154.292				
			6109.103	3195.313	1676.658
	Rd= -250.000 A = 163.000 L = 106.276	366.844			
D11	GIS = 305.665g	449.489	6215.379	3089.268	1678.584
			6664.868	2641.558	1718.528
LONGUEUR DE L'AXE 6664.868					

PROFIL EN LONG

ELEMENT	CARACTERISTIQUES DES ELEMENT	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	99.860
D1	PENTE= 2.323 %	493.239		
			493.239	111.317
PR1	S= -203.6317 Z= 103.2237 R = 30000.00	212.021		
			705.261	116.992
D2	PENTE= 3.030 %	168.137		
			873.398	122.086
PR2	S= 979.4351 Z= 123.6920 R = -3500.00	184.465		
			1057.862	122.813
D3	PENTE= -2.241 %	33.539		
			1091.402	122.062
PR3	S= 1169.8289 Z= 121.1830 R = 3500.00	232.217		
			1323.618	124.562
D4	PENTE= 4.394 %	121.197		
			1444.816	129.887
PR4	S= 1554.6655 Z= 132.3006 R = -2500.00	137.588		
			1582.404	132.147
D5	PENTE= -1.110 %	51.977		
			1634.381	131.570
PR5	S= 1662.1195 Z= 131.4161 R = 2500.00	171.239		
			1805.619	135.535
D6	PENTE= 5.740 %	254.504		
			2060.123	150.143
PR6	S= 2232.3232 Z= 155.0852 R = -3000.00	370.813		
			2430.937	148.511
D7	PENTE= -6.620 %	21.390		
			2452.327	147.095
PR7	S= 2650.9401 Z= 140.5200 R = 3000.00	186.226		
			2638.553	140.546
D8	PENTE= -0.413 %	325.278		
			2963.831	139.202
PR8	S= 2922.5415 Z= 139.2877 R = -10000.00	253.078		
			3216.909	134.955
D9	PENTE= -2.944 %	271.860		
			3488.769	126.952
PR9	S= 3783.1360 Z= 122.6198 R = 10000.00	122.462		

			3611.231	124.097
D10	PENTE= -1.719 %	509.316		
			4120.548	115.342
PR10	S= 4292.4524 Z= 113.8645 R = 10000.00	118.905		
			4239.452	114.005
D12	PENTE= -0.530 %	581.728		
			4821.180	110.922
PR12	S= 4852.9804 Z= 110.8375 R = 6000.00	317.639		
			5138.820	117.646
D13	PENTE= 4.764 %	91.666		
			5230.486	122.013
PR13	S= 5421.0453 Z= 126.5522 R = -4000.00	414.648		
			5645.134	120.275
D14	PENTE= -5.602 %	127.871		
			5773.006	113.112
PR14	S= 5997.0944 Z= 106.8346 R = 4000.00	151.069		
			5924.074	107.501
D15	PENTE= -1.825 %	73.648		
			5997.723	106.157
PR15	S= 6143.7628 Z= 104.8237 R = 8000.00	44.554		
			6042.277	105.467
D16	PENTE= -1.269 %	318.408		
			6360.685	101.428
PR16	S= 6233.8275 Z= 102.2328 R = -10000.00	18.631		
			6379.315	101.174
D17	PENTE= -1.455 %	285.553		
			6664.868	97.020
LONGUEUR DE L'AXE 6664.868				

TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	99.864	99.860	2003.401	4990.868	195.204g	2.50	-2.50
2	20.000	99.848	100.325	2023.344	4992.373	195.204g	2.50	-2.50
3	40.000	100.446	100.789	2043.288	4993.878	195.204g	2.50	-2.50
4	60.000	100.908	101.254	2063.231	4995.384	195.204g	2.50	-2.50
5	80.000	101.415	101.718	2083.174	4996.889	195.204g	2.50	-2.50
6	100.000	101.900	102.183	2103.117	4998.395	195.204g	2.50	-2.50
7	120.000	102.463	102.647	2123.061	4999.900	195.204g	2.50	-2.50
8	126.704	102.660	102.803	2129.746	5000.405	195.204g	2.50	-2.50
9	140.000	103.043	103.112	2143.004	5001.408	195.159g	2.50	-2.03
10	160.000	103.582	103.577	2162.943	5002.959	194.924g	2.50	-1.31
11	180.000	104.117	104.041	2182.875	5004.616	194.486g	2.50	-0.60
12	200.000	104.554	104.506	2202.791	5006.440	193.847g	2.50	0.12
13	220.000	104.953	104.970	2222.685	5008.497	193.005g	2.50	0.83
14	240.000	105.371	105.435	2242.546	5010.847	191.962g	2.50	1.55
15	260.000	105.976	105.900	2262.362	5013.555	190.716g	2.50	2.26
16	266.732	106.288	106.056	2269.019	5014.557	190.251g	2.50	2.50
17	280.000	106.460	106.364	2282.116	5016.678	189.313g	2.50	2.50
18	300.000	106.776	106.829	2301.796	5020.238	187.898g	2.50	2.50
19	320.000	107.179	107.293	2321.392	5024.235	186.483g	2.50	2.50
20	337.913	107.567	107.709	2338.864	5028.184	185.216g	2.50	2.50
21	340.000	107.614	107.758	2340.895	5028.667	185.070g	2.50	2.43
22	360.000	108.221	108.222	2360.297	5033.517	183.777g	2.50	1.71
23	380.000	108.540	108.687	2379.606	5038.729	182.687g	2.50	1.00
24	400.000	108.999	109.152	2398.831	5044.241	181.798g	2.50	0.28
25	420.000	109.452	109.616	2417.987	5049.990	181.112g	2.50	-0.43
26	440.000	109.937	110.081	2437.089	5055.915	180.627g	2.50	-1.15
27	460.000	110.417	110.545	2456.156	5061.955	180.345g	2.50	-1.86
28	477.941	110.833	110.962	2473.243	5067.421	180.264g	2.50	-2.50
29	480.000	110.881	111.010	2475.204	5068.049	180.264g	2.50	-2.50
30	500.000	111.345	111.475	2494.251	5074.150	180.264g	2.50	-2.50
31	520.000	111.806	111.951	2513.298	5080.252	180.264g	2.50	-2.50
32	540.000	112.297	112.440	2532.344	5086.353	180.264g	2.50	-2.50
33	560.000	112.848	112.943	2551.391	5092.455	180.264g	2.50	-2.50
34	580.000	113.337	113.458	2570.437	5098.556	180.264g	2.50	-2.50
35	600.000	113.557	113.987	2589.484	5104.658	180.264g	2.50	-2.50
36	620.000	114.949	114.530	2608.530	5110.759	180.264g	2.50	-2.50
37	640.000	115.420	115.086	2627.577	5116.861	180.264g	2.50	-2.50
38	660.000	115.892	115.655	2646.624	5122.962	180.264g	2.50	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

39	680.000	116.431	116.237	2665.670	5129.064	180.264g	2.50	-2.50
40	700.000	116.984	116.833	2684.717	5135.165	180.264g	2.50	-2.50
41	720.000	117.579	117.438	2703.763	5141.267	180.264g	2.50	-2.50
42	740.000	118.134	118.044	2722.810	5147.368	180.264g	2.50	-2.50
43	760.000	118.639	118.650	2741.856	5153.470	180.264g	2.50	-2.50
44	763.691	118.732	118.762	2745.371	5154.596	180.264g	2.50	-2.50
45	780.000	119.174	119.256	2760.905	5159.566	180.331g	1.92	-2.50
46	800.000	119.743	119.862	2779.969	5165.613	180.597g	1.20	-2.50
47	820.000	120.348	120.468	2799.067	5171.549	181.065g	0.49	-2.50
48	840.000	120.793	121.074	2818.218	5177.315	181.734g	-0.22	-2.50
49	860.000	121.225	121.680	2837.437	5182.848	182.606g	-0.94	-2.50
50	880.000	121.662	122.279	2856.739	5188.087	183.681g	-1.65	-2.50
51	900.000	122.104	122.791	2876.133	5192.969	184.957g	-2.37	-2.50
52	903.718	122.174	122.873	2879.750	5193.832	185.216g	-2.50	-2.50
53	920.000	122.475	123.187	2895.628	5197.436	186.368g	-2.50	-2.50
54	940.000	122.845	123.470	2915.216	5201.469	187.783g	-2.50	-2.50
55	960.000	123.279	123.638	2934.890	5205.065	189.197g	-2.50	-2.50
56	980.000	123.210	123.692	2954.639	5208.223	190.612g	-2.50	-2.50
57	1000.000	123.018	123.632	2974.453	5210.942	192.027g	-2.50	-2.50
58	1020.000	123.040	123.457	2994.322	5213.219	193.441g	-2.50	-2.50
59	1025.331	123.086	123.391	2999.627	5213.752	193.818g	-2.50	-2.50
60	1040.000	123.196	123.168	3014.237	5215.059	194.802g	-1.98	-2.50
61	1060.000	122.789	122.765	3034.184	5216.503	195.967g	-1.26	-2.50
62	1080.000	122.358	122.317	3054.153	5217.612	196.931g	-0.55	-2.50
63	1100.000	121.570	121.880	3074.136	5218.451	197.692g	0.17	-2.50
64	1120.000	120.691	121.538	3094.126	5219.083	198.251g	0.88	-2.50
65	1140.000	120.290	121.310	3114.120	5219.571	198.609g	1.59	-2.50
66	1160.000	120.206	121.197	3134.116	5219.979	198.764g	2.31	-2.50
67	1165.359	120.184	121.186	3139.473	5220.082	198.771g	2.50	-2.50
68	1180.000	120.222	121.198	3154.112	5220.365	198.771g	2.50	-2.50
69	1200.000	120.410	121.313	3174.108	5220.751	198.771g	2.50	-2.50
70	1220.000	120.656	121.543	3194.104	5221.137	198.771g	2.50	-2.50
71	1240.000	121.005	121.886	3214.101	5221.523	198.771g	2.50	-2.50
72	1260.000	121.261	122.345	3234.097	5221.909	198.771g	2.50	-2.50
73	1280.000	121.660	122.917	3254.093	5222.295	198.771g	2.50	-2.50
74	1300.000	122.365	123.604	3274.089	5222.681	198.771g	2.50	-2.50
75	1320.000	123.327	124.405	3294.086	5223.067	198.771g	2.50	-2.50
76	1340.000	124.140	125.282	3314.082	5223.454	198.771g	2.50	-2.50
77	1360.000	124.989	126.160	3334.078	5223.840	198.771g	2.50	-2.50
78	1380.000	125.816	127.039	3354.075	5224.226	198.771g	2.50	-2.50
79	1400.000	126.656	127.918	3374.071	5224.612	198.771g	2.50	-2.50
80	1420.000	127.864	128.797	3394.067	5224.998	198.771g	2.50	-2.50
81	1440.000	129.112	129.676	3414.063	5225.384	198.771g	2.50	-2.50
82	1460.000	130.169	130.508	3434.060	5225.770	198.771g	2.50	-2.50
83	1464.201	130.440	130.664	3438.260	5225.851	198.771g	2.50	-2.50
84	1480.000	131.301	131.186	3454.056	5226.147	198.887g	1.81	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

