



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

Faculté de Génie Civil et d'Architecture

Département de Génie civil

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Laatafi Abdelhak et Matallah Ali

DOMAINE : Sciences et technologie

FILIERE : Travaux publics

OPTION : Voies et ouvrages d'art

Thème

*Etude de la circulation au voisinage du carrefour de
l'université de Laghouat En vue de la proposition d'un
projet de réaménagement*

Jury de soutenance :

Bedrina Madani
Mellal Rachid
Ziregue Ahmed
Bachiri Attia

Professeur
Ingénieur
MCB
Magister

Président
Examineur
Encadreur
Co-encadreur

Promotion : Juin – 2018

Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu clément et Miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

*Notre profonde gratitude s'adresse tout particulièrement à notre encadreur Monsieur **Ziregue Ahmed** qui nous a accordé sa confiance et qui nous l'a réitérée dans le cadre de l'élaboration du présent travail. Tout en suivant de près notre démarche scientifique, il nous a fait partager son expérience et nous a prodigué de précieux conseils et encouragements pour mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier très vivement et respectueusement Monsieur **Bachiri Attia** notre co-encadreur, pour nous avoir guidé à la réalisation de ce projet et le soutien scientifique et morale qu'il nous a apporté.*

Nous tenons à remercier les membres du jury trouvent ici l'expression de nos profonds Respects pour avoir pris la peine d'examiner notre mémoire.

Nous tenant aussi à remercier tous les enseignants et l'ensemble du personnel des différents services d'administrations (DTP, SET.SETIF, LTPSud, DUC, DT, DHW, SONEGGAZ, ONA, ADE, Protection Civil..) qui nous ont aidé et qui nous ont facilité la collecte des données pour finaliser ce modeste travail, que nous espérons qui sera à la hauteur de leurs engagement ainsi qu'à nos collègues pour leurs aide dans les travaux sur le terrain.

Nous ne saurons oublier nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ainsi qu'à tous l'ensemble de personnels de la bibliothèque, le laboratoire de l'université et le centre de calcul pour leur serviabilité exemplaire.

Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au nom de Dieu, le tout puissant, le très Miséricordieux

Je remercie le Dieu le tout Puissant de m'avoir motivé à réaliser ce modeste travail, également je remercie infiniment mes parents, qui mon encouragé et aidé à arriver à ce stade de ma formation.

Je dédie ce laconique travail à ma très chère mère, qui m'a accompagné durant les moments les plus rudes de ce parcours de mon éducation, celle qu'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, dont je devais incessamment être de grande compétence et motivation. Cependant. Je prie Dieu le Miséricordieux qui lui portera récompense, car la mienne ne sera guère complète.

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 pénibles de ma vie. À ma chère épouse qui était et continue de m'encourager à poursuivre mon parcours éducatif et à me soutenir dans le bien et le mal, merci beaucoup.

A mes braves frères Khaled, Mohammed Reda

A mes très chère sœurs Souad, Safaa et Israa

A mes petits-enfants Meriem et Ahmed

A toute la famille Matallah.

A mon binôme Mr Laatafi Abdelhak

A mon encadreur Mr Ziregue ahmed

A mon Co-encadreur Mr bachiri Attia

A tous mes chers amis

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

Enfin, à tous ceux qui m'aiment.



Ali

الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إلى الله أتقرب بعملتي هذا المتواضع إبتداءً وختاماً إلى الوطن الحبيب.
إلى التي زرعت الحب في قلبي، وغرست الخير في جوارحي ... أمي الحبيبة ... حليلة السعدية.
إلى من أتعبته الحياة، وأنصتته المتاعب من أجلنا ... أبي العزيز ... احمد لمين.
إلى أشقائي الأعمام ... عبد القادر، ياسين، عمر وإلى زواجهم وإلى روح المرحوم فتح الله.
إلى شقيقتي الحبيبات ... دلال، حدة، زينب وخولة وإلى أزواجهن وإلى ... د. مارية
إلى كل الأهل والأحباب، القريب منهم والبعيد.
إلى زميلي في رسالة التخرج - علي معطالله - وإلى عائلته المحترمة.
إلى كل من علمني حرفاً، إلى أساتذتي الكرام.
إلى زملائي، أصدقائي وأصحابي.
إلى كل الذين عرفتهم فأحببتهم وأحبوني في الله... إخواني وأخواتي.
إلى كل مناص لهذا الوطن.. ... إليهم جميعاً:
أزفه وأهدي عملي المتواضع هذا راجياً من الله ان يأجرني به وينفع به خيري ويتقبله.
ولله الحمد والشكر والمنة

يقول الشاعر، مصطفى صادق الرافعي (1880 - 1937م) في فضل العلم:

إن المعارف للمعالي شأمة
وأولو المعارف يجمعون ليعموا
والعلم زينة أهل بين النورى
سيان فيه أخو الغنى والمعدم
فالشمس تطلع في نمار مشرق
والبحر لا يخفيه ليل مظلم



عبد الحق

ملخص

أن الطريق الوطني رقم 1 الذي يمر عبر مدينة الأغواط قد تحول عبر مرور الزمن من طريق اجتتابي إلى شريان رئيسي في شبكة طرق المدينة. في حين أدى تزايد حركة المرور إلى خلق ازدحام مروري كبير على مستوى مفترقات الطرق على طول هذا الطريق. يظهر هذا المشكل جليا على مستوى مفترق الطرق المحاذي للجامعة. في هذه المنطقة أصبحت حركة المرور جد صعبة بحكم أن هذا المفترق يصل الطرق المؤدية إلى الجامعة وإلى المناطق الحضرية الوثام المحافير والمنطقة العالية. أمام كل هذه المشاكل أصبح من الضروري والإلزامي إيجاد حل وذلك بإعادة تهيئة هذا المفترق يندرج هدف هذا العمل ضمن هذا الإطار. حيث تم اقتراح إعادة تهيئة هذا المفترق والفضاء المجاور له بهدف تسهيل حركة المرور في هذه المنطقة الحساسة.

كلمات مفتاحية : الطريق، حركة المرور، مفترق الطرق، اعادة تهيئة، شبكة الطرق.

Abstract

The national road crossing the city of Laghouat has passed over time from a peripheral road to a main artery in the city's road network. However, the increase of traffic in this road has created a considerable traffic jam at the crossroads. This problem is more legible at the intersection near the university. In this zone, the circulation has become practically difficult because of the fact that this junction serves the access to the university and the way lead going to EL wiam and El mhafir cites as well as the way going to the high zone. For this purpose, this crossroads today requires a redevelopment to solve the problem of traffic. The main goal of this study is to propose a new layout of the crossroads and the proximity space in order to have the traffic flow more fluid.

Key words: Road, traffic crosroads, replaning, traffic jam, underground passage

Résumé

La route nationale traversant la ville de Laghouat est passée au fil du temps d'une route périphérique à une artère principale dans le réseau routier de la ville. Cependant l'augmentation du trafic dans cette route a créé un embouteillage considérable au niveau des carrefours. Ce problème est plus lisible au niveau du carrefour à proximité de l'université. Dans cette zone la circulation est devenue pratiquement difficile du fait que ce carrefour dessert l'accès à l'université et la voie allant vers EL wiam et El mhafir ainsi que la voie allant vers la zone haute. A cet effet ce carrefour nécessite aujourd'hui un réaménagement afin de résoudre le problème de la circulation. Le but principal de cette étude est de proposer un nouveau aménagement du carrefour et de l'espace de proximité afin de rendre la circulation plus fluide.

Mots clés : Route, carrefour, réaménagement, embouteillage, passage souterrain

Liste des abréviations

Carrefours et étude du trafic	
UVP	Unité de Véhicules Particuliers
Qe	Le trafic entrant
Qs	Le trafic sortant
Qt	Le trafic tournant
C	La capacité
PL	Poids lourd
Qg	Le trafic gênant
Q's	Trafic sortant équivalent
RC	Réserve de la capacité
TC	Transports en commun
Vr	Vitesse de référence
Vp	Vitesse de projet
VRU	Voies rapides urbaines
TPC	Terre plain centrale
Bm	Bande médiane
BAU	Bande d'arrêt d'urgence
BA	Bande d'arrêt
BDD	Bande dérasée droite
BDG	Bande dérasée gauche
BM	Bande médiane
GRC	Glissières métallique simple
GCU	Glissières métallique simple
ARP	Aménagement des Routes Principales
PSGN	Passage souterrain à gabarit Normal
PSGR	Passage souterrain à gabarit réduit
GS	Glissières de sécurité
GBA	Glissières simple en Béton adhérent
Dimensionnement du corps de la chaussée	
N	Trafic cumulé
A	Facteur d'agressivité globale du trafic.
C	Facteur de cumul
C.B.R	California – Bearing – Ratio
e	Epaisseur équivalente
I _{CBR}	Indice CBR (sol support)
N :	Désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
P	Charge par route P = 6.5 t (essieu 13 t)
Log	Logarithme décimal
Si	Portance de sol support
RPi	Niveau du réseau principal
TPLi	Classe de trafic à l'année de la mise en service
B.B	Béton bitumineux
G.B	Grave bitume
CS	Couche de surface
Présentation de la ville de Laghouat	
P _n	Population future à estimer
P ₀	Population de l'année de référence

τ	Taux d'accroissement
n	Nombre d'années entre les deux horizons
Etude géotechnique	
Q _{ad}	Taux de travail de la semelle(t/m ²)
γ	Poids spécifique du sol
D	Profondeur d'ancrage
B, L	Dimensions de la semelle (m)
C	La cohésion
F	Coefficient de sécurité = 3
N _γ , N _q , N _c	Coefficients de portance en fonction de l'angle de frottement φ
Etude du trafic	
R _c	La réserve de capacité
TJMA _h	Trafic moyen journalier annuel à l'année horizon 2041
TJMA _O	Trafic moyen journalier annuel à l'année origine
T _{eff}	Trafic effectif
Q _{adm}	Débit admissible
Mur de soutènement	
E _{i0}	Epaisseur résultant de la lecture des abaques
H	Hauteur de remblais (m)
d	Ouverture de l'ouvrage (m)
C	Couonnement
E	Epaisseur de la semelle
B	Largeur de la semelle
A	Largeur du patin avant
S	Section du voile sur la semelle
Etude complémentaire	
Kv	Kilo volt