85	1500.000	131.678	131.703	3474.054	5226.431	199.365g	0.94	-2.50
86	1520.000	131.499	132.060	3494.054	5226.507	200.215g	0.06	-2.50
87	1540.000	130.936	132.258	3514.052	5226.257	201.435g	-0.81	-2.50
88	1560.000	130.320	132.295	3534.039	5225.566	203.027g	-1.69	-2.50
89	1578.607	130.934	132.186	3552.611	5224.425	204.840g	-2.50	-2.50
90	1580.000	130.977	132.172	3554.000	5224.318	204.988g	-2.50	-2.50
91	1600.000	131.575	131.951	3573.908	5222.420	207.110g	-2.50	-2.50
92	1620.000	131.685	131.730	3593.743	5219.860	209.232g	-2.50	-2.50
93	1640.000	131.620	131.514	3613.481	5216.641	211.354g	-2.50	-2.50
94	1660.000	131.406	131.417	3633.101	5212.765	213.476g	-2.50	-2.50
95	1680.000	130.968	131.480	3652.581	5208.238	215.599g	-2.50	-2.50
96	1682.935	130.901	131.503	3655.427	5207.519	215.910g	-2.50	-2.50
97	1700.000	130.851	131.703	3671.903	5203.075	217.586g	-1.75	-2.50
98	1720.000	130.615	132.086	3691.070	5197.367	219.206g	-0.88	-2.50
99	1740.000	131.297	132.629	3710.104	5191.228	220.455g	-0.01	-2.50
100	1760.000	131.751	133.332	3729.034	5184.773	221.333g	0.87	-2.50
101	1780.000	133.038	134.195	3747.892	5178.111	221.840g	1.74	-2.50
102	1797.342	133.948	135.073	3764.214	5172.254	221.979g	2.50	-2.50
103	1800.000	134.074	135.218	3766.716	5171.354	221.979g	2.50	-2.50
104	1820.000	135.015	136.360	3785.535	5164.586	221.979g	2.50	-2.50
105	1840.000	136.144	137.508	3804.355	5157.817	221.979g	2.50	-2.50
106	1860.000	137.197	138.656	3823.175	5151.048	221.979g	2.50	-2.50
107	1880.000	138.298	139.804	3841.995	5144.280	221.979g	2.50	-2.50
108	1900.000	139.533	140.952	3860.815	5137.511	221.979g	2.50	-2.50
109	1920.000	140.794	142.100	3879.634	5130.742	221.979g	2.50	-2.50
110	1940.000	141.929	143.248	3898.454	5123.974	221.979g	2.50	-2.50
111	1960.000	143.025	144.396	3917.274	5117.205	221.979g	2.50	-2.50
112	1980.000	144.093	145.544	3936.094	5110.436	221.979g	2.50	-2.50
113	2000.000	145.136	146.692	3954.914	5103.668	221.979g	2.50	-2.50
114	2020.000	146.224	147.840	3973.733	5096.899	221.979g	2.50	-2.50
115	2036.155	147.162	148.767	3988.935	5091.431	221.979g	2.50	-2.50
116	2040.000	147.385	148.988	3992.553	5090.130	221.994g	2.29	-2.50
117	2060.000	148.648	150.136	4011.349	5083.296	222.538g	1.21	-2.50
118	2080.000	149.683	151.218	4030.043	5076.186	223.868g	0.13	-2.50
119	2100.000	150.807	152.167	4048.536	5068.573	225.984g	-0.95	-2.50
120	2120.000	151.845	152.982	4066.714	5060.238	228.886g	-2.03	-2.50
121	2128.727	152.232	153.296	4074.513	5056.322	230.398g	-2.50	-2.50
122	2140.000	152.790	153.665	4084.440	5050.981	232.449g	-2.50	-2.50
123	2160.000	153.647	154.213	4101.609	5040.729	236.087g	-2.50	-2.50
124	2180.000	154.291	154.629	4118.165	5029.513	239.725g	-2.50	-2.50
125	2186.843	154.499	154.740	4123.679	5025.461	240.969g	-2.50	-2.50
126	2200.000	154.747	154.911	4134.054	5017.370	243.362g	-2.50	-2.50
127	2220.000	155.219	155.060	4149.223	5004.340	247.000g	-2.50	-2.50
128	2225.964	155.168	155.078	4153.600	5000.288	248.085g	-2.50	-2.50
129	2237.786	154.754	155.080	4162.068	4992.041	250.235g	-2.50	-2.50
130	2240.000	154.685	155.075	4163.623	4990.465	250.633g	-2.38	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

131	2260.000	154.055	154.958	4177.249	4975.827	253.791g	-1.30	-2.50
132	2280.000	153.043	154.706	4190.227	4960.611	256.163g	-0.22	-2.50
133	2300.000	152.057	154.322	4202.726	4944.999	257.749g	0.86	-2.50
134	2320.000	150.667	153.804	4214.931	4929.155	258.549g	1.94	-2.50
135	2330.357	149.853	153.483	4221.199	4920.909	258.654g	2.50	-2.50
136	2340.000	149.095	153.153	4227.030	4913.230	258.654g	2.50	-2.50
137	2360.000	148.001	152.368	4239.126	4897.302	258.654g	2.50	-2.50
138	2380.000	147.189	151.450	4251.221	4881.373	258.654g	2.50	-2.50
139	2400.000	146.013	150.399	4263.316	4865.445	258.654g	2.50	-2.50
140	2420.000	142.430	149.215	4275.411	4849.517	258.654g	2.50	-2.50
141	2440.000	138.208	147.911	4287.506	4833.589	258.654g	2.50	-2.50
142	2452.870	138.085	147.059	4295.289	4823.339	258.654g	2.50	-2.50
143	2460.000	137.935	146.596	4299.599	4817.659	258.704g	2.11	-2.50
144	2480.000	137.668	145.390	4311.614	4801.670	259.377g	1.03	-2.50
145	2500.000	137.419	144.317	4323.359	4785.483	260.837g	-0.05	-2.50
146	2520.000	137.432	143.378	4334.628	4768.961	263.082g	-1.13	-2.50
147	2540.000	137.382	142.571	4345.202	4751.987	266.113g	-2.21	-2.50
148	2545.441	137.296	142.375	4347.928	4747.278	267.073g	-2.50	-2.50
149	2560.000	137.053	141.898	4354.862	4734.477	269.721g	-2.50	-2.50
150	2580.000	136.923	141.359	4363.506	4716.445	273.359g	-2.50	-2.50
151	2600.000	136.639	140.952	4371.107	4697.949	276.997g	-2.50	-2.50
152	2603.604	136.546	140.893	4372.364	4694.571	277.653g	-2.50	-2.50
153	2620.000	135.808	140.680	4377.640	4679.048	280.635g	-2.50	-2.50
154	2640.000	135.333	140.540	4383.082	4659.806	284.273g	-2.50	-2.50
155	2660.000	135.761	140.457	4387.416	4640.284	287.911g	-2.50	-2.50
156	2680.000	136.222	140.374	4390.628	4620.546	291.548g	-2.50	-2.50
157	2700.000	135.957	140.292	4392.708	4600.658	295.186g	-2.50	-2.50
158	2703.774	135.905	140.276	4392.972	4596.893	295.873g	-2.50	-2.50
159	2720.000	135.682	140.209	4393.648	4580.682	298.824g	-2.50	-2.50
160	2740.000	135.658	140.127	4393.446	4560.686	302.462g	-2.50	-2.50
161	2760.000	136.023	140.044	4392.102	4540.734	306.100g	-2.50	-2.50
162	2780.000	136.344	139.962	4389.621	4520.891	309.737g	-2.50	-2.50
163	2800.000	136.632	139.879	4386.011	4501.223	313.375g	-2.50	-2.50
164	2820.000	137.209	139.796	4381.284	4481.792	317.013g	-2.50	-2.50
165	2840.000	137.615	139.714	4375.454	4462.663	320.651g	-2.50	-2.50
166	2860.000	137.924	139.631	4368.542	4443.899	324.289g	-2.50	-2.50
167	2880.000	138.063	139.549	4360.569	4425.560	327.927g	-2.50	-2.50
168	2900.000	138.161	139.466	4351.561	4407.706	331.564g	-2.50	-2.50
169	2920.000	138.208	139.383	4341.549	4390.396	335.202g	-2.50	-2.50
170	2940.000	138.095	139.301	4330.565	4373.685	338.840g	-2.50	-2.50
171	2956.948	137.948	139.231	4320.522	4360.036	341.923g	-2.50	-2.50
172	2960.000	137.918	139.218	4318.644	4357.630	342.469g	-2.34	-2.50
173	2980.000	137.972	139.123	4305.873	4342.240	345.594g	-1.25	-2.50
174	3000.000	138.105	138.988	4292.454	4327.412	347.933g	-0.17	-2.50
175	3020.000	138.119	138.813	4278.587	4313.001	349.486g	0.91	-2.50
176	3040.000	138.124	138.598	4264.459	4298.845	350.253g	1.99	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

177	3049.519	138.228	138.482	4257.695	4292.147	350.342g	2.50	-2.50
178	3060.000	137.943	138.343	4250.244	4284.775	350.342g	2.50	-2.50
179	3080.000	137.490	138.048	4236.027	4270.709	350.342g	2.50	-2.50
180	3100.000	137.500	137.713	4221.809	4256.643	350.342g	2.50	-2.50
181	3120.000	137.148	137.338	4207.591	4242.577	350.342g	2.50	-2.50
182	3140.000	136.495	136.923	4193.373	4228.511	350.342g	2.50	-2.50
183	3160.000	136.023	136.468	4179.155	4214.445	350.342g	2.50	-2.50
184	3180.000	135.458	135.973	4164.937	4200.379	350.342g	2.50	-2.50
185	3200.000	134.855	135.439	4150.720	4186.313	350.342g	2.50	-2.50
186	3220.000	134.315	134.864	4136.502	4172.247	350.342g	2.50	-2.50
187	3240.000	133.976	134.275	4122.284	4158.181	350.342g	2.50	-2.50
188	3255.242	133.509	133.827	4111.448	4147.461	350.342g	2.50	-2.50
189	3260.000	133.444	133.687	4108.067	4144.114	350.302g	2.50	-2.18
190	3280.000	132.785	133.098	4093.946	4129.951	349.274g	2.50	-0.81
191	3300.000	132.031	132.509	4080.215	4115.411	346.853g	2.50	0.55
192	3320.000	131.384	131.920	4067.213	4100.218	343.039g	2.50	1.91
193	3328.623	131.228	131.667	4061.926	4093.407	340.965g	2.50	2.50
194	3340.000	131.055	131.332	4055.310	4084.153	338.057g	2.50	2.50
195	3360.000	130.870	130.743	4044.729	4067.187	332.946g	2.50	2.50
196	3380.000	130.810	130.154	4035.542	4049.428	327.834g	2.50	2.50
197	3400.000	130.845	129.566	4027.810	4030.989	322.723g	2.50	2.50
198	3413.229	130.896	129.176	4023.519	4018.477	319.342g	2.50	2.50
199	3420.000	130.956	128.977	4021.580	4011.989	317.636g	2.50	2.36
200	3440.000	131.199	128.388	4016.844	3992.563	312.884g	2.50	1.94
201	3460.000	131.443	127.799	4013.503	3972.848	308.559g	2.50	1.52
202	3480.000	130.927	127.211	4011.442	3952.958	304.662g	2.50	1.10
203	3500.000	130.112	126.628	4010.534	3932.981	301.192g	2.50	0.68
204	3520.000	128.201	126.082	4010.648	3912.983	298.151g	2.50	0.27
205	3540.000	126.512	125.576	4011.651	3893.009	295.537g	2.50	-0.15
206	3560.000	123.792	125.109	4013.405	3873.088	293.351g	2.50	-0.57
207	3580.000	122.490	124.683	4015.775	3853.229	291.593g	2.50	-0.99
208	3600.000	121.440	124.297	4018.627	3833.434	290.263g	2.50	-1.41
209	3620.000	120.842	123.947	4021.825	3813.691	289.360g	2.50	-1.83
210	3640.000	120.353	123.603	4025.237	3793.985	288.885g	2.50	-2.24
211	3652.200	120.042	123.393	4027.366	3781.972	288.806g	2.50	-2.50
212	3660.000	119.934	123.259	4028.729	3774.292	288.838g	2.34	-2.50
213	3680.000	119.659	122.915	4032.170	3754.590	289.219g	1.92	-2.50
214	3700.000	119.398	122.571	4035.427	3734.857	290.027g	1.50	-2.50
215	3720.000	119.005	122.228	4038.366	3715.075	291.264g	1.08	-2.50
216	3740.000	118.776	121.884	4040.854	3695.231	292.928g	0.66	-2.50
217	3760.000	118.572	121.540	4042.756	3675.322	295.019g	0.24	-2.50
218	3780.000	118.421	121.196	4043.935	3655.358	297.539g	-0.17	-2.50
219	3800.000	119.013	120.852	4044.256	3635.363	300.486g	-0.59	-2.50
220	3820.000	121.516	120.509	4043.585	3615.376	303.862g	-1.01	-2.50
221	3840.000	123.901	120.165	4041.788	3595.460	307.665g	-1.43	-2.50
222	3860.000	123.058	119.821	4038.739	3575.697	311.895g	-1.85	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

223	3880.000	121.243	119.477	4034.319	3556.197	316.554g	-2.27	-2.50
224	3891.171	120.644	119.285	4031.213	3545.466	319.342g	-2.50	-2.50
225	3900.000	120.260	119.133	4028.423	3537.091	321.599g	-2.50	-2.50
226	3920.000	119.141	118.790	4021.018	3518.518	326.710g	-2.50	-2.50
227	3927.427	118.696	118.662	4017.892	3511.782	328.608g	-2.50	-2.50
228	3940.000	118.238	118.446	4012.163	3500.591	331.546g	-1.64	-2.50
229	3960.000	118.045	118.102	4002.137	3483.288	335.085g	-0.28	-2.50
230	3980.000	117.512	117.758	3991.349	3466.448	337.231g	1.08	-2.50
231	4000.000	116.862	117.414	3980.179	3449.858	337.984g	2.44	-2.50
232	4000.807	116.836	117.400	3979.726	3449.191	337.985g	2.50	-2.50
233	4020.000	116.258	117.070	3968.941	3433.314	337.985g	2.50	-2.50
234	4040.000	116.202	116.727	3957.704	3416.770	337.985g	2.50	-2.50
235	4060.000	116.364	116.383	3946.466	3400.225	337.985g	2.50	-2.50
236	4080.000	116.366	116.039	3935.228	3383.681	337.985g	2.50	-2.50
237	4100.000	116.383	115.695	3923.991	3367.137	337.985g	2.50	-2.50
238	4120.000	116.077	115.351	3912.753	3350.592	337.985g	2.50	-2.50
239	4140.000	115.646	115.027	3901.515	3334.048	337.985g	2.50	-2.50
240	4160.000	115.265	114.742	3890.278	3317.504	337.985g	2.50	-2.50
241	4180.000	114.981	114.497	3879.040	3300.959	337.985g	2.50	-2.50
242	4200.000	114.752	114.292	3867.802	3284.415	337.985g	2.50	-2.50
243	4220.000	114.349	114.127	3856.564	3267.871	337.985g	2.50	-2.50
244	4240.000	113.941	114.002	3845.327	3251.327	337.985g	2.50	-2.50
245	4260.000	113.519	113.896	3834.089	3234.782	337.985g	2.50	-2.50
246	4280.000	113.240	113.790	3822.851	3218.238	337.985g	2.50	-2.50
247	4300.000	112.846	113.684	3811.614	3201.694	337.985g	2.50	-2.50
248	4320.000	112.350	113.578	3800.376	3185.149	337.985g	2.50	-2.50
249	4340.000	112.606	113.472	3789.138	3168.605	337.985g	2.50	-2.50
250	4360.000	113.238	113.366	3777.901	3152.061	337.985g	2.50	-2.50
251	4380.000	113.560	113.260	3766.663	3135.516	337.985g	2.50	-2.50
252	4400.000	113.718	113.154	3755.425	3118.972	337.985g	2.50	-2.50
253	4420.000	113.923	113.048	3744.187	3102.428	337.985g	2.50	-2.50
254	4440.000	114.148	112.942	3732.950	3085.883	337.985g	2.50	-2.50
255	4460.000	114.133	112.836	3721.712	3069.339	337.985g	2.50	-2.50
256	4480.000	114.089	112.730	3710.474	3052.795	337.985g	2.50	-2.50
257	4500.000	113.983	112.624	3699.237	3036.251	337.985g	2.50	-2.50
258	4520.000	114.082	112.518	3687.999	3019.706	337.985g	2.50	-2.50
259	4540.000	113.974	112.412	3676.761	3003.162	337.985g	2.50	-2.50
260	4560.000	114.074	112.306	3665.524	2986.618	337.985g	2.50	-2.50
261	4580.000	114.361	112.200	3654.286	2970.073	337.985g	2.50	-2.50
262	4600.000	114.352	112.094	3643.048	2953.529	337.985g	2.50	-2.50
263	4620.000	114.406	111.988	3631.811	2936.985	337.985g	2.50	-2.50
264	4640.000	113.878	111.882	3620.573	2920.440	337.985g	2.50	-2.50
265	4660.000	114.234	111.776	3609.335	2903.896	337.985g	2.50	-2.50
266	4680.000	114.647	111.670	3598.097	2887.352	337.985g	2.50	-2.50
267	4700.000	114.543	111.564	3586.860	2870.807	337.985g	2.50	-2.50
268	4720.000	114.856	111.458	3575.622	2854.263	337.985g	2.50	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