Liste des figures

Figure I.1 : Types de giratoire.....	4
Figure I.2 : Différents éléments constituant un giratoire.....	4
Figure I.3 : Géométrie de giratoire.....	11
Figure I.4 : Branches de giratoire.....	12
Figure I.5 : Différentes pentes de l’anneau et l’îlot central.....	14
Figure I.6 : Les éléments déterminant le giratoire.....	16
Figure II.1 Distance de freinage en fonction de la déclivité (ICTAVRU 1990)	27
Figure II.2 : Visibilité en angle saillant (ICTAVRU 1990)	27
Figure II.3 : Éléments constitutifs du profil en travers	28
Figure II.4 : Éléments constitutifs du profil en travers	28
Figure II.5 : Dimensionnement de la hauteur des ouvrages.....	38
Figure II.6 : Éléments constitutifs du profil en travers	39
Figure II.7 Morphologie d’ensemble (opticalcadre).....	42
Figure II.8 : Mur de soutènement (Zeroual. f)	43
Figure II.9 : Mur en (T renversé) (Annane Abd-A.2013).....	44
Figure II.10 : Mur en déblai (Zeroual. f).....	44
Figure II.11 : Mur à contreforts (Annane Abd-A.2013)	45
Figure II.12 : Mur en terre armée	45
Figure II.13 : Les éléments du tracé en plan	48
Figure II.14 : Types de chaussées.....	49
Figure II.15 : Types de flèches (directionnelles - de rabattement) – (I I S R. 7^{ème} partie)	54
Figure II.16 : Ligne discontinue « CÉDEZ LE PASSAGE » (I I S R. 7^{ème} partie)	54
Figure II.17 : Ligne de passages pour piétons (I I S R. 7^{ème} partie).....	55
Figure II.18 : Ligne pour le stationnement (I I S R. 7^{ème} partie).....	55
Figure II.19 : Caractéristiques des lignes longitudinales (I I S R. 7^{ème} partie).....	57
Figure II.20 : Caractéristiques des lignes transversales (I I S R. 7^{ème} partie).....	57
Figure II.21 : Type de balise latéral délinéateur J6.....	58
Figure II.22 : Type des plots rétro réfléchissants	58
Figure II.23 : Type de balise ponctuel J6.....	59
Figure II.24 : Type de balise Balisage des îlots séparant deux courants de trafic de même sens	59
Figure III.1 : (a) Localisation de Laghouat, (b) Ville de Laghouat : Donnée Navteq/teleatlas, d’après map yahoo/map info à refaire.....	63
Figure III.2 : Communes limitrophe de Laghouat	64
Figure III.3 : Plan de situation de la ville de Laghouat.....	65
Figure III.4 : Réseau routier en 1886 (Benkouider, et al. ; 2006).....	67
Figure III.5 : Réseau routier en 1911(Benkouider, et al. ; 2006).....	68
Figure III.6 : Réseau routier en 1963 (Benkouider, et al. ; 2006).....	68
Figure III.7 : Réseau routier en 2000 (Benkouider, et al. ; 2006).....	68
Figure III.8 : Réseau routier et infrastructure de base	69
Figure IV.1 : Implantation de la zone d’étude sur la carte de la ville de Laghouat.....	71
Figure IV.2 : Aire de projet.....	71
Figure IV.3 : Présentation des axes sollicitant l’échange de trafic dans la zone d’étude.....	72
Figure IV.4 : Vue en plan de l’état de la zone d’étude en 2004.....	73

Figure IV.5: Schéma de circulation dans la zone d'étude.....	74
Figure IV.6 : Schéma des points de conflit dans la zone d'étude.....	75
Figure IV.7 : Schéma des conduites d'eau potable dans la zone d'étude.....	77
Figure IV.8 : Réseau de conduites des eaux usées et des eaux pluviales	77
Figure IV.9 : Schéma de conduite de GAZ dans la zone d'étude	78
Figure IV.10 : Schéma des lignes électrique dans la zone d'étude (30 KV - souterrain).....	78
Figure V.1 : Vue en plan de l'état actuel de la zone d'étude.....	81
Figure VI.1: Schéma d'implantation des postes de comptage manuel.....	89
Figure VI.2: Histogramme du comptage du poste 01- sens 01	90
Figure VI.3 : Histogramme du comptage du Poste 01-sens02.....	91
Figure VI.4 : Histogramme du comptage du Poste 02-sens01	91
Figure VI.5 : Histogramme du comptage du poste 02- sens02	92
Figure VI.6 Schéma d'implantation des postes de comptage manuel.....	94
Figure VI.7 : Répartition proportionnel graphique de trafic	97
Figure VI.8: Solution par passage supérieur	100
Figure VI.9 : Solution par passage souterrain	101
Figure VI.10: Vue en palan de conception d'aménagement proposée.....	101
Figure VI.11 : Schéma d'implantation des postes de comptage manuel – carrefour 02	102
FigureVI.12 : Répartition proportionnel graphique de trafic – carrefour 02.....	105
Figure VII.1 : Profil en travers de la section en 2 x 3 voies.....	110
Figure VII.2 : Hauteur du passage souterrain	112
Figure VII.3 : Eléments constitutifs du profil en travers du passage souterrain	112
Figure VII.4 : Dimensionnement de la hauteur du passage souterrain	113
Figure VII.5 : Cadre de dimensionnement.....	115
Figure VII.6 : Abaque d'épaisseurs des pieds droits et de la traverse inférieure	115
Figure VII.7 : Schémas de mur de soutènement	117
Figure VII.8 : Coupe transversale de MS	118
Figure VII.9 : La structure de chaussée I.....	119
Figure VII.10 : Structure du corps de chaussées selon (LCPC,SETRA)	120
Figure VIII.1: Système d'assainissement dans le passage souterrain.....	123
Figure VIII.2: Type d'implantation d'éclairage.....	127
Figure VIII.3 : Schéma des conduites des eaux usées et eaux Pluviales dans la zone d'étude.....	128
Figure VIII.4: Schéma des solutions proposées pour déplacement des conduites des eaux usées et eaux Pluviales dans la zone d'étude.....	129
Figure VIII.5 : Schéma des conduites d'eaux potables dans la zone d'étude	129
Figure VIII.6 : Schéma du câble électrique (30 kv) dans la zone d'étude.....	130
Figure VIII.7 : Schéma de la solution proposée pour le déplacement du câble électrique dans la zone d'étude.....	130
Figure VIII.8 : schéma de la fibre optique dans la zone d'étude	131
Figure VIII.9 : Schéma de la conduite de gaz	131
FigureIV.1: Etat de débouchage dans le carrefour giratoire	1
FigureIV.2 : Aire de stationnement du transport de l'université	1
FigureIV.3 : Poids lourd - Semi-remorque.....	2
FigureIV.4 : Poids lourd – 3 essieux	2
FigureIV.5 : Transport commun – autobus et minibus	3

FigureIV.6 : Transport commun – Autocar -	3
FigureIV.7 : Etat de conflit dans le carrefour N°02	4
FigureV.1 : Photo de la levée topographique	5
FigureV.2 : Coupe lithologique du sondage 01	6
FigureV.3 : Coupe lithologique du sondage 03	7
FigureV.4 : Coupe lithologique du sondage 04	8
FigureV.5 : Coupe lithologique du sondage 05	9
FigureV.6 : Courbe d'analyse granulométrique s1 (dépôt alluvionnaire).....	10
FigureV.7 : Courbe d'analyse granulométrique s5 (complexe marneux argileux sableux)	11
FigureV.8 : Limite d'Atterberg S1 (dépôt alluvionnaire)	12
FigureV.9 : Limite d'Atterberg S5 (complexe marneux argileux sableux)	13
FigureVI.1 : Réalisation de comptage carrefour (02).....	13
FigureVI.2 : Réalisation du comptage au niveau du giratoire.....	13
FigureVI.3 : comptage directionnel.....	14
FigureVI.4 : Feuille de comptage.....	15
FigureVII.1 : Profil en travers type de la voie latérale.....	24
FigureVII.2 : Profil en travers type du passage souterrain (section ouverte).....	24
FigureVII.3 : Profile en travers type de la section 2x3 voies	25
Figure VII.4 : Levée topographique de la zone d'étude	26
Figure VII.5 : Plan du tracé combiné de la variante du passage supérieur	27
Figure VII.6 : Plan du tracé combiné de la variante du passage souterrain	29
Figure VII.7 : Plan d'aménagement de la variante (01).....	30
Figure VII.8 : Plan d'aménagement de la variante (02).....	30
Figure VII.9 : Plan d'aménagement de la variante adoptée	31
FigureVIII.1 : Flèches de sélection et de rabattement	33
FigureVIII.2 : Plaques de signalisation verticale	34
FigureVIII.3 : Balise de type J5, J12, 14 a.....	35
FigureVIII.4 : Plot retro rafraichissant routier en verre	35

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Valeur du coefficient « a »	10
Tableau I-2 : Valeur du coefficient « b »	10
Tableau I-3 : Différentes largeurs de l’anneau et l’îlot central.....	14
Tableau I-4 : Les différentes dimensions de giratoire urbain (Guide des carrefours urbains).....	16
Tableau II-1 :Valeur des rayons et dévers associés pour le Type A (ICTAVRU 1990).....	24
Tableau II-2 :Valeur des rayons et dévers associés pour le Type U (ICTAVRU 1990).....	24
Tableau II-3 :Valeur des déclivités pour le Type U (ICTAVRU 1990)	25
Tableau II-4 :Valeur des rayons en angle saillant (ICTAVRU 1990)	25
Tableau II-5 :Valeur des rayons en angle rentrant (ICTAVRU 1990)	26
Tableau II-6 :Valeur des distances d’arrêt (ICTAVRU 1990).....	26
Tableau II-7 :Valeur des rayons saillants en fonction de la vitesse V (ICTAVRU 1990).....	28
Tableau II-8 : Tableaux récapitulatifs des dimensions des éléments constitutifs du profil en travers des Voies de type U (ICTAVRU 1990).....	35
Tableau II-9 :Largeur de Bm, TPC et dispositif de retenue (ICTAVRU 1990)	36
Tableau II-10 : Plantations arbustives (à faible développement) sur la bande médiane (ICTAVRU 1990)	36
Tableau II-11 :Valeur des rayons saillants en fonction de la vitesse V (ICTAVRU 1990).....	37
Tableau II-12 : Largeur des couloirs dépend de la vitesse.....	40
Tableau II-13 : Valeurs minimales des rayons paraboliques et les pentes maximales	41
Tableau II-14 : Les valeurs des coefficients d’équivalence.....	51
Tableau II-15 : Le nombre de bandes d’un passage pour piétons en fonction de la largeur roulable de la chaussée.....	55
Tableau II-16 :Les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues (I I S R. 7 ^{ème} partie).....	56
Tableau III-1 : Classification territoriale de la commune de LAGHOUAT.....	64
Tableau III-2 : Données climatiques de Laghouat – Algérie.....	66
Tableau III-3 : Evolution de la population entre 1987/2017	67
Tableau III-4 : Estimation du nombre d’habitants.....	67
Tableau V-1 : Distribution granulaire	83
Tableau V-2 : Distribution granulaire	85
Tableau V-3 : Contrainte admissible.....	87
Tableau VI-1 : Comparaison des débits.....	92
Tableau VI-2 : Etablissement des flux directionnels (Auteurs).....	94
Tableau VI-3 : Répartition modale et directionnel des flux a H P en (UVP).....	95
Tableau VI-4 : Répartition modale de trafic	96
Tableau VI-5 : Répartition de matrice (origine – destination) en UVP.....	96
Tableau VI-6 : Répartition proportionnel de matrice (origine – destination)	96
Tableau VI-7 : Répartition de matrice (origine - destination) en UVP –après dénivellation du giratoire .	97
Tableau VI-8 : Répartition modale du trafic entrée de chaque branche en (VP)	98
Tableau VI-9 : Répartition modale du trafic sortie de chaque branche en (VP).....	98
Tableau VI-10 : Récapitulatif des trafics entrant, sortant et tournant.....	99
Tableau VI-11 : Etablissement des flux directionnels	103
Tableau VI-12 : Répartition modale de trafic – carrefour02.....	103
Tableau VI-13 : Répartition modale et directionnel des flux a H P en (UVP) – carrefour 02.....	104

Tableau VI-14 : Répartition de matrice (origine – destination) en UVP – carrefour 02.....	104
Tableau VI-15 : Répartition proportionnel de matrice (origine – destination) – carrefour 02.....	105
Tableau VI-16 : Répartition de matrice (origine - destination) en UVP -carrefour 02, après la solution 02	105
Tableau VI-17 : Coefficient d'équivalence P	107
Tableau VI-18 : Valeur de K1 (B40)	108
Tableau VI-19 : Valeur de K2 (B40)	108
Tableau VI-20 : Capacité théorique du profil en travers en régime stable (B40)	108
Tableau VI-21 : Nombre de voie pour chaque destination	109
Tableau VII-1 : Tableau des dimensions des éléments constitutif du profil en travers	110
Tableau VII-2 : Dimensions des éléments constitutif du profil en travers appliqué dans le projet	111
Tableau VII-3 : Dimensions des éléments constitutif du profil en travers appliqué dans le projet	112
Tableau VII-4 : Dimensions des éléments constitutif du profil en travers appliqué dans les giratoires .	113
Tableau VII-5 : Eléments constitutifs du profil en travers du passage souterrain	114
Tableau VII-6 : Récapitulatif des dimensions de MS.....	117
Tableau VII-7 : Classement avec couche de forme en matériaux non traité	120
Tableau VII-8 : Structure du corps de chaussées selon (LCPC, SETRA)	120
Tableau VIII-1 : Récapitulatif des caractéristique des marques au sol.....	124
Tableau VIII-2 : Dimensions des panneaux utilisées dans le projet.....	124
Tableau VIII-3 : Type et emplacement des retenue en béton (ICTAVRU).....	125
Tableau VIII-4 : Type et implantation d'éclairage dans le projet.....	127
Tableau VIII-5 : Devis estimatif du cout de projet.....	132
Tableau VI-1 : Résultat du comptage de poste 01 – sens 01.....	16
Tableau VI-2 : Résultat du comptage de Poste 01 – sens 02	17
Tableau VI-3 : Résultat du comptage de Poste 02 – sens 01	18
Tableau VI-4 : Résultat du comptage de Poste 02 – sens 02	19
Tableau VII-1 : Eléments de l'axe en plan de l'axe principal	20
Tableau VII-2 : Eléments du profil en long de l'axe principal	20
Tableau VII-3 : Tabulation de l'axe principal	21

Table des matières

Remerciement	I
Dédicace.....	II
الإهداء	III
Résumé	IV
Liste des abréviations.....	V
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	X
Introduction générale.....	1
I. Généralités sur les carrefours et étude de trafic	3
I.1 Les Carrefours.....	3
I.2 Etude de trafic	17
I.3 Pour quoi on fait l'étude de trafic ?.....	19
I.4 La mesure des trafics	19
II. Les voies et les passages souterrains	21
II.1 Etude des voies.....	21
II.2 Les passages souterrains	37
II.3 Dimensionnement du corps de chaussée.....	46
II.4 Etude de signalisation.....	53
III. Présentation de la ville de Laghouat	63
III.1 Situation géographique.....	64
III.2 Situation topographique.....	65
III.3 Climatologie.....	65
III.4 Situation géologique.....	66
III.5 Situation démographique :	66
III.6 Evolution du réseau de voirie de la ville de Laghouat.....	67
III.7 Voiries urbaines :	69
IV. Présentation du projet	70
IV.1 Etat actuel et problématique	70
IV.2 Situation du projet	70
IV.3 Sollicitation du réseau routier et voiries dans la zone d'étude.....	72

IV.4	Historique du carrefour.....	73
IV.5	Etat initial de la zone d'étude.....	73
IV.6	Conséquences de la circulation actuelle sur l'utilisateur et les collectivités	75
IV.7	Objectif de l'étude	76
IV.8	Collecte des données.....	76
V.	Travaux sur le terrain	80
V.1	Etude topographique	80
V.2	Etude géotechnique.....	82
VI.	Etude d'expertise et diagnostic	88
VI.1	Réalisation du comptage.....	88
VI.2	Calcul de trafic :	107
VII.	Calcul et dimensionnement de la variante adoptée	110
VII.1	Calcul de la variante adoptée	110
VII.2	Le passage souterrain	113
VII.3	Calcul de la structure du corps de chaussées	118
VII.4	Conclusion	121
VIII.	Etudes complémentaires.....	122
VIII.1	Assainissement.....	122
VIII.2	Sécurité routière	124
VIII.3	Eclairage public.....	125
VIII.4	Déplacement des canalisations :.....	127
VIII.5	Avant métré et estimation du cout de projet :.....	132
	Conclusion et perspectives.....	133
	Références Bibliographiques.....	134
	Annexe.....	135

Introduction générale

Un pays se développe avant tout grâce à ses infrastructures de transports. Dans les pays développés, on donne une importance majeure à la construction des autoroutes, des chemins de fer ainsi qu'aux infrastructures maritimes et aéroportuaires, ce qui a permis le développement de leur économie.

La route est un lieu de vie et d'échanges. On dit que les rues et les routes forment le premier réseau social. Mais avant d'en arriver là, les routes ont d'abord servi à conquérir les territoires. Les romains les ont construites dans le but d'envahir avec leur armée les terres continentales. Ce n'est que plus tard qu'elles sont devenues un moyen de communication. Un bien commun dont on ne saurait plus se passer : sans route, les gens ne peuvent pas se déplacer de ville en ville, les enfants ne peuvent plus aller à l'école, et les travailleurs ne vont plus travailler et ne peuvent plus se soigner... Le réseau routier conditionne la vie et la vitalité d'un pays. En revanche cette route peut engendrer des pertes humaines et matérielles.

Les accidents de la route ont des causes diverses, telles que les circonstances atmosphériques (canicule, verglas) ou le comportement humain : inattention, agressivité, influence d'alcool ou de drogues. Mais les mauvaises études d'aménagement peuvent également être mentionnées comme cause. Parmi les exemples : les intersections et les carrefours non signalés, ces causes techniques peuvent accentuer les risques d'accident de la route. En Algérie le réseau routier est très ancien et a connu au cours du temps d'une part une extension très importante liée au développement du pays et à l'extension des villes et d'autre part la détérioration des chaussées avec l'augmentation du trafic routier.

La ville de Laghouat occupe une position stratégique en tant que ville relais, entre le nord et le sud du pays. C'est le point de convergence des pistes sahariennes, qui en font l'une des portes du Sahara.

Le développement industriel, l'exploitation du champ gazier de Hassi Rmel a été à l'origine de la réalisation de la route nationale RN1 en 1957 qui traverse la ville après l'indépendance l'expansion du réseau routier d'une part et l'extension de la ville vers le nord d'autre part a fait que cette route est devenue l'artère principale de la ville à cet effet et vu l'augmentation du parc automobile et par conséquent le trafic routier des zones d'encombrement ont surgi en particulier au niveau du carrefour de l'université où la circulation

est devenue pratiquement difficile du fait que ce carrefour désert l'accès à l'université et la voie allant vers EL Wiam et El M'hafir.

A cet effet ce carrefour nécessite aujourd'hui un réaménagement afin de résoudre le problème de la circulation.

C'est dans cet objectif que s'oriente notre travail. L'objectif principal de cette étude est la résolution du problème du trafic au niveau du carrefour de l'université de Laghouat. Afin d'arriver à ces objectifs notre travail est subdivisé en quatre parties.

Dans la première partie dédiée à l'étude théorique, nous avons présenté des généralités d'une part sur les carrefours et l'étude du trafic et sur les voies et passages souterrains d'autre part.

Dans une deuxième partie nous avons présenté la ville de Laghouat et la zone étudiée. Une dernière partie la plus importante est consacré à l'étude du projet est divisée en quatre chapitre :

- Le premier relatif aux travaux réalisés sur le terrain.
- Le deuxième chapitre consacré à l'étude d'expertise et de diagnostic.
- Un troisième chapitre qui portera sur le calcul et dimensionnement des ouvrages et des voies.
- Un quatrième et dernier chapitre sera consacré aux études complémentaires relatives aux différents réseaux.

Partie I
Etude théorique

I. Généralités sur les carrefours et étude de trafic

I.1 Les Carrefours

Le carrefour est une intersection de plusieurs voies. Il organise les croisements de flux de véhicules, en gérant les conflits (sécurité). L'une des caractéristiques d'un carrefour est le nombre maximal de véhicules qu'il peut faire passer (la capacité). On distingue les carrefours à niveau et dénivelés. (**Guide des carrefours urbains**).

I.1.1 Types de carrefour

On distingue d'emblée deux grandes familles de carrefour :

I.1.1.1 Les carrefours dénivelés ou échangeurs

Dont les échanges sont séparés les uns des autres et gérés en dehors des axes principaux (en vue de limiter au maximum les conflits sécants).

I.1.1.2 Les carrefours plans ou carrefours à niveau

Qui regroupent dans un même plan l'ensemble des échanges entre les routes concernées. Ils sont deux types principaux : Les carrefours plans ordinaires et les carrefours à sens giratoire, dits « carrefours giratoires ».

Le « demi-carrefour » est un carrefour plan ordinaire, fermé physiquement au niveau du terre-plein central. Il autorise seulement les échanges qui correspondent à des mouvements de tourne-à-droite (depuis la route principale vers une route secondaire, ou l'inverse). (**Guide des carrefours urbains**).

I.1.1.3 Carrefour giratoire

Le carrefour giratoire est un aménagement plan comportant un îlot central ceinturé par une chaussée circulaire. Parcouru en sens unique, il collecte les trafics des voies aboutissant à l'intersection et redistribue ces trafics entre ces mêmes voies. Les véhicules se retrouvent ainsi dans le même courant de circulation, quelle que soient leur provenance et leur destination.