269	4740.000	115.131	111.352	3564.384	2837.719	337.985g	2.50	-2.50
270	4760.000	115.894	111.246	3553.147	2821.175	337.985g	2.50	-2.50
271	4780.000	116.310	111.140	3541.909	2804.630	337.985g	2.50	-2.50
272	4800.000	116.350	111.034	3530.671	2788.086	337.985g	2.50	-2.50
273	4820.000	116.451	110.928	3519.434	2771.542	337.985g	2.50	-2.50
274	4840.000	116.572	110.852	3508.196	2754.997	337.985g	2.50	-2.50
275	4858.831	116.824	110.840	3497.615	2739.420	337.985g	2.50	-2.50
276	4860.000	116.804	110.842	3496.958	2738.453	337.983g	2.50	-2.45
277	4880.000	116.611	110.898	3485.770	2721.875	337.448g	2.50	-1.50
278	4900.000	116.479	111.022	3474.847	2705.122	335.954g	2.50	-0.56
279	4920.000	116.515	111.212	3464.449	2688.039	333.502g	2.50	0.38
280	4940.000	116.520	111.469	3454.849	2670.496	330.092g	2.50	1.32
281	4960.000	116.466	111.792	3446.339	2652.401	325.723g	2.50	2.26
282	4965.107	116.494	111.885	3444.378	2647.686	324.453g	2.50	2.50
283	4980.000	116.204	112.182	3439.211	2633.720	320.661g	2.50	2.50
284	5000.000	115.460	112.639	3433.599	2614.530	315.568g	2.50	2.50
285	5020.000	112.535	113.162	3429.537	2594.952	310.475g	2.50	2.50
286	5040.000	109.194	113.752	3427.054	2575.112	305.382g	2.50	2.50
287	5060.000	107.119	114.409	3426.163	2555.137	300.289g	2.50	2.50
288	5080.000	107.267	115.132	3426.872	2535.155	295.196g	2.50	2.50
289	5085.355	107.748	115.337	3427.333	2529.820	293.832g	2.50	2.50
290	5100.000	109.064	115.922	3429.156	2515.291	290.360g	2.50	1.81
291	5120.000	111.085	116.779	3432.803	2495.629	286.448g	2.50	0.87
292	5140.000	113.528	117.702	3437.505	2476.192	283.495g	2.50	-0.07
293	5160.000	116.468	118.655	3442.958	2456.950	281.500g	2.50	-1.01
294	5180.000	119.939	119.608	3448.869	2437.844	280.463g	2.50	-1.95
295	5191.631	122.353	120.162	3452.401	2426.762	280.301g	2.50	-2.50
296	5200.000	124.089	120.561	3454.950	2418.791	280.301g	2.50	-2.50
297	5220.000	127.892	121.514	3461.040	2399.740	280.301g	2.50	-2.50
298	5240.000	131.227	122.455	3467.131	2380.690	280.301g	2.50	-2.50
299	5260.000	133.360	123.310	3473.221	2361.640	280.301g	2.50	-2.50
300	5280.000	134.711	124.065	3479.311	2342.590	280.301g	2.50	-2.50
301	5300.000	135.131	124.721	3485.402	2323.540	280.301g	2.50	-2.50
302	5320.000	134.893	125.276	3491.492	2304.490	280.301g	2.50	-2.50
303	5340.000	134.316	125.731	3497.582	2285.440	280.301g	2.50	-2.50
304	5358.383	132.185	126.061	3503.180	2267.930	280.301g	2.50	-2.50
305	5360.000	131.904	126.086	3503.673	2266.390	280.301g	2.50	-2.50
306	5380.000	128.245	126.342	3509.763	2247.339	280.301g	2.50	-2.50
307	5392.852	125.567	126.453	3513.677	2235.098	280.301g	2.50	-2.50
308	5397.557	124.587	126.483	3515.109	2230.617	280.301g	2.50	-2.50
309	5400.000	124.078	126.497	3515.853	2228.289	280.308g	2.39	-2.50
310	5420.000	120.642	126.552	3521.876	2209.218	280.904g	1.44	-2.50
311	5440.000	118.056	126.507	3527.576	2190.048	282.459g	0.50	-2.50
312	5460.000	120.835	126.363	3532.660	2170.706	284.972g	-0.44	-2.50
313	5480.000	124.490	126.118	3536.830	2151.148	288.444g	-1.38	-2.50
314	5500.000	127.334	125.773	3539.778	2131.371	292.874g	-2.32	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

315	5503.833	127.869	125.696	3540.177	2127.559	293.832g	-2.50	-2.50
316	5520.000	130.088	125.328	3541.220	2111.428	297.949g	-2.50	-2.50
317	5540.000	132.405	124.783	3541.064	2091.434	303.042g	-2.50	-2.50
318	5560.000	134.243	124.139	3539.311	2071.516	308.135g	-2.50	-2.50
319	5580.000	134.701	123.394	3535.972	2051.802	313.228g	-2.50	-2.50
320	5600.000	134.969	122.549	3531.068	2032.418	318.321g	-2.50	-2.50
321	5620.000	134.213	121.604	3524.631	2013.488	323.414g	-2.50	-2.50
322	5629.291	133.793	121.131	3521.130	2004.883	325.780g	-2.50	-2.50
323	5640.000	133.134	120.560	3516.708	1995.130	328.370g	-2.00	-2.50
324	5660.000	130.312	119.442	3507.491	1977.385	332.470g	-1.06	-2.50
325	5680.000	127.165	118.322	3497.278	1960.191	335.612g	-0.11	-2.50
326	5700.000	121.815	117.202	3486.355	1943.439	337.796g	0.83	-2.50
327	5720.000	117.059	116.081	3474.987	1926.984	339.021g	1.77	-2.50
328	5735.567	114.663	115.209	3465.993	1914.278	339.312g	2.50	-2.50
329	5740.000	113.983	114.961	3463.426	1910.664	339.312g	2.50	-2.50
330	5760.000	108.936	113.840	3451.846	1894.357	339.312g	2.50	-2.50
331	5780.000	108.399	112.726	3440.266	1878.051	339.312g	2.50	-2.50
332	5800.000	107.906	111.690	3428.686	1861.744	339.312g	2.50	-2.50
333	5820.000	107.748	110.755	3417.106	1845.438	339.312g	2.50	-2.50
334	5840.000	107.602	109.919	3405.526	1829.131	339.312g	2.50	-2.50
335	5848.535	107.452	109.593	3400.584	1822.172	339.312g	2.50	-2.50
336	5860.000	107.220	109.184	3393.938	1812.830	339.469g	1.96	-2.50
337	5880.000	106.713	108.549	3382.207	1796.632	340.498g	1.02	-2.50
338	5900.000	106.806	108.013	3370.096	1780.717	342.485g	0.08	-2.50
339	5920.000	106.568	107.578	3357.378	1765.284	345.430g	-0.86	-2.50
340	5940.000	106.412	107.210	3343.850	1750.558	349.334g	-1.80	-2.50
341	5954.811	106.255	106.940	3333.208	1740.259	352.843g	-2.50	-2.50
342	5960.000	106.197	106.845	3329.342	1736.798	354.164g	-2.50	-2.50
343	5980.000	106.057	106.480	3313.795	1724.225	359.257g	-2.50	-2.50
344	6000.000	105.872	106.115	3297.292	1712.936	364.350g	-2.50	-2.50
345	6000.765	105.860	106.102	3296.644	1712.530	364.545g	-2.50	-2.50
346	6020.000	105.838	105.781	3279.941	1703.001	369.443g	-2.50	-2.50
347	6040.000	105.947	105.497	3261.850	1694.485	374.536g	-2.50	-2.50
348	6043.770	105.907	105.448	3258.367	1693.043	375.496g	-2.50	-2.50
349	6060.000	105.736	105.243	3243.137	1687.442	379.629g	-2.50	-2.50
350	6080.000	105.540	104.989	3223.921	1681.916	384.722g	-2.50	-2.50
351	6100.000	105.316	104.735	3204.325	1677.944	389.815g	-2.50	-2.50
352	6109.103	105.214	104.620	3195.313	1676.658	392.133g	-2.50	-2.50
353	6120.000	105.115	104.481	3184.475	1675.543	394.766g	-1.99	-2.50
354	6140.000	104.986	104.228	3164.502	1674.567	398.857g	-1.05	-2.50
355	6160.000	104.696	103.974	3144.505	1674.725	1.991g	-0.11	-2.50
356	6180.000	104.043	103.720	3124.530	1675.717	4.165g	0.84	-2.50
357	6200.000	103.643	103.467	3104.589	1677.240	5.381g	1.78	-2.50
358	6215.379	103.549	103.271	3089.268	1678.584	5.665g	2.50	-2.50
359	6220.000	103.508	103.213	3084.666	1678.994	5.665g	2.50	-2.50
360	6240.000	103.138	102.959	3064.745	1680.772	5.665g	2.50	-2.50

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

361	6260.000	102.865	102.705	3044.824	1682.549	5.665g	2.50	-2.50
362	6280.000	102.588	102.452	3024.903	1684.326	5.665g	2.50	-2.50
363	6300.000	102.294	102.198	3004.982	1686.104	5.665g	2.50	-2.50
364	6320.000	101.999	101.944	2985.061	1687.881	5.665g	2.50	-2.50
365	6340.000	101.715	101.691	2965.140	1689.658	5.665g	2.50	-2.50
366	6360.000	101.445	101.437	2945.220	1691.436	5.665g	2.50	-2.50
367	6380.000	101.176	101.165	2925.299	1693.213	5.665g	2.50	-2.50
368	6400.000	100.660	100.874	2905.378	1694.990	5.665g	2.50	-2.50
369	6420.000	100.212	100.583	2885.457	1696.767	5.665g	2.50	-2.50
370	6440.000	100.014	100.292	2865.536	1698.545	5.665g	2.50	-2.50
371	6460.000	99.805	100.001	2845.615	1700.322	5.665g	2.50	-2.50
372	6480.000	99.571	99.710	2825.694	1702.099	5.665g	2.50	-2.50
373	6500.000	99.358	99.419	2805.773	1703.877	5.665g	2.50	-2.50
374	6520.000	98.868	99.128	2785.853	1705.654	5.665g	2.50	-2.50
375	6540.000	98.431	98.837	2765.932	1707.431	5.665g	2.50	-2.50
376	6560.000	98.122	98.546	2746.011	1709.209	5.665g	2.50	-2.50
377	6580.000	97.859	98.255	2726.090	1710.986	5.665g	2.50	-2.50
378	6600.000	97.731	97.964	2706.169	1712.763	5.665g	2.50	-2.50
379	6620.000	97.578	97.673	2686.248	1714.540	5.665g	2.50	-2.50
380	6640.000	97.391	97.382	2666.327	1716.318	5.665g	2.50	-2.50
381	6660.000	97.037	97.091	2646.406	1718.095	5.665g	2.50	-2.50
382	6664.868	97.017	97.020	2641.558	1718.528	5.665g	2.50	-2.50