Les conflits entre véhicules sont limités à ceux liés à l'insertion des véhicules entrants dans le courant commun, et à ceux liés à la répartition des véhicules sortants. Insertion et séparation s'effectuent l'une et l'autre par la droite : tout véhicule tourne deux fois à droite, y compris en cas de « tourne-à-gauche », c.-à-d. suppression des conflits de croisements (cisaillements)

Tous les itinéraires sont ainsi interrompus, et tous les trafics qui aboutissent au carrefour perdent leur prépondérance, quelle qu'elle soit, au bénéfice du courant commun sur l'anneau, en application du régime de la priorité aux véhicules circulant sur la chaussée annulaire.

Un giratoire est dit :

- (1) Simple : lorsque tous les courants empruntant la chaussée sont annulaire.
- (2) Traversé : lorsque certains courants directs coupent le dispositif.
- (3) Dénivelé : lorsque l'un au moins des courants le traverse à niveau séparé.

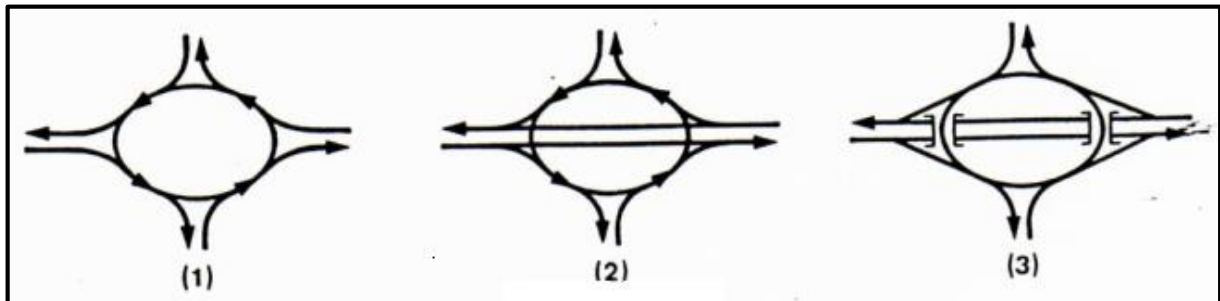


Figure I.1 : Types de giratoire

En effet, les dangers d'une configuration classique de carrefour résident dans le fait que les conflits entre véhicules se produisent à vitesse élevées et avec des trajectoires différentes.

La solution giratoire permet d'agir sur les deux points suivants :

- Obliger à ralentir en cassant la trajectoire ;
- Créer une section que les deux véhicules abordent approximativement dans la même direction.

Bien que l'abus de langage soit courant, il ne faut pas confondre « carrefour giratoire » (qui est un carrefour donnant priorité aux véhicules circulant sur l'anneau) avec « rond-point ». (**Guide des carrefours urbains**).

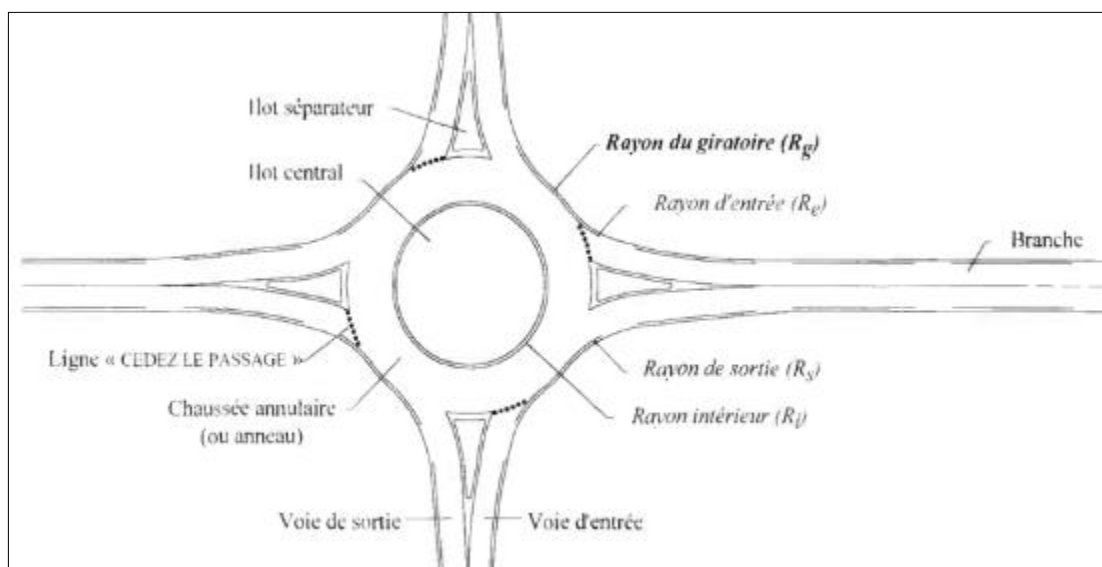


Figure I.2: Différents éléments constituant un giratoire

I.1.2 Avantages et inconvénients

Le carrefour giratoire est de plus en plus répandu car il présente de nombreux avantages :

- L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés.
- L'infrastructure oblige à ralentir et réduit les accidents impliquant des chocs à angle droit, statistiquement les plus dangereux. La plupart des accidents observés sont des chocs arrière à vitesse réduite, moins traumatisants.
- Les feux de signalisation ne sont pas nécessaires, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, ce qui est intéressant en zone très rurale, et économise de l'énergie.
- Les véhicules n'attendent pas longtemps, contrairement aux croisements à feux de signalisation, d'où le gain de temps notable ainsi que l'économie de carburant et diminution de la pollution de l'air et des nuisances sonores.

Mais il présente aussi des inconvénients par rapport à d'autres aménagements :

- En agglomération ou sur voies à fort trafic (voies rapides urbaines par exemple), dans le cas de 2 flux de circulation importants se croisant, le carrefour giratoire impliquera une saturation des 2 flux même si un seul pose problème, ce qui n'est pas le cas avec des feux tricolores.
- Hors agglomération, son usage impose ralentissements et ré accélération, ce qui est préjudiciable à la consommation de carburant. Il est cependant très utilisé en France, même sur des routes à faible trafic et des portions à 2x2 voies, mais ce n'est pas général : en Allemagne par exemple, les voies d'insertion, parfois avec échangeur, sont plus communes.
- Si la sécurité des automobiles est améliorée, ce n'est pas le cas de celle des cyclistes et des piétons, pour lesquels ce type de carrefour présente plus de danger par rapport aux carrefours traditionnels⁹. Les piétons sont particulièrement vulnérables lorsqu'ils doivent traverser une voie sortant d'un rond-point, tandis que les cyclistes, qui doivent généralement, à cause de la différence de vitesse, tenir le côté extérieur, peuvent être renversés lors de l'entrée ou de la sortie d'un véhicule.

(Guide des carrefours urbains)

I.1.3 Types des giratoires

I.1.3.1 Giratoire avec une voie

Un giratoire composé d'un anneau circulaire avec voie unique s'utilise comme décrit plus haut, sans contraintes particulières autres que les diverses priorités et l'enclenchement des clignotants pour sortir.

I.1.3.2 Giratoire avec deux voies

Un giratoire composé d'un anneau circulaire avec 02 voies est le cas le plus courant, car le plus sûr. Il s'utilise en fonction des besoins de l'usager : s'il veut sortir à droite de son axe d'entrée ou aller tout droit, il doit emprunter la voie extérieure du giratoire ; s'il veut aller à gauche de son axe d'entrée ou faire demi-tour, il peut emprunter la voie intérieure. C'est une simple possibilité et non une obligation. Il peut également rester sur la voie extérieure du giratoire. **(Guide des carrefours urbains)**

Dans le détail :

- S'il veut tourner à droite, il enclenche son clignotant droit avant d'aborder le giratoire. Il se place alors sur la première voie (voie ouverte) et sort tout de suite dès que possible (toujours avec son clignotant actif).
- S'il veut continuer tout droit, il n'enclenche pas de clignotant avant d'aborder le giratoire mais se place alors sur la première voie (voie ouverte) et lorsqu'il arrive au niveau de la sortie avant laquelle il veut sortir, il enclenche son clignotant droit et sort dès que possible (toujours avec son clignotant actif).
- S'il veut tourner à gauche, il reste sur la voie de droite, ou enclenche son clignotant gauche avant d'aborder le giratoire et se place alors rapidement sur la deuxième voie (voie fermée) puis y reste pour faire la moitié du tour complet puis il se positionne (en cédant le passage aux éventuels usagers sur la première voie) dans la première voie. Lorsqu'il arrive au niveau de la sortie avant laquelle il veut sortir, il enclenche son clignotant droit et sort dès que possible (toujours avec son clignotant actif).
- S'il veut faire demi-tour, il reste sur la voie de droite, ou enclenche son clignotant gauche avant d'aborder le giratoire et reste sur la voie de droite ou se place alors rapidement sur la deuxième voie (voie fermée) puis y reste pour faire les trois quarts du tour complet puis il se positionne (en cédant le passage aux éventuels usagers sur la première voie) dans la première voie. Lorsqu'il arrive au niveau de la sortie avant laquelle il veut sortir, il enclenche son clignotant droit et sort dès que possible (toujours avec son clignotant actif).
- S'il ne connaît pas sa sortie, il doit se placer sur la première voie en faisant extrêmement attention aux autres usagers. Un usager a le droit de faire plusieurs fois le tour du giratoire (sans en abuser) pour trouver sa sortie, dans la mesure où il ne gêne pas la bonne circulation.

- Comme les autres véhicules, les poids-lourds peuvent rester sur la voie extérieure et enclenchent le clignotant à gauche à l'intérieur du giratoire (s'ils ne sortent pas tout de suite) pour dissuader les véhicules qui les suivent de les dépasser par la gauche à cause de leur porte-à-faux.

Attention : Quand l'anneau comporte plusieurs voies, c'est forcément celui qui change de voie qui doit céder le passage (et qui serait en tort en cas d'accident...). C'est en particulier le cas d'un conducteur circulant sur l'anneau intérieur, qui ne doit pas gêner les véhicules circulant sur l'anneau extérieur (à sa droite, donc) qui ont priorité, en sortant du carrefour.

I.1.3.3 Giratoire avec trois voies

Un giratoire composé d'un anneau circulaire avec 3 voies est plutôt difficile à utiliser. Il s'utilise en fonction des besoins de l'usager comme pour celui à 2 voies avec à nouveau pour règles de base : s'il veut sortir à droite de son axe d'entrée ou aller tout droit, il doit emprunter la voie extérieure du giratoire ; s'il veut aller à gauche de son axe d'entrée ou faire demi-tour, il peut emprunter la voie intérieure. C'est une simple possibilité et non une obligation. Il peut également rester sur la voie extérieure du giratoire.