VOLUME DE TERASSEMENT

N°PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME
1	0.000	1.4	208.3	72.3
2	20.000	0.0	184.5	119.5
3	40.000	1.0	268.4	132.6
4	60.000	0.0	255.2	125.8
5	80.000	0.0	235.4	117.8
6	100.000	0.0	239.1	117.6
7	120.000	2.0	192.1	86.5
8	126.704	1.3	152.3	64.8
9	140.000	1.6	277.4	107.8
10	160.000	1.6	355.3	129.8
11	180.000	4.1	406.5	142.4
12	200.000	4.2	400.0	142.3
13	220.000	1.4	349.1	130.0
14	240.000	1.2	329.0	131.2
15	260.000	0.2	255.8	87.8
16	266.732	0.2	230.6	70.4
17	280.000	0.5	316.9	109.2
18	300.000	2.6	321.2	129.7
19	320.000	0.0	259.1	112.0
20	337.913	0.0	130.3	59.7
21	340.000	0.0	143.2	66.0
22	360.000	0.3	377.9	142.1
23	380.000	0.0	264.8	118.2
24	400.000	0.0	260.9	118.0
25	420.000	3.0	282.2	130.7
26	440.000	2.4	298.0	131.1
27	460.000	1.3	299.7	125.1
28	477.941	0.2	166.0	66.6
29	480.000	0.2	183.0	73.5
30	500.000	0.5	325.5	132.8
31	520.000	1.1	314.9	132.1
32	540.000	0.6	326.8	131.8
33	560.000	0.5	346.8	132.2
34	580.000	3.3	395.3	144.2
35	600.000	0.5	378.7	135.4
36	620.000	0.9	607.9	151.5
37	640.000	0.9	590.4	151.2
38	660.000	0.9	566.6	150.9
39	680.000	0.9	521.7	149.1

40	700.000	1.0	486.4	147.7
41	720.000	1.1	481.4	147.5
42	740.000	1.3	459.4	146.5
43	760.000	1.3	251.8	86.0
44	763.691	1.2	209.4	72.5
45	780.000	3.0	355.1	130.7
46	800.000	0.7	336.0	130.9
47	820.000	0.9	323.3	132.1
48	840.000	2.5	256.7	132.1
49	860.000	0.0	162.7	122.2
50	880.000	1.3	96.1	125.6
51	900.000	18.6	39.3	76.3
52	903.718	17.9	31.4	64.4
53	920.000	31.6	56.4	117.0
54	940.000	16.6	87.7	127.4
55	960.000	0.0	185.8	122.2
56	980.000	0.0	146.4	123.2
57	1000.000	0.0	92.1	126.3
58	1020.000	0.0	110.0	77.0
59	1025.331	0.0	106.7	59.9
60	1040.000	0.4	307.7	115.1
61	1060.000	0.5	388.8	135.6
62	1080.000	0.5	403.2	136.9
63	1100.000	0.5	278.9	140.2
64	1120.000	38.5	63.9	126.3
65	1140.000	36.1	25.4	128.0
66	1160.000	15.6	17.4	80.3
67	1165.359	14.0	13.0	63.4
68	1180.000	18.6	14.1	111.2
69	1200.000	5.0	29.2	127.6
70	1220.000	3.1	29.0	127.9
71	1240.000	1.9	36.3	127.2
72	1260.000	51.5	2.8	130.4
73	1280.000	124.9	0.0	133.2
74	1300.000	139.8	15.4	132.2
75	1320.000	110.4	33.5	132.1
76	1340.000	130.9	29.3	132.8
77	1360.000	141.5	26.0	133.8
78	1380.000	185.4	27.0	136.0
79	1400.000	191.1	25.8	135.1
80	1420.000	108.9	103.5	146.3
81	1440.000	33.9	210.9	147.5
82	1460.000	4.5	188.0	90.2

83	1464.201	1.6	178.6	74.4
84	1480.000	0.4	429.9	132.9
85	1500.000	2.9	376.9	145.2
86	1520.000	0.0	129.1	123.5
87	1540.000	218.4	0.0	138.9
88	1560.000	436.3	0.0	139.6
89	1578.607	116.8	0.0	70.9
90	1580.000	110.6	0.3	75.2
91	1600.000	15.5	190.4	140.7
92	1620.000	0.5	356.9	142.0
93	1640.000	0.5	425.2	141.7
94	1660.000	0.6	379.0	139.1
95	1680.000	0.0	74.0	70.9
96	1682.935	0.1	49.8	62.3
97	1700.000	11.8	19.4	119.2
98	1720.000	244.3	0.0	136.5
99	1740.000	198.3	0.6	137.2
100	1760.000	299.3	0.0	140.1
101	1780.000	118.4	18.1	124.4
102	1797.342	58.8	13.8	66.2
103	1800.000	70.3	14.5	75.2
104	1820.000	194.8	13.4	135.5
105	1840.000	219.5	14.3	137.1
106	1860.000	259.0	9.8	138.6
107	1880.000	286.0	10.2	139.6
108	1900.000	252.8	14.5	138.6
109	1920.000	211.3	21.2	137.0
110	1940.000	218.5	17.8	137.7
111	1960.000	247.6	14.1	139.0
112	1980.000	263.2	9.9	139.4
113	2000.000	305.7	5.2	141.1
114	2020.000	292.5	0.4	128.6
115	2036.155	161.1	0.7	71.2
116	2040.000	193.1	1.0	84.9
117	2060.000	281.4	2.3	141.1
118	2080.000	303.3	0.3	141.3
119	2100.000	228.8	1.4	138.6
120	2120.000	95.5	2.7	96.9
121	2128.727	54.6	3.9	66.9
122	2140.000	31.1	20.5	101.7
123	2160.000	0.0	112.4	125.6
124	2180.000	0.0	118.3	82.5
125	2186.843	0.0	104.5	60.6

126	2200.000	2.1	238.0	108.6
127	2220.000	1.7	284.1	93.8
128	2225.964	1.7	179.0	63.5
129	2237.786	0.0	72.3	42.1
130	2240.000	0.0	102.1	67.3
131	2260.000	7.9	0.9	129.9
132	2280.000	353.3	0.0	142.9
133	2300.000	628.4	0.0	150.3
134	2320.000	862.8	0.0	126.2
135	2330.357	707.8	0.0	87.3
136	2340.000	1253.2	0.0	139.0
137	2360.000	1870.8	0.0	193.4
138	2380.000	1880.6	0.0	194.6
139	2400.000	2054.3	0.0	208.4
140	2420.000	4162.9	0.0	244.7
141	2440.000	5175.9	0.0	223.4
142	2452.870	2858.1	0.0	135.9
143	2460.000	3724.0	0.0	184.3
144	2480.000	4663.8	0.0	265.4
145	2500.000	3926.1	0.0	248.8
146	2520.000	3154.1	0.0	230.7
147	2540.000	1643.0	0.0	137.3
148	2545.441	1257.6	0.0	109.5
149	2560.000	2017.1	0.0	185.0
150	2580.000	2044.9	0.0	207.8
151	2600.000	1174.5	0.0	122.3
152	2603.604			
153	2620.000			
154	2640.000			
155	2660.000			
156	2680.000			
157	2700.000	1164.2	0.0	121.5
158	2703.774	989.5	0.0	102.4
159	2720.000	1867.4	0.0	187.0
160	2740.000	2084.8	0.0	208.4
161	2760.000	1794.5	0.0	195.8
162	2780.000	1520.6	0.0	181.7
163	2800.000	1233.7	0.0	170.8
164	2820.000	885.6	0.0	161.9
165	2840.000	600.2	0.0	151.8
166	2860.000	408.7	0.0	145.4
167	2880.000	293.9	0.0	140.9
168	2900.000	192.2	0.1	136.7

169	2920.000	153.0	5.1	135.3
170	2940.000	157.5	3.0	125.9
171	2956.948	102.9	0.3	68.9
172	2960.000	121.4	0.3	79.6
173	2980.000	146.3	11.9	135.1
174	3000.000	83.8	60.8	129.9
175	3020.000	45.6	141.7	144.5
176	3040.000	19.9	183.2	109.7
177	3049.519	3.6	170.6	74.9
178	3060.000	17.6	216.0	114.5
179	3080.000	69.7	281.5	156.4
180	3100.000	40.0	408.7	159.9
181	3120.000	36.9	393.8	157.5
182	3140.000	48.6	298.0	154.8
183	3160.000	50.9	286.5	153.9
184	3180.000	48.8	251.5	152.0
185	3200.000	61.1	229.0	152.0
186	3220.000	63.9	270.6	155.3
187	3240.000	39.0	321.4	139.3
188	3255.242	23.5	190.7	80.3
189	3260.000	31.6	260.5	100.3
190	3280.000	69.7	387.6	160.4
191	3300.000	68.2	335.8	158.6
192	3320.000	42.8	179.5	108.6
193	3328.623	25.5	136.3	75.9
194	3340.000	23.4	254.0	119.0
195	3360.000	1.6	449.3	148.3
196	3380.000	0.5	698.1	146.3
197	3400.000	0.7	873.3	138.8
198	3413.229	0.5	659.5	88.4
199	3420.000	0.6	986.8	121.6
200	3440.000	0.9	1955.8	194.9
201	3460.000	0.7	2452.0	205.1
202	3480.000	0.9	2546.3	210.4
203	3500.000	0.8	2342.0	202.5
204	3520.000	0.9	1532.8	182.8
205	3540.000	0.9	853.6	160.6
206	3560.000	180.0	38.0	126.0
207	3580.000	529.6	0.0	144.3
208	3600.000	933.6	0.0	158.5
209	3620.000	1140.6	0.0	167.7
210	3640.000	958.4	0.0	137.5
211	3652.200	620.3	0.0	85.7

212	3660.000	852.8	0.0	118.9
213	3680.000	1190.1	0.0	169.8
214	3700.000	1149.0	0.0	168.6
215	3720.000	1168.2	0.0	169.1
216	3740.000	1129.3	0.0	168.7
217	3760.000	1052.9	0.0	166.2
218	3780.000	947.6	0.0	162.9
219	3800.000	495.5	0.0	147.4
220	3820.000	0.6	989.2	155.1
221	3840.000	0.7	2817.5	230.1
222	3860.000	0.8	2435.9	224.7
223	3880.000	0.8	1111.7	144.7
224	3891.171	0.5	525.3	83.4
225	3900.000	0.6	655.1	116.2
226	3920.000	1.4	360.3	101.3
227	3927.427	0.3	180.1	65.9
228	3940.000	2.0	224.7	106.6
229	3960.000	2.7	322.5	129.5
230	3980.000	0.0	274.9	125.7
231	4000.000	0.0	81.2	62.9
232	4000.807	0.0	76.1	60.5
233	4020.000	0.1	75.1	119.3
234	4040.000	0.6	201.6	137.6
235	4060.000	0.5	406.5	134.7
236	4080.000	0.9	603.7	153.4
237	4100.000	0.9	745.8	157.1
238	4120.000	0.9	776.3	158.5
239	4140.000	0.9	743.6	158.2
240	4160.000	1.0	699.7	157.5
241	4180.000	1.2	659.1	156.7
242	4200.000	0.8	630.0	152.4
243	4220.000	1.6	525.7	149.4
244	4240.000	0.5	369.9	133.5
245	4260.000	1.6	245.2	133.7
246	4280.000	0.0	138.8	123.4
247	4300.000	0.0	47.2	127.1
248	4320.000	139.3	3.3	134.9
249	4340.000	6.0	41.5	126.8
250	4360.000	0.5	343.9	133.1
251	4380.000	1.9	564.1	150.8
252	4400.000	0.9	698.9	155.9
253	4420.000	0.9	854.0	160.5
254	4440.000	0.9	1028.6	166.3

255	4460.000	0.9	1084.9	168.8
256	4480.000	0.9	1119.4	169.9
257	4500.000	0.8	1125.5	169.9
258	4520.000	0.9	1235.0	173.9
259	4540.000	1.0	1253.7	175.5
260	4560.000	0.9	1317.8	175.9
261	4580.000	0.9	1466.4	180.3
262	4600.000	0.9	1560.3	181.3
263	4620.000	0.6	1710.9	184.5
264	4640.000	0.9	1492.0	181.9
265	4660.000	0.9	1782.1	190.7
266	4680.000	0.9	2119.3	200.4
267	4700.000	1.1	2181.7	206.2
268	4720.000	6.3	2494.6	223.0
269	4740.000	1.1	2790.7	232.2
270	4760.000	0.0	3497.3	237.3
271	4780.000	0.0	3901.4	235.9
272	4800.000	0.0	4153.4	256.6
273	4820.000	1.2	4420.4	274.7
274	4840.000	1.1	4545.4	272.8
275	4858.831	0.6	2428.9	142.1
276	4860.000	0.6	2566.2	150.1
277	4880.000	1.3	4640.3	281.7
278	4900.000	1.2	4373.9	274.9
279	4920.000	1.3	4187.9	268.6
280	4940.000	1.3	4023.6	266.3
281	4960.000	0.5	2411.5	162.2
282	4965.107	0.4	1866.7	127.0
283	4980.000	0.8	2858.4	214.8
284	5000.000	1.1	2189.7	211.5
285	5020.000	0.6	163.2	138.4
286	5040.000	2102.0	0.0	203.8
287	5060.000	4510.4	0.0	262.8
288	5080.000	3083.0	0.0	170.2
289	5085.355	2304.9	0.0	132.4
290	5100.000	3413.5	0.0	217.1
291	5120.000	2944.8	0.0	228.2
292	5140.000	1803.9	0.0	194.2
293	5160.000	609.2	0.0	151.6
294	5180.000	0.7	449.4	119.3
295	5191.631	0.4	795.5	92.1
296	5200.000	0.5	1715.4	144.7
297	5220.000	0.7	4477.3	256.3

298	5240.000	0.7	6355.3	293.3
299	5260.000	0.7	8079.1	325.0
300	5280.000	0.9	8891.4	343.7
301	5300.000	0.8	8675.9	340.9
302	5320.000	0.8	7773.2	324.0
303	5340.000	0.8	6378.6	294.1
304	5358.383	0.4	2124.4	125.5
305	5360.000	0.4	2183.6	133.6
306	5380.000	0.7	1145.5	144.5
307	5392.852	47.8	53.8	65.5
308	5397.557	86.9	0.3	26.6
309	5400.000	425.3	0.0	88.7
310	5420.000	3128.3	0.0	234.8
311	5440.000	5289.1	0.0	260.2
312	5460.000	2811.4	0.0	225.5
313	5480.000	353.8	0.0	143.2
314	5500.000	0.5	699.1	102.2
315	5503.833	0.5	763.5	91.4
316	5520.000	4.3	2971.7	215.8
317	5540.000	1.8	5787.6	297.3
318	5560.000	0.9	8151.2	334.8
319	5580.000	0.0	9697.2	354.8
320	5600.000	0.0	10670.7	345.7
321	5620.000	0.0	7978.5	247.6
322	5629.291	0.0	5486.5	168.2
323	5640.000	0.0	8163.2	267.4
324	5660.000	0.0	9044.4	328.7
325	5680.000	0.7	6703.6	295.2
326	5700.000	0.8	3690.1	255.5
327	5720.000	0.8	993.0	154.0
328	5735.567	75.2	184.7	85.1
329	5740.000	169.0	146.7	103.0
330	5760.000	2248.1	0.0	205.4
331	5780.000	1836.5	0.0	194.6
332	5800.000	1480.3	0.0	177.5
333	5820.000	1027.8	0.0	164.4
334	5840.000	469.1	0.0	109.0
335	5848.535	275.6	0.0	74.2
336	5860.000	357.8	0.0	114.0
337	5880.000	387.4	0.0	141.6
338	5900.000	132.1	0.0	134.9
339	5920.000	46.9	0.0	131.3
340	5940.000	0.0	27.7	111.7

341	5954.811	0.0	36.0	63.3
342	5960.000	0.0	56.9	79.1
343	5980.000	0.0	171.1	122.1
344	6000.000	0.0	120.6	61.8
345	6000.765	0.0	116.7	59.5
346	6020.000	4.7	378.6	139.3
347	6040.000	0.6	323.0	87.0
348	6043.770	0.4	276.6	73.5
349	6060.000	0.8	530.6	134.9
350	6080.000	0.9	622.5	151.0
351	6100.000	0.6	465.0	110.6
352	6109.103	0.4	322.8	76.1
353	6120.000	0.7	518.7	118.4
354	6140.000	0.9	747.5	156.4
355	6160.000	0.9	731.7	155.5
356	6180.000	0.9	548.1	149.1
357	6200.000	0.8	431.6	130.3
358	6215.379	0.4	269.8	74.6
359	6220.000	0.5	338.4	92.0
360	6240.000	0.9	498.7	148.0
361	6260.000	0.9	488.4	147.6
362	6280.000	0.9	474.7	146.9
363	6300.000	0.9	453.1	146.0
364	6320.000	1.2	432.2	145.4
365	6340.000	1.3	425.0	145.3
366	6360.000	1.5	418.0	145.0
367	6380.000	1.1	423.5	145.5
368	6400.000	5.2	323.8	141.6
369	6420.000	0.0	216.3	118.1
370	6440.000	0.0	246.0	116.5
371	6460.000	5.4	328.2	141.4
372	6480.000	4.5	352.4	142.3
373	6500.000	2.9	387.3	143.7
374	6520.000	0.0	251.4	116.0
375	6540.000	0.0	205.7	118.6
376	6560.000	0.0	200.0	119.0
377	6580.000	0.0	209.1	118.5
378	6600.000	2.9	286.1	129.2
379	6620.000	2.2	322.3	129.9
380	6640.000	2.1	413.5	144.4
381	6660.000	0.7	259.1	90.4
382	6664.868	0.4	47.9	17.5
TOTAL		121607	295605	54724

VOLUME DE CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	GNT VOLUME	GB VOLUME	BB VOLUME	ACCOTE VOLUME
1	0	125,2	53,1	28	8,4	22,1
2	20	227,3	106,1	56	16,8	40,7
3	40	239,4	106,1	56	16,8	42,8
4	60	236,4	106,1	56	16,8	41
5	80	221,6	106,1	56	16,8	37,1
6	100	221,2	106,1	56	16,8	36,7
7	120	158,1	70,9	37,4	11,2	27,6
8	126,704	117,9	53,1	28	8,4	20,3
9	140	194,5	88,4	46,6	14	32
10	160	233,6	106,3	56	16,8	37,5
11	180	251,2	106,4	56	16,8	42,8
12	200	251,4	106,6	56	16,8	42,4
13	220	234,5	106,6	56	16,8	36,4
14	240	236,5	106,6	56	16,8	37,6
15	260	157,3	71,2	37,4	11,2	24,3
16	266,732	125,7	53,3	28	8,4	20,6
17	280	196,1	88,6	46,6	14	30,4
18	300	236,9	106,6	56	16,8	37,4
19	320	212,4	101	53,1	15,9	34,8
20	337,913	114,2	53,3	28	8,4	19,4
21	340	126,3	58,9	30,9	9,3	21,5
22	360	238,2	106,6	56	16,8	38,7
23	380	224,1	106,6	56	16,8	37,1
24	400	223,3	106,6	56	16,8	36,8
25	420	241,5	106,5	56	16,8	41,7
26	440	240,1	106,3	56	16,8	41,8
27	460	227	100,7	53,1	15,9	39,9
28	477,941	119,5	53,1	28	8,4	21,3
29	480	131,8	58,5	30,9	9,3	23,5
30	500	238,7	106,1	56	16,8	42,4
31	520	239,1	106,1	56	16,8	42,7
32	540	236,7	106,1	56	16,8	41,2
33	560	235,2	106,1	56	16,8	40,1
34	580	250,3	106,1	56	16,8	44,3
35	600	237	106,1	56	16,8	41,4
36	620	250,3	106,1	56	16,8	44,3
37	640	250,3	106,1	56	16,8	44,3