Pour les giratoires à plusieurs voies : les propositions ci-dessus données quant à l'utilisation des voies de la chaussée formant anneau, ne sont que des « possibilités » pour ne pas dire des « dérogations » afin de faciliter l'écoulement de la circulation. Le principe général est que les conducteurs doivent maintenir leur véhicule près du bord droit de la chaussée.

Il reste que l'utilisation des clignotants est impérative pour se placer sur les voies de présélection à gauche avant l'entrée dans le carrefour (si elles existent), puis lors des changements de voie sur le giratoire et naturellement pour en sortir. (**Guide des carrefours urbains**)

I.1.4 Types d'anneau de giratoire

Il existe deux configurations de giratoires possibles :

- **Configuration pleine** : l'anneau formé par le sens unique est assez grand pour pouvoir combler complètement son centre sans gêner les véhicules à gabarit particulier. Un aménagement paysagiste, voie artistique, est souvent réalisé sur l'îlot central (dispositif non agressif en cas de "tout droit"). Configuration obligatoire hors agglomération avec possibilité d'une partie franchissable (couronne) mais à faible vitesse (pavés, etc.).
- **Configuration vide** : l'anneau est plus petit, et comme il risque de gêner les véhicules larges et longs (autobus, camions...), le terre-plein central du giratoire est

franchissable (aménagement par marquage ou par des mesures constructives du type d'un petit monticule en forme de calotte sphérique dont la surélévation centrale ne pourra dépasser 15 cm de haut). Le giratoire est alors appelé « mini giratoire » ; son diamètre maximal extérieur est de 24 mètres.

En agglomération exclusivement, les carrefours à sens giratoire peuvent comporter un terre-plein central matériellement franchissable, qui peut être chevauché par les conducteurs lorsque l'encombrement de leur véhicule rend cette manœuvre indispensable. »

En aucun cas (surtout pour le deuxième), il n'est autorisé de « manquer » le giratoire et de passer en ligne droite ou presque dessus. Il faut toujours suivre au maximum la courbure de l'anneau et indiquer son intention de sortir le plus tôt possible. (**Guide des carrefours urbains**).

I.1.5 Capacité de carrefour

La capacité d'une entrée est le débit horaire maximal pouvant pénétrer sur l'anneau en fonction du trafic gênant.

Le trafic gênant est une combinaison :

- Du trafic tournant (trafic prioritaire sur l'entrée) ;
- Du trafic sortant sur la même branche).

Ces calculs nécessitent donc la connaissance de la répartition des trafics par mouvement, sous forme de matrice origine – destination.

La réserve de capacité peut s'exprimer en uvp/h (différence entre capacité et le trafic entrant) ou en pourcentage (réserve de capacité en uvp/h sur trafic entrant). Cette dernière présentation est compatible avec celle des calculs de capacité du carrefour à feux. Pour des branches très secondaires, des résultats très supérieurs à 100 % ne sont pas rares.

Le temps moyen d'attente est la moyenne des temps d'arrêt de chaque véhicule à l'entrée. Le temps total d'attente, somme des temps d'attente individuels, est un élément de comparaison avec d'autres solutions dans un calcul économique.

La longueur de queue moyenne, exprimée en unité de véhicules particuliers (u.v.p), est le nombre moyen de véhicules en attente à l'entrée. La longueur maximale (à 95% par exemple) est le nombre d'uvp en attente non dépassé dans 95 % du temps, durant l'heure de pointe. Cette donnée est particulièrement intéressante pour évaluer le risque de remontée de queue et ses conséquences (en général on considère 10 m par u.v.p).

En milieu urbain ou périurbain, la capacité des giratoires est un problème fort, d'où l'importance des calculs de capacité.

On ne calcule pas la capacité globale d'un carrefour giratoire. Il doit être considéré comme une succession de carrefour en T disposant d'une capacité individuelle.

Avec la priorité à l'anneau, il n'y a pas d'interaction d'une entrée sur autre, par contre toutes perturbation en aval du carrefour peuvent avoir des effets néfastes sur le fonctionnement du giratoire.

Pour calculer la capacité, il est nécessaire de connaître les trafics directionnels à l'heure la plus chargée, il est parfois utile de prendre aussi en considération la pointe inverse. Il est recommandé de retenir les pointes habituelles plutôt que les pointes exceptionnelles.

Néanmoins, dans les secteurs à fortes variations saisonnières, les trafics des périodes les plus chargées peuvent servir de base aux calculs.

Dans le cadre d'études à moyen terme sur des tracés neufs, les prévisions de trafic peuvent conduire à envisager des entrées à plusieurs voies. La programmation de phases intermédiaires doit permettre d'échelonner les réalisations (passage de 1 à 2 voies par exemple), ce qui optimisera les conditions de sécurité. Les emprises de la géométrie finale doivent toutefois être réservées au départ. **(Guide des carrefours urbains)**

I.1.6 Ordre de grandeur

Une rapide observation du trafic horaire total entrant dans le giratoire permet de se faire une idée du niveau de la réflexion à mener sur la capacité :

- < 1500 uvp/h, normalement pas de problème ;
- De 1500 à 2000 uvp/h, un examen de répartition des trafics est nécessaire ; on vérifiera que la somme des trafics entrant et tournant ne dépasse pas 1000 uvp/h à chaque entrée.
- Plus de 2000 uvp/h, un test de capacité est obligatoire ; ce test peut être réalisé au moyen de logiciel GIRABASE.

I.1.7 Eléments influents

De nombreux éléments dans la géométrie d'un carrefour giratoire ont une influence sur la capacité. Certains se combinent entre eux de façon favorable ou défavorable.

Les principaux éléments sont :

- La largeur de l'entrée, et non pas le nombre de voies marquées ; cependant l'influence d'un élargissement d'une entrée est limitée par sa longueur et par la largeur de l'anneau ;
- La largeur de l'anneau, toutefois est limitée pour des raisons de sécurité ;
- Le rayon de l'ilot central peut agir dans les deux sens, pour les petites valeurs ;
- La largeur de l'ilot séparateur influe sur la gêne apportée par le trafic sortant ;

- La largeur de sortie dans certaines limites ;
- La disposition des branches.

Les angles et rayons des entrée peuvent avoir une influence sur la capacité ; cette influence est cependant minime dans les limites acceptables de sécurité (prise de vitesse des véhicules).

I.1.8 Formule simplifiée de calcul de capacité

Cette formule de calcul manuel a été présentée dans le guide « Conception des carrefours à sens giratoire implantés en milieu urbain » de 1998. Elle ne prend en compte qu'une partie des éléments influents sur la capacité mais reste tout à fait valable dans les cas suivants :

- Giratoires urbains de taille moyenne à grande (10 m à 30 m de rayon intérieur) ;
- Entée à 1 voie ;
- Bonne répartition des branches ;
- Trafics équilibrés.

Le calcul se fait de la façon suivante, on détermine :

Le trafic entrant (Q_e), sortant (Q_s) et tournant (Q_t) :

De chaque branche, à partir de la matrice origine- destination (en uvp/h, avec un coefficient de 2 pour les PL et 0,5 pour les deux-roues).

❖ La capacité (C)

La capacité d'une entrée s'exprime suivant la formule :

$$C = 1500 - 5/6 \times Q_g \quad (= 0 \text{ si } Q_g > 1800) \quad \text{Avec : } Q_g = a \times Q_t + b \times Q_s$$

« a » varie en fonction du rayon de l'ilot central (R)

Tableau I-1 : Valeur du coefficient « a »

R (m)	< 15	> 30
a	0,9	0,7

« b » varie en fonction de la largeur de l'ilot séparateur (L_i)

Tableau I-2 : Valeur du coefficient « b »

L_i (m)	> 15	= 0
b	0	0,3

❖ La réserve de la capacité (RC)

Pour une entrée à 1 voie est donnée par la formule : $RC = C - Q_e$

Pour une entrée à 2 voies, la formule proposée en 1998 ($RC = C - 0,7 \times Q_e$) est un peu pessimiste, un coefficient de 0,6 serait mieux adapté.

I.1.9 Eléments de choix

On peut considérer comme correcte, pour une entrée réserve de capacité entre 25 et 80 % (exprimée sous la formule $(C - Q_e) / Q_e$).

Une réserve de capacité trop importante sur une entrée principale doit conduire à vérifier que sa largeur (ou le nombre de voies) n'est pas surdimensionnée. Si toutes les entrées ont une réserve de capacité très confortable, la largeur de l'anneau peut parfois être réduite.

Si la réserve de capacité est faible (5% à 25%), on portera son attention sur les temps d'attente et les longueurs de queues (proximité d'un autre carrefour, d'une perte de visibilité ou d'un point singulier). L'évolution dans les années à venir est également à regarder. Il est nécessaire d'appréhender les phénomènes d'hyper-pointes hebdomadaires ou saisonnières.

Si la réserve de capacité est **inférieur à 5 %**, et a fortiori si elle est négative, de fortes perturbations sont à craindre. Il y a lieu de rechercher des dispositions visant à améliorer la capacité telles que :

- Élargissement de l'entrée (en reste dans les gammes de valeurs applicables au nombre de voies) ;
- Élargissement de l'îlot séparateur si le trafic sortant a une forte influence ;
- Élargissement de l'anneau ;
- Création d'une voie directe de tourne-à-droite ;
- Recherche d'un autre type de carrefour ;
- Dans les cas extrêmes, dénivellation du giratoire.

I.1.10 Géométrie de giratoire

La solution giratoire doit s'avérer justifiée après une comparaison avec d'autres types d'aménagement (d'après les objectifs d'aménagement du diagnostic global). Il ne faut pas penser que c'est l'équipement passe-partout qui s'adapte à toutes les situations. (**Guide des carrefours urbains**)

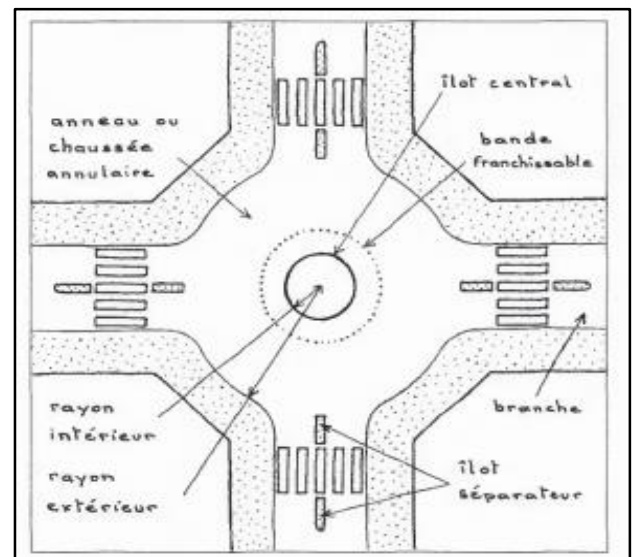


Figure I.3 : Géométrie de giratoire

La conception d'un carrefour giratoire en milieu urbain n'est pas liée à des règles strictes mais doit répondre à un certain nombre de critères :

- S'intégrer dans l'environnement ;
- Servir à la mise en valeur du site ;
- S'inscrire dans l'emprise disponible ;
- Etre adaptée aux trafics et à leur gestion ;
- Etre facilement compréhensible par tous ;
- Assurer de bonnes conditions de sécurité ;
- Permettre tous les mouvements des poids lourds ;
- Ne pas perturber les lignes de transports en commun ;
- Ne pas défavoriser les piétons et les cyclistes.