38	660	250,3	106,1	56	16,8	44,3
39	680	250,3	106,1	56	16,8	44,3
40	700	250,3	106,1	56	16,8	44,3
41	720	250,3	106,1	56	16,8	44,3
42	740	250,3	106,1	56	16,8	44,3
43	760	148,3	62,9	33,2	9,9	26,2
44	763,691	125,2	53,1	28	8,4	22,1
45	780	227,4	96,4	50,9	15,2	39,8
46	800	234,2	106,3	56	16,8	38,8
47	820	239,3	106,5	56	16,8	41,8
48	840	244,6	106,6	56	16,8	43,2
49	860	237,1	106,6	56	16,8	39,6
50	880	245,8	106,6	56	16,8	42
51	900	147,6	63,2	33,2	10	25,1
52	903,718	124,6	53,3	28	8,4	21,2
53	920	226,4	96,7	50,8	15,2	38,5
54	940	247,4	106,6	56	16,8	41,7
55	960	237,4	106,6	56	16,8	39
56	980	240,5	106,6	56	16,8	40,7
57	1000	250,8	106,6	56	16,8	43,1
58	1020	149,2	67,5	35,5	10,6	25,8
59	1025,331	114,8	53,3	28	8,4	19,4
60	1040	207,5	92,4	48,6	14,6	34,1
61	1060	239	106,6	56	16,8	39,4
62	1080	241,2	106,6	56	16,8	41
63	1100	253,6	106,5	56	16,8	43,6
64	1120	242,3	106,4	56	16,8	40,1
65	1140	250,7	106,2	56	16,8	45,1
66	1160	157,4	67,3	35,5	10,7	28,6
67	1165,359	124,4	53,1	28	8,4	22,7
68	1180	219,8	91,9	48,5	14,5	40,1
69	1200	252,4	106,1	56	16,8	46,3
70	1220	253,4	106,1	56	16,8	46,3
71	1240	251,8	106,1	56	16,8	46,3
72	1260	259,5	106,1	56	16,8	46,3
73	1280	263,2	106,1	56	16,8	46,3
74	1300	254,4	106,1	56	16,8	46,2
75	1320	249,1	106,1	56	16,8	44,8
76	1340	249,4	106,1	56	16,8	44,9
77	1360	250,3	106,1	56	16,8	45,2
78	1380	250,1	106,1	56	16,8	45,1

79	1400	247,9	106,1	56	16,8	44,2
80	1420	258	106,1	56	16,8	45,3
81	1440	258	106,1	56	16,8	45,3
82	1460	156	64,2	33,9	10,2	27,4
83	1464,201	128,7	53,1	28	8,4	22,6
84	1480	228,6	95,1	50,1	15	40,1
85	1500	256,9	106,3	56	16,8	44,2
86	1520	239,6	106,6	56	16,8	39,4
87	1540	263,9	106,6	56	16,8	44,1
88	1560	254,7	102,9	54,1	16,2	42,1
89	1578,607	130,7	53,3	28	8,4	21,6
90	1580	139,4	57	30	9	23
91	1600	259	106,6	56	16,8	42,2
92	1620	253,8	106,6	56	16,8	42,2
93	1640	248,3	106,6	56	16,8	42,1
94	1660	243,8	106,6	56	16,8	41,1
95	1680	137,4	61,1	32,1	9,6	22,2
96	1682,935	121,3	53,3	28	8,4	20,2
97	1700	235,8	98,8	51,9	15,6	40,4
98	1720	264,1	106,6	56	16,8	44,1
99	1740	261,3	106,6	56	16,8	44,7
100	1760	262,7	106,4	56	16,8	45,2
101	1780	236,4	99,2	52,3	15,7	42,5
102	1797,342	125,2	53,1	28	8,4	22,6
103	1800	142,1	60,1	31,7	9,5	25,7
104	1820	0	106,1	56	16,8	46,1
105	1840	0	106,1	56	16,8	46
106	1860	0	106,1	56	16,8	46,2
107	1880	0	106,1	56	16,8	46,2
108	1900	0	106,1	56	16,8	45,9
109	1920	0	106,1	56	16,8	45,5
110	1940	0	106,1	56	16,8	45,8
111	1960	0	106,1	56	16,8	46,1
112	1980	0	106,1	56	16,8	46,3
113	2000	0	106,1	56	16,8	46,3
114	2020	0	95,9	50,6	15,2	41,9
115	2036,155	0	53,1	28	8,4	23,2
116	2040	0	63,3	33,4	10	27,5
117	2060	0	106,3	56	16,8	45,4
118	2080	0	106,6	56	16,8	44,7
119	2100	0	106,6	56	16,8	44

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

120	2120	186	76,5	40,2	12,1	31,1
121	2128,727	128,8	53,3	28	8,4	21,5
122	2140	198,4	83,3	43,8	13,1	33,6
123	2160	247,1	106,6	56	16,8	42,3
124	2180	160,5	71,5	37,6	11,3	26,2
125	2186,843	117,2	53,3	28	8,4	18,9
126	2200	199,9	88,4	46,4	13,9	33
127	2220	163,2	69,2	36,4	10,9	26,7
128	2225,964	111,8	47,4	24,9	7,5	18,3
129	2237,786	80,9	37,4	19,7	5,9	14
130	2240	130,2	59,2	31,1	9,3	22,9
131	2260	259	106,6	56	16,8	43,8
132	2280	0	106,6	56	16,8	44,5
133	2300	0	106,4	56	16,8	45,2
134	2320	0	80,6	42,5	12,8	34,9
135	2330,357	0	53,1	28	8,4	23,2
136	2340	0	78,7	41,5	12,4	34,3
137	2360	0	106,1	56	16,8	46,3
138	2380	0	106,1	56	16,8	46,3
139	2400	0	106,1	56	16,8	46,3
140	2420	0	106,1	56	16,8	46,3
141	2440	0	87,2	46	13,8	38,1
142	2452,87	0	53,1	28	8,4	23,2
143	2460	0	72	38	11,4	31,2
144	2480	0	106,3	56	16,8	45,3
145	2500	0	106,6	56	16,8	44,6
146	2520	0	106,6	56	16,8	43,9
147	2540	0	67,8	35,6	10,7	27,5
148	2545,441	0	53,3	28	8,4	21,5
149	2560	0	92,1	48,4	14,5	37,2
150	2580	0	106,6	56	16,8	43,1
151	2600	0	62,9	33,1	9,9	25,4
152	2603,604	0			9,6	0
153	2620	0			17,5	0
154	2640	0			19,2	0
155	2660	0			19,2	0
156	2680	0			19,2	0
157	2700	0	63,3	33,3	10	25,6
158	2703,774	0	53,3	28	8,4	21,5
159	2720	0	96,5	50,7	15,2	39
160	2740	0	106,6	56	16,8	43,1

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

161	2760	0	106,6	56	16,8	43,1
162	2780	0	106,6	56	16,8	43,1
163	2800	0	106,6	56	16,8	43,1
164	2820	0	106,6	56	16,8	43,1
165	2840	0	106,6	56	16,8	43,1
166	2860	0	106,6	56	16,8	43,1
167	2880	263,4	106,6	56	16,8	43,1
168	2900	260,7	106,6	56	16,8	43,1
169	2920	258	106,6	56	16,8	43,1
170	2940	239	98,5	51,7	15,5	39,8
171	2956,948	130	53,3	28	8,4	21,5
172	2960	150	61,4	32,3	9,7	24,9
173	2980	255,8	106,6	56	16,8	43,8
174	3000	242,6	106,6	56	16,8	39,9
175	3020	258,6	106,4	56	16,8	44,1
176	3040	190,5	78,4	41,3	12,4	33,1
177	3049,519	128,9	53,1	28	8,4	22,6
178	3060	196,6	80,9	42,7	12,8	34,5
179	3080	258	106,1	56	16,8	45,3
180	3100	258	106,1	56	16,8	45,3
181	3120	258	106,1	56	16,8	45,3
182	3140	258	106,1	56	16,8	45,3
183	3160	258	106,1	56	16,8	45,3
184	3180	258	106,1	56	16,8	45,3
185	3200	258	106,1	56	16,8	45,3
186	3220	258	106,1	56	16,8	45,3
187	3240	227,3	93,5	49,4	14,8	39,9
188	3255,242	129	53,1	28	8,4	22,6
189	3260	159,6	65,7	34,7	10,4	27,9
190	3280	257,4	106,4	56	16,8	44,2
191	3300	257	106,6	56	16,8	43,3
192	3320	183,4	76,3	40,1	12	30,3
193	3328,623	128	53,3	28	8,4	21
194	3340	200,9	83,6	43,9	13,2	33
195	3360	255,2	106,6	56	16,8	42
196	3380	238,4	106,6	56	16,8	40,1
197	3400	208,9	88,5	46,5	14	34,1
198	3413,229	125,7	53,3	28	8,4	20,5
199	3420	168,3	71,3	37,5	11,2	27,6
200	3440	251,5	106,6	56	16,8	41,4
201	3460	251,5	106,6	56	16,8	41,6