I.1.11 Branches

Un giratoire peut avoir de 3 à 8 branches en fonction de sa taille. Les branches sont disposées le plus régulièrement possible autour de l'anneau, ou du moins de telle façon qu'une sortie ne coupe pas directement l'entrée précédente. **(Guide des carrefours urbains).**

L'axe de chaque branche doit être dirigé vers le centre de l'îlot central.

La disposition des branches ne doit pas permettre de trajectoire tangentielle ou d'entrée rectiligne. La déflexion des trajectoires à travers le giratoire est le facteur le plus important pour la sécurité de l'aménagement. Elle correspond au rayon de l'arc de cercle, qui passe à 1,5 m du bordurage de l'îlot central, et à 2 m des bordures droites des voies d'entrée et sortie opposées. Ce rayon doit toujours être inférieur à 100m.

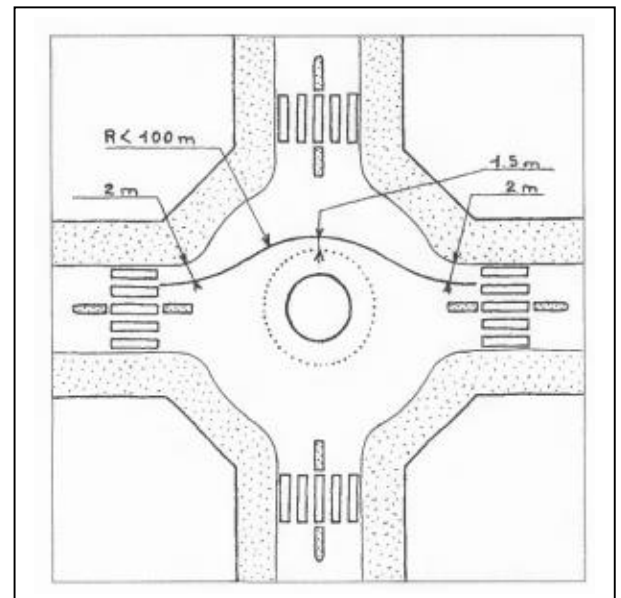


Figure I.4 : Branches de giratoire

Si ce rayon s'avère trop grand, on cherche à le réduire en modifiant les rayons de l'îlot centrale, des entrées ou des sorties. Il faut toutefois éviter une brusque inflexion en sortie.

I.1.12 Ilot central

Le centre doit être situé sur l'axe principal traversant le carrefour et, si possible, sur les axes secondaires. Ceci n'est pas sans poser quelques difficultés pour les carrefours en « T » ou il est nécessaire soit de modifier l'emprise existante, soit de désaxer les branches.

L'ilot central doit être de préférence de forme circulaire car les giratoires de forme non circulaire, et notamment ovale, présente un taux d'accidents plus élevé. L'ilot central est ceinturé de bordures basses ou d'une bande franchissable de 1,5 ou 2 m. les bordures hautes sont à proscrire car elles constituent un facteur aggravant d'accident.

L'intérieur de l'ilot peut être en dôme, avec une pente maximale de 15 %. De nombreuses possibilités de mise en valeur sont envisageables (végétales, minérales, aquatiques ou lumineuses). Bien que très répandus, car intéressants pour améliorer la perception du giratoire, les obstacles en dur (arbres, pierres, monuments, etc.) sur l'ilot sont à déconseiller sur les giratoires en zone périurbain.

I.1.13 Anneau

La largeur de l'anneau dépend du rayon, de la largeur, et nombre de voies de l'entrée la plus large. Cette largeur doit être uniforme (aucune sur largeur ou voies supplémentaires ne peuvent être admises sur l'anneau, car cela peut créer des défauts de lisibilité de trajectoire ou générer des entrecroisements dangereux).

La largeur minimale de l'anneau est de 7m, elle est d'au moins 20% supérieure à la voie d'entrée la plus large. La valeur de 6 m acceptable s'il existe une couronne franchissable pour les PL et les TC.

Si deux véhicules entrant de front, la largeur de l'anneau qui leur permet de continuer de front est à moduler en fonction du rayon.

La largeur de l'anneau ne doit pas dépasser 9 m, même dans les cas d'entrées à deux voies.

Le dévers de l'anneau de 1 à 2 % est dirigé vers l'extérieur, pour les trois raisons suivantes :

- Amélioration de la perception de la chaussée annulaire ;
- Absence de rupture dans le raccordement des dévers sur les voies d'entrée et de sortie ;
- Facilité dans la gestion de l'écoulement des eaux de surface.

Tableau I-3 : Différentes largeurs de l'anneau et l'îlot central

Rayon extérieur (R _{ex})	Îlot central (R _i)	Bande franchissable éventuelle (B _f)	Anneau 1* (L _a)
15 m	6 m	2 m	7 m
17,5 m	8,5 m	2 m	7 m
20 m	11,5 m	1,5 m	7 m
25 m	16,5 m	1,5 m	7 m

* Largeur d'anneau si toutes les entrées sont à une voie.

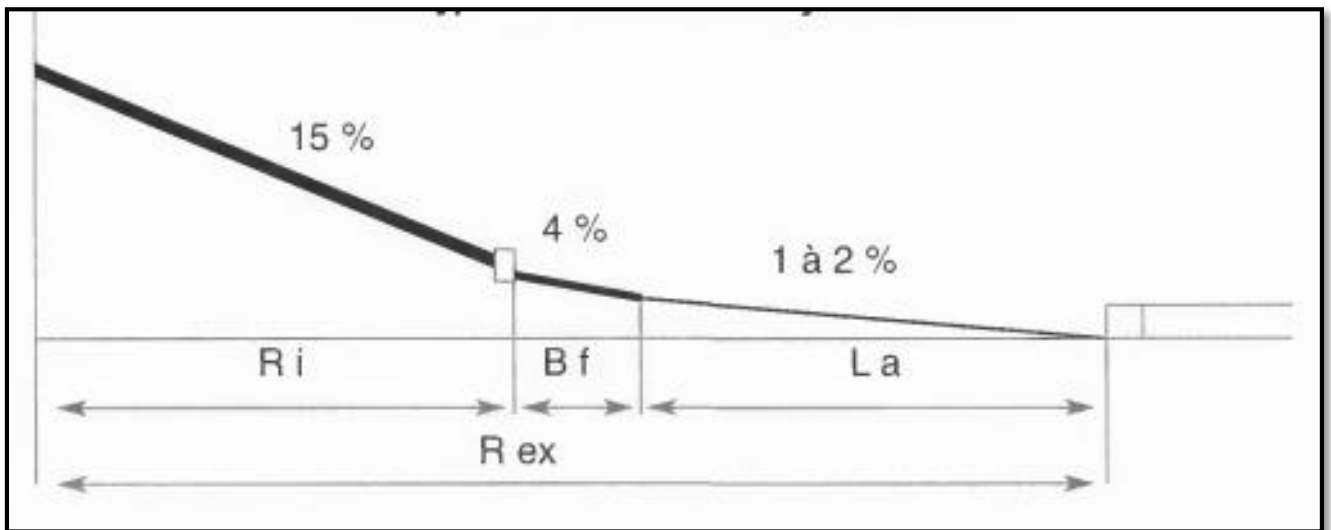


Figure I.5 : Différentes pentes de l'anneau et l'îlot central

Une entrée de giratoire est dimensionnée par défaut à une seule voie. Le niveau de trafic peut parfois justifier une entrée à deux voies pour accroître la capacité.

Si l'étude de capacité conduit à la nécessité de créer plus de deux voies sur une entrée, ces dispositions ne doivent être admises qu'exceptionnellement, après avoir posé la question sur l'opportunité du choix de ce type de carrefour.

Les entrées à 3 voies sont incompatibles avec une forte demande de traversée de piétons et augmentent les risques d'accidents pour les deux-roues.

La largeur entrée d'une branche principale, mesurée à 5 m de la ligne « cédez-le-passage » peut varier de 3 à 4 m. une largeur plus faible est acceptable pour les entrées secondaires avec un minimum de 2,50 m.

Si les besoins de capacité le justifient, les entrées concernées sont dimensionnées à 2 voies d'une largeur totale de 6 à 7 m. en cas d'entrée à 2 voies, la longueur minimale est de 25 à 30 m (largeur minimale de l'anneau 8 m).

Les dimensions intermédiaires sont ambiguës. Le marquage de 3 voies de 2,5 m par exemple, n'apporte aucun gain de capacité par rapport à 2 voies de 3,75 m, mais augmente les risques pour les usagers les plus vulnérables.

Le rayon d'entrée est recommandé entre 8 m et 15 m. En aucun cas, il ne doit dépasser le rayon extérieur du giratoire.

Les voies d'entrées sont délimitées par un marquage de type T'3 sur la rive extérieur et des bordures franchissables. Pour les plus faibles rayons d'entrée (< 12 m), le trottoir peut être remplacé par un pavage qui affleure la dissuasion au franchissement.

I.1.14 Sortie

Comme en entrée, la sortie est généralement limitée à une seule voie. La largeur de cette voie est comprise entre 4 et 5 m.

Le rayon de sortie doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire avec un minimum de 15 m. il n'y a pas de limite supérieur si la déflexion est correcte.

Les sorties à deux voies sont nécessaires dans les deux cas suivants :

- Le trafic horaire sortant dépasse 1200 uvp /h ;
- L'anneau a une largeur d'au moins 12 m avec un trafic sortant d'au moins 600 uvp/h.

La largeur des sorties à deux voies est normalement de 7 m ; ces sorties larges sont préjudiciables à la sécurité des piétons et des deux-roues (cisaillement en sortie).

I.1.15 Ilots séparateurs

Les ilots séparateurs favorisent la perception du carrefour en approche. Leur largeur influe sur la capacité en dissociant plus tôt les véhicules sortant de ceux qui tournent. Ils permettent également l'implantation de la signalisation de direction, l'évitement de collisions entre les deux sens de circulation, et les prises à contre sens de l'anneau.

Il est indispensable en agglomération afin que les piétons bénéficient d'un refuge pour traverser en deux temps.

Il doit être borduré et assez large pour permettre d'isoler un piéton avec une poussette ou un landau. Une largeur minimale de 2 m au niveau du passage est souhaitable toutefois et celle-ci n'est pas possible, il faut matérialiser l'ilot en dur sans descendre en dessous de 0,80 m.

L'ilot séparateur peut être évasé ou droit. Il ne doit pas provoquer un brusque rétrécissement de l'entrée.

I.1.16 Récapitulatif

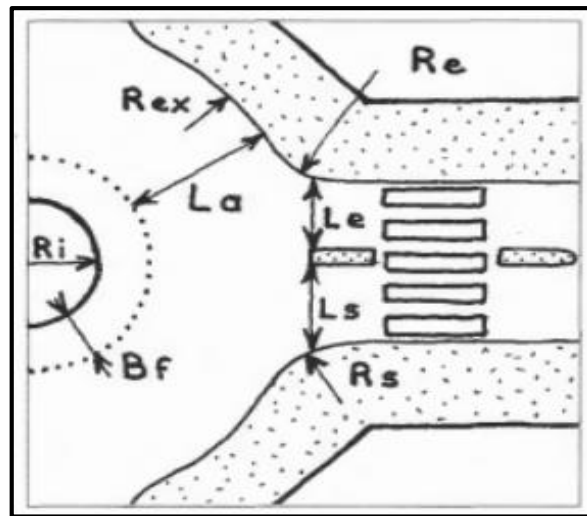


Figure I.6 : Les éléments déterminant le giratoire

Tableau I-4: Les différentes dimensions de giratoire urbain (**Guide des carrefours urbains**)

		Paramétrage	Rex=12m	Rex=15m	Rex=20m	Rex=25m
La	Largeur de l'anneau	$6 \text{ m} \leq La \leq 9 \text{ m}$	7	7	7	7
Bf	Surlargeur franchissable	$Bf=1.50 \text{ m}$ si $Rex \leq 15 \text{ m}$ $0 \leq Bf \leq 2 \text{ m}$ si $Rex \geq 15 \text{ m}$	1.50	1.50		
Ri	Rayon intérieur	$Rex - La - Bf$	3.50	6.50	13	18
Re	Rayon d'entrée	$8 \text{ m} \leq Re \leq 15 \text{ m}$ et $\leq Rex$	10	12	12	12
Le	Largeur de la voie entrante	$3 \text{ m} \leq Le \leq 4 \text{ m}$	3.50	3.50	3.50	3.50
Rs	Rayon de sortie	$Rs \geq 15 \text{ m}$ et $> Ri$	15	20	20	20
Ls		$4 \text{ m} \leq Ls \leq 5 \text{ m}$	4	4	4.50	4.50

I.2 Etude de trafic

L'étude de circulation consiste à évaluer le volume du trafic qui circulerait sur la zone de giratoire.

Cette étude vise à étudier l'impact des flux générés par le projet sur la circulation aux heures de pointe.

On présentera dans un premier temps les comptages réalisés sur la zone d'étude aux heures de pointe, avec un diagnostic de la circulation actuelle sur ces heures de pointe.

Seront ensuite présentés les flux générés par le projet, basés sur l'utilisation de ratios usuels de génération de véhicules.

I.2.1 Le trafic routier

Le réseau routier a été développé pour répondre aux demandes de déplacement des individus.

Les routes ont été conçues pour répondre notamment à une demande commerciale mais aussi pour répondre aux déplacements domicile-travail, aux migrations de population notamment lors des congés de fin de semaines et les vacances, etc.

Les études sur le trafic tentent d'identifier et de comprendre l'ensemble des situations impliquant le couple usager/infrastructure routière. Ces études ne se focalisent pas toutes sur les mêmes aspects. Nous pouvons citer, par exemple, l'ingénierie du trafic, la psychologie de la conduite, etc.

Depuis de nombreuses années, des études sont menées afin de permettre la prévision et le contrôle du système routier (**Greenshilds, 1935, Rothrock et Keefer, 1957**). Ces travaux s'appuient sur le recueil d'un certain nombre de données résultantes du déplacement du couple conducteur/véhicule dans la configuration routière à étudier. Les mesures sont réalisées par le biais d'équipements et de capteurs placés sur l'infrastructure ou embarqués dans le véhicule. L'agrégation des données collectées permet d'obtenir des indicateurs sur le comportement du conducteur tant au niveau individuel que collectif. (**CERTU**).

I.2.2 Le comptage

Opération qui consiste à compter les véhicules circulant sur une voie ("comptage en section") ou dans un carrefour ("comptage directionnel"). Les "comptages en section" sont automatiques et réalisés à l'aide de capteur, permanent ou provisoire (pneumatique, plaques). Les comptages directionnels sont encore réalisés par du personnel humain, et dits soit "à vue" soit du type "enquête OD" (par exemple pour les carrefours giratoires). (**CERTU**).

I.2.3 Conflit de croisement

Un conflit de croisement est un cisaillement de flux (véhicules - véhicules, véhicules - piétons, etc.). Un carrefour concentre un ensemble de points de conflit. Les conflits sont gérés par des aménagements adaptés, et des comportements définis dans le Code de la Route. Citons les passages pour piétons, la Priorité à droite, les feux tricolores, etc. Il existe des conflits primaires et secondaires. Les conflits primaires, les plus dangereux (croisement à angle droit) doivent nécessairement être gérés. (CERTU).

I.2.3.1 Conflit primaire et secondaire

Il est nécessaire, dans les carrefours, de gérer des flux de circulation sécants ("qui se croisent"). Ces croisements, appelés "conflits", sont soit "primaires" (les plus dangereux), soit "secondaires" (moins dangereux). Les conflits primaires nécessitent une gestion spécifique. Un carrefour à feux tricolores, par exemple, gère les conflits primaires (entre véhicules routiers, et entre véhicules routiers et piétons), mais pas toujours les conflits secondaires (les mouvements de "tourne-à-gauche" par exemple). (CERTU).

I.2.4 Heure de Pointe

Heure de Pointe. Heure la plus circulée (trafics routiers les plus élevés) du matin / soir traduisant notamment les déplacements domicile-travail.

I.2.5 Unité de véhicule particulier (U.V.P.)

Exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.

I.2.6 Capacité

La capacité est le nombre maximal de véhicules pouvant circuler durant un temps donné, sous des conditions normales. Elle s'exprime généralement en uvp/h (voir "uvp"). On peut parler de la "capacité" d'une voie et de la "capacité" d'une intersection" (cette dernière étant moins simple et moins clairement définie). (CERTU).

I.3 Pour quoi on fait l'étude de trafic ?

Dans une section de route ou un carrefour ; Il est nécessaire de quantifier les 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 cinq étapes :

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

I.4 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.

À l'issue de ces comptages, le trafic est modélisé. Le réseau routier constitue alors un graphe mathématique composé d'arcs (tronçons de voirie) et de sommets (les carrefours et les échangeurs). Après avoir identifié les itinéraires possibles, la phase la plus délicate est de déterminer l'itinéraire principal pour chaque échange entre zones. On estime pour ce faire, que l'utilisateur fait son choix de façon à minimiser le coût du trajet.

Chaque tronçon est évalué en fonction du temps de parcours, qu'il s'agisse des zones internes au périmètre d'étude, ou entre les points d'entrée et de sortie de ce périmètre pour les trafics de transit. (CERTU).

II. Les voies et les passages souterrains

II.1 Etude des voies

La classification fonctionnelle de la voirie urbaine fait intervenir les deux fonctions principales de cette voirie, à savoir les dessertes et la circulation ; selon que l'on porte l'accent sur une ou l'autre de ces deux fonctions, la voirie sera classée différemment.

- Voirie de desserte
- Voirie artérielle
- Voirie rapide urbaine
- Voirie de distribution
- Voirie communale
- Voirie privée

Notons que notre projet est classé comme voirie rapide urbaine, qui est un cas particulier de la voirie artérielle. Celle-ci donne simplement la priorité à la circulation, alors que la voirie rapide urbaine lui donne l'exclusivité.

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain en tenant compte des obligations suivantes :

- **Une obligation de sécurité** : liée au tracé, à la qualité des véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement.
- **Une obligation de confort** : pour diminuer la fatigue des usagers et la nuisance.
- **Une obligation d'économie globale** : en vue de réduire le coût social des accidents et d'exploitation.

Dans le cas de l'étude de projet routiers, il faudrait tenir compte des variations considérables relatives aux caractéristiques des véhicules admis aux conditions de surface de la chaussée et aux conditions ambiantes (météorologie, visibilité ...etc).

Les projets seront donc basés sur un certain nombre de paramètres physiques moyens choisis de telle sorte que la sécurité et le confort soient assurés dans des conditions normales d'utilisation.

II.1.1 La vitesse de référence :

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

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

II.1.2 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.

II.1.3 Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort, lorsque ces facteurs ne rapportent à un point particulier du tracé et permet de déterminer en ce point les éléments géométriques nécessaires que la sécurité et le confort soient assurés (conditions de visibilité).

II.1.4 Catégories de voies rapides urbaines

Les voies à caractéristiques autoroutières (type A) et les voies à caractéristiques non autoroutières (type U) correspondent à des fonctions différentes. Pour chacun de ces types, on distingue deux catégories selon la vitesse de référence qui lui est associée.

On appelle vitesse de référence (V_r) d'une section de route, la vitesse conventionnelle qui permet de définir les caractéristiques géométriques limites d'aménagement des points particuliers de cette section. Les différentes vitesses de référence ne correspondent pas le seul paramètre associé à la catégorie de route, mais c'est celui qui est le plus commode pour le choix des caractéristiques géométriques limites en section courante. Il faut aussi noter que les modalités d'utilisation de la V_r ne sont pas les mêmes pour le type A et pour le type U.

II.1.5 Les voies rapides urbaines : voies de type « U »

Ce sont des voies dont les objectifs consistent en :

- Relations fonctionnelles avec un site très urbanisé ou à devenir urbanisé ;
- Trafics d'échanges et locaux prépondérants ;
- Points d'échanges fréquents assurant une bonne irrigation du tissu traversé ;
- Intégration éventuelle dans leur emprise, mais de façon séparée des chaussées (contre-allées) d'aménagement pour deux-roues légers et piétons, ainsi que d'arrêts TC.

Leur statut peut être quelconque, à l'exclusion de celui d'autoroute.