202	3480	251,5	106,6	56	16,8	41,8
203	3500	251,5	106,6	56	16,8	42,1
204	3520	251,5	106,6	56	16,8	42,3
205	3540	251,4	106,6	56	16,8	42,5
206	3560	0	106,4	56	16,8	38,7
207	3580	0	106,3	56	16,8	45,3
208	3600	0	106,3	56	16,8	45,6
209	3620	0	106,2	56	16,8	45,8
210	3640	0	85,5	45,1	13,5	37,1
211	3652,2	0	53,1	28	8,4	23,2
212	3660	0	73,8	38,9	11,7	32,1
213	3680	0	106,2	56	16,8	45,9
214	3700	0	106,2	56	16,8	45,6
215	3720	0	106,3	56	16,8	45,4
216	3740	0	106,4	56	16,8	45,1
217	3760	0	106,5	56	16,8	44,8
218	3780	0	106,6	56	16,8	44,5
219	3800	0	106,6	56	16,8	44,2
220	3820	235	106,6	56	16,8	36,5
221	3840	251,5	106,6	56	16,8	41,7
222	3860	251,5	106,6	56	16,8	41,4
223	3880	196	83,1	43,7	13,1	32,1
224	3891,171	125,7	53,3	28	8,4	20,5
225	3900	181,2	76,8	40,4	12,1	29,6
226	3920	172,4	73,1	38,4	11,5	28,2
227	3927,427	117,9	53,3	28	8,4	18,1
228	3940	194,4	86,8	45,6	13,7	31,6
229	3960	236,1	106,6	56	16,8	37,8
230	3980	236,4	106,3	56	16,8	40,4
231	4000	120,7	55,2	29,1	8,7	22,3
232	4000,807	116	53,1	28	8,4	21,5
233	4020	229,8	104	54,9	16,5	40
234	4040	250,9	106,1	56	16,8	45,3
235	4060	232,8	106,1	56	16,8	38,1
236	4080	250,3	106,1	56	16,8	44,3
237	4100	250,3	106,1	56	16,8	44,3
238	4120	250,3	106,1	56	16,8	44,3
239	4140	250,3	106,1	56	16,8	44,3
240	4160	250,3	106,1	56	16,8	44,3
241	4180	250,3	106,1	56	16,8	44,3
242	4200	250,3	106,1	56	16,8	44,3

243	4220	250,3	106,1	56	16,8	44,3
244	4240	235,4	106,1	56	16,8	40,3
245	4260	245	106,1	56	16,8	44,9
246	4280	239,6	106,1	56	16,8	42,7
247	4300	250,4	106,1	56	16,8	46
248	4320	260,3	106,1	56	16,8	46,3
249	4340	248,6	106,1	56	16,8	45,4
250	4360	236,4	106,1	56	16,8	41
251	4380	250,3	106,1	56	16,8	44,3
252	4400	250,3	106,1	56	16,8	44,3
253	4420	250,3	106,1	56	16,8	44,3
254	4440	250,3	106,1	56	16,8	44,3
255	4460	250,3	106,1	56	16,8	44,3
256	4480	250,3	106,1	56	16,8	44,3
257	4500	250,3	106,1	56	16,8	44,3
258	4520	250,3	106,1	56	16,8	44,3
259	4540	250,3	106,1	56	16,8	44,3
260	4560	250,3	106,1	56	16,8	44,3
261	4580	250,3	106,1	56	16,8	44,3
262	4600	250,3	106,1	56	16,8	44,3
263	4620	250,3	106,1	56	16,8	44,3
264	4640	250,3	106,1	56	16,8	44,3
265	4660	250,3	106,1	56	16,8	44,3
266	4680	250,3	106,1	56	16,8	44,3
267	4700	250,3	106,1	56	16,8	44,3
268	4720	250,3	106,1	56	16,8	44,3
269	4740	250,3	106,1	56	16,8	44,3
270	4760	250,3	106,1	56	16,8	44,3
271	4780	250,3	106,1	56	16,8	44,3
272	4800	250,3	106,1	56	16,8	44,3
273	4820	250,3	106,1	56	16,8	44,3
274	4840	243	103	54,4	16,3	43
275	4858,831	125,2	53,1	28	8,4	22,1
276	4860	132,5	56,2	29,6	8,9	23,4
277	4880	250,7	106,2	56	16,8	43,5
278	4900	251,2	106,4	56	16,8	42,8
279	4920	251,5	106,6	56	16,8	42,2
280	4940	251,5	106,6	56	16,8	41,7
281	4960	157,8	66,9	35,2	10,5	25,9
282	4965,107	125,7	53,3	28	8,4	20,5
283	4980	219,4	93	48,9	14,7	35,8

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

284	5000	251,5	106,6	56	16,8	41,1
285	5020	0	106,6	56	16,8	42
286	5040	0	106,6	56	16,8	43
287	5060	0	106,6	56	16,8	43
288	5080	0	67,6	35,5	10,6	27,3
289	5085,355	0	53,3	28	8,4	21,5
290	5100	0	92,3	48,5	14,6	37,6
291	5120	0	106,6	56	16,8	44,1
292	5140	0	106,6	56	16,8	44,7
293	5160	0	106,3	56	16,8	45,3
294	5180	198,1	84	44,3	13,3	34,7
295	5191,631	125,2	53,1	28	8,4	22,1
296	5200	177,5	75,3	39,7	11,9	31,4
297	5220	250,3	106,1	56	16,8	44,3
298	5240	250,3	106,1	56	16,8	44,3
299	5260	250,3	106,1	56	16,8	44,3
300	5280	250,3	106,1	56	16,8	44,3
301	5300	250,3	106,1	56	16,8	44,3
302	5320	250,3	106,1	56	16,8	44,3
303	5340	240,2	101,8	53,8	16,1	42,5
304	5358,383	125,2	53,1	28	8,4	22,1
305	5360	135,3	57,4	30,3	9,1	23,9
306	5380	205,6	87,2	46	13,8	36,3
307	5392,852	113,2	46,6	24,6	7,4	19,9
308	5397,557	0	19	10	3	8,3
309	5400	0	59,6	31,4	9,4	25,9
310	5420	0	106,3	56	16,8	45,6
311	5440	0	106,4	56	16,8	45
312	5460	0	106,6	56	16,8	44,3
313	5480	0	106,6	56	16,8	43,7
314	5500	149,8	63,5	33,4	10	24,5
315	5503,833	125,7	53,3	28	8,4	20,5
316	5520	227,4	96,4	50,7	15,2	37,2
317	5540	251,5	106,6	56	16,8	41,1
318	5560	251,5	106,6	56	16,8	41,1
319	5580	251,5	106,6	56	16,8	41,1
320	5600	251,5	106,6	56	16,8	41,1
321	5620	184,2	78,1	41	12,3	30,1
322	5629,291	125,7	53,3	28	8,4	20,5
323	5640	193,1	81,8	43	12,9	31,8
324	5660	251,5	106,6	56	16,8	41,9

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

325	5680	251,4	106,6	56	16,8	42,4
326	5700	251,1	106,4	56	16,8	43
327	5720	213,3	94,4	49,8	14,9	38
328	5735,567	129	53,1	28	8,4	22,6
329	5740	0	64,8	34,2	10,3	27,7
330	5760	0	106,1	56	16,8	46,3
331	5780	0	106,1	56	16,8	46,3
332	5800	0	106,1	56	16,8	46,3
333	5820	0	106,1	56	16,8	46,3
334	5840	0	75,7	40	12	33
335	5848,535	0	53,1	28	8,4	23,2
336	5860	0	83,5	44,1	13,2	36,1
337	5880	0	106,3	56	16,8	45,3
338	5900	0	106,6	56	16,8	44,7
339	5920	261,2	106,6	56	16,8	44,1
340	5940	222,6	92,8	48,8	14,6	37,8
341	5954,811	125,6	53,3	28	8,4	21,5
342	5960	156,7	67,1	35,3	10,6	27,1
343	5980	237,4	106,6	56	16,8	41,9
344	6000	118,1	55,3	29,1	8,7	20
345	6000,765	113,6	53,3	28	8,4	19,1
346	6020	246,7	104,5	54,9	16,5	40,3
347	6040	149,4	63,3	33,3	10	24,4
348	6043,77	125,7	53,3	28	8,4	20,5
349	6060	227,8	96,5	50,7	15,2	37,2
350	6080	251,5	106,6	56	16,8	41,1
351	6100	183	77,6	40,8	12,2	29,9
352	6109,103	125,7	53,3	28	8,4	20,5
353	6120	194,2	82,3	43,3	13	32
354	6140	251,5	106,6	56	16,8	41,9
355	6160	251,4	106,6	56	16,8	42,4
356	6180	251,1	106,4	56	16,8	43
357	6200	221,7	93,9	49,5	14,9	38,7
358	6215,379	125,2	53,1	28	8,4	22,1
359	6220	154,1	65,3	34,5	10,3	27,2
360	6240	250,3	106,1	56	16,8	44,3
361	6260	250,3	106,1	56	16,8	44,3
362	6280	250,3	106,1	56	16,8	44,3
363	6300	250,3	106,1	56	16,8	44,3
364	6320	250,3	106,1	56	16,8	44,3
365	6340	250,3	106,1	56	16,8	44,3

ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE HADJOUT PAR LE SUD**ANNEXES**

366	6360	250,3	106,1	56	16,8	44,3
367	6380	250,3	106,1	56	16,8	44,3
368	6400	250,3	106,1	56	16,8	44,3
369	6420	222,7	106,1	56	16,8	37,9
370	6440	217,6	106,1	56	16,8	34
371	6460	250,3	106,1	56	16,8	44,3
372	6480	250,3	106,1	56	16,8	44,3
373	6500	250,3	106,1	56	16,8	44,3
374	6520	215,9	106,1	56	16,8	32,6
375	6540	224,4	106,1	56	16,8	39
376	6560	225,5	106,1	56	16,8	39,6
377	6580	223,9	106,1	56	16,8	38,6
378	6600	235,5	106,1	56	16,8	40,3
379	6620	235,5	106,1	56	16,8	40,4
380	6640	250,3	106,1	56	16,8	44,3
381	6660	155,6	66	34,8	10,4	27,5
382	6664,868	30,5	12,9	6,8	2	5,4
TOTAL		62933,9	34967	18421	5609	14176