Ces voies sont dimensionnées pour des vitesses de référence de 80 km/h ou 60 km/h, le choix entre V_r 80 et V_r 60 se fait par examen de l'ensemble des autres objectifs. On peut par exemple retenir la V_r 80 de préférence à la V_r 60 lorsque les contraintes ne sont pas trop fortes, ou lorsque la part de trafic à moyenne distance est importante par rapport aux trafics locaux.

II.1.6 Trace en plan et devers associés

Le tracé en plan est obtenu par la projection de l'axe de la route sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou bien un plan de situation ou le relief du terrain représenté par des courbes de niveau.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments géométriques :

- Droites (ou Alignements).
- Arcs de cercles.
- Courbes de raccordement de courbure progressive (clothoïde).

Les rayons du tracé en plans et les dévers associés en section courante sont choisis pour que, dans les conditions conventionnelles retenues, le véhicule ne soit pas conduit à mobiliser plus des deux tiers du frottement transversal mobilisable.

II.1.7 Voies de type A

Pour les voies de type A, les valeurs sont les suivantes :

Tableau II-1 : Valeur des rayons et dévers associés pour le Type A (ICTAVRU 1990)

catégorie	A 80	A 100
Rayon non déversé (dévers : $\delta = -2,5 \%$)	400	800
Rayon au déversé minimal (dévers : $\delta = 2,5 \%$)	300	500
Rayon minimal (dévers : $\delta = 5 \%$)	240	425

II.1.8 Voies de type U

Sur les voies de type U, les courbes de faible rayon ne sont pas nécessairement déversé vers l'intérieur du virage ; ce sont les conditions d'évacuation des eaux qui sont déterminants.

Les valeurs limites du tracé en plan sont les suivantes :

Tableau II-2 : Valeur des rayons et dévers associés pour le Type U (ICTAVRU 1990)

Catégorie	U 60	U 80
Rayon non déversé	200	400
Rayon minimal	120	240

En présence d'obstacles latéraux, et à l'approche des carrefours, l'utilisation des rayons inférieurs aux rayons normaux non déversés sont déconseillées, en particulier pour des raisons de visibilité.

II.1.9 Profil en long

Le profil en long est la coupe longitudinale suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé.

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

II.1.10 Tracé de la ligne rouge :

La trace de la ligne rouge doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Pour cela il faut :

- Panser le terrain naturel pour limiter les volumes des déblais et remblais et les équilibrer afin de minimiser le coût.
- Respecter les normes du règlement (déclivité minimales et maximales).
- Eviter d'introduire un point bas en profil en long dans une partie en déblai pour éviter les problèmes de stagnation des eaux pluviales.
- Eviter les hauteurs excessives de remblai.
- Coordonner entre le tracé en plan et le profil en long.

II.1.11 Définition de la déclivité :

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

II.1.12 Pentes et rampes

Aucune pente ou rampe ne doit présenter de déclivité moyenne (entre tangentes horizontales du profil en long) supérieur aux valeurs π ci-après. Des déclivités instantanées plus fortes sont admises sur moins de 30 m de longueur, sans qu'elles puissent excéder $1,5 \pi$.

Tableau II-3 : Valeur des déclivités pour le Type U (ICTAVRU 1990)

Catégorie	U 60	U 80 et A 80	A 100
Déclivité moyenne π	6 %	6 %	5 %

Dans le cas des voies de type U, il est déconseillé de prévoir des déclivités supérieures à 3% à l'approche des carrefours plans.

II.1.13 Rayons du profil en long

Les rayons en angle saillant interviennent sur la visibilité et le confort (accélération verticale) ; c'est toujours la première condition qui est déterminante, les valeurs retenues sont les suivantes :

Tableau II-4 : Valeur des rayons en angle saillant (ICTAVRU 1990)

Catégorie	U 60	U 80 et A 80	A 100
Rayon normal en angle rentrant* (m)	2 500	6 000	10 000
Rayon minimal en angle rentrant (m)	1 500	3 000	6 000

* Valeur minimale conseillée en l'absence de contraintes particulières.

A l'approche d'un carrefour, d'une voie déboisement ou d'insertion, le rayon doit obligatoirement être supérieur au rayon normal.

Les voies à chaussée bidirectionnelle doivent offrir aux usagers des possibilités de dépassement sur 50% au moins du linéaire du projet, par sens de circulation.

Les rayons en angles rentrant sont fixés principalement par des conditions de confort. Les valeurs limites sont les suivantes :

Tableau II-5 : Valeur des rayons en angle rentrant (ICTAVRU 1990)

Catégorie	U 60	U 80 et A 80	A 100
Rayon normal en angle rentrant	70	105	160
Rayon minimal en angle rentrant	35	60	105

II.1.14 Distance d'arrêt - Visibilité

II.1.14.1 Distance d'arrêt

La distance d'arrêt d est la somme de la distance parcourue par le véhicule pendant le temps de perception – réaction avant le début du freinage (2s) et de longueur d_0 parcourue pendant l'action du freinage qui annule totalement sa vitesse initiale V .

Les distances sont calculées pour des conditions déterminées ; en palier, chaussée moyenne, roue bloquée, pneu Europe, hauteur d'eau 1 mm. Ce sont ces distances qui sont prises en compte pour calculer les distances de visibilité.

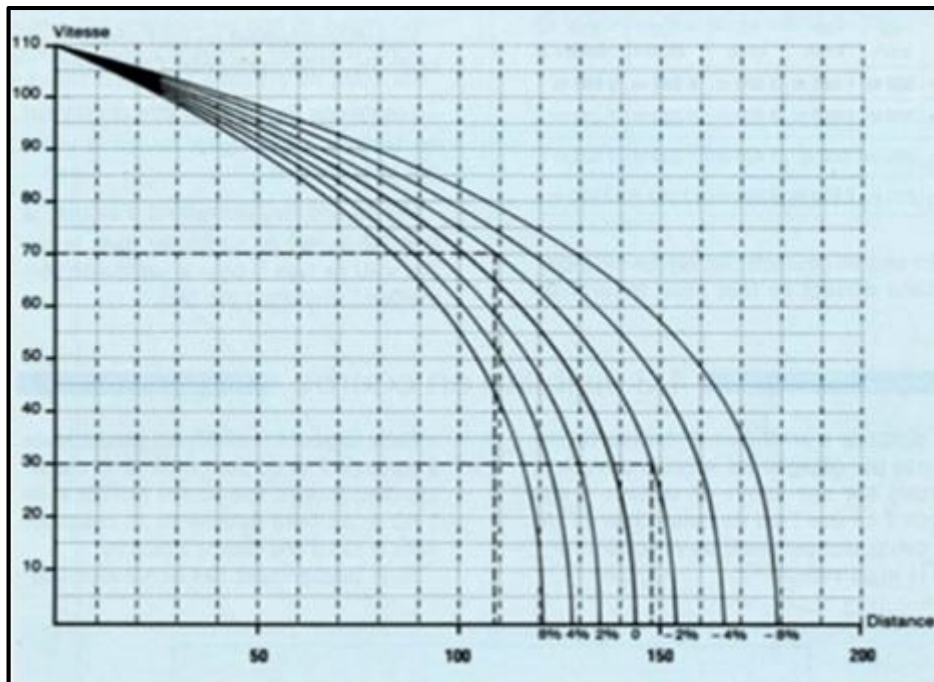
Le tableau suivant comporte, à titre de comparaison, les distances d'arrêt d_0 sur sol sec :

Tableau II-6 : Valeur des distances d'arrêt (ICTAVRU 1990)

V	40 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h	110 km/h
d_0 (m)	15	35	60	105	135
d (m)	40	70	105	160	190
d_s (m)	35	55	75	110	125

Dans les zones difficiles, un soin particulier doit être apporté au choix et à l'exécution des revêtements de façon à permettre de réduire sensiblement les distances d'arrêt.

Les courbes ci-après permettent d'évaluer l'influence des pentes et rampes sur ces distances d'arrêt.



Exemple : pour ralentir de 70 km/h à 30 km/h en présence d'une pente de 2%, il faut 38 m.

Figure II.1 Distance de freinage en fonction de la déclivité (ICTAVRU 1990)

II.1.14.2 Visibilité en angle saillant

En fonction de la vitesse V , ont considéré les rayons R qui permettent d'assurer la visibilité derrière l'angle saillant sur un obstacle légèrement supérieur à x à la distance d'arrêt d , les yeux du conducteur étant situés à une hauteur h .

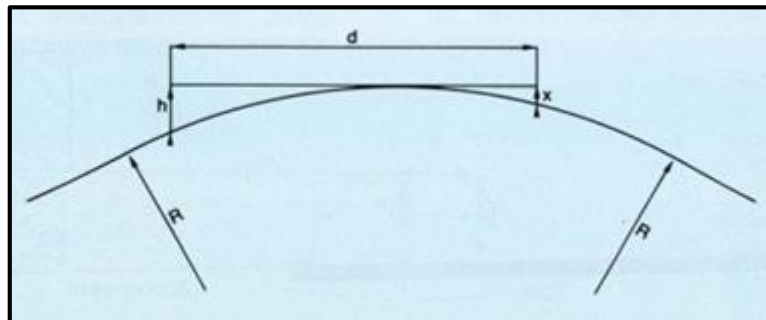


Figure II.2 : Visibilité en angle saillant (ICTAVRU 1990)

Le tableau suivant donne pour $h = 1$ m et x correspondant à :

- Un obstacle éventuel de plus de 0,15 m de hauteur (R_v) ;
- Des feux arrière d'un véhicule situés à plus de 0,35 m du sol (R_{v1}) ;
- Un véhicule de plus de 1 m de hauteur (R_{v2}) ;
- La visibilité au sol (R_{v3}).

Tableau II-7 : Valeur des rayons saillants en fonction de la vitesse V (ICTAVRU 1990)

V	40 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h	110 km/h
R_v (m)	500	1 500	3 000	6 000	9 000
R_{v1} (m)	320	1 000	2 200	5 000	7 100
R_{v2} (m)	200	600	1 400	3 200	4 500
R_{v3} (m)	800	2 500	5 500	13 000	18 000

En section courante les rayons en angles saillant doivent en tout point assurer la visibilité sur obstacle éventuel de plus de 0,15 m (R_v).

Exceptionnellement on peut admettre un rayon R_{v1} , si les contraintes l'imposent.

Les rayons R_{v2} peuvent être utilisés sur les bretelles d'échangeur ou sur la voirie des aires annexes.

Les rayons R_{v3} peuvent assurer la visibilité au sol en particulier dans le cas des VRU de type U pour le marquage permettant l'affectation des files.

II.1.15 Profil en travers

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

II.1.15.1 Cas des voies de type U

On peut adopter :

- Soit les dispositions préconisées pour les voies de type A (schéma ci-dessous), éventuellement sans bande d'arrêt ;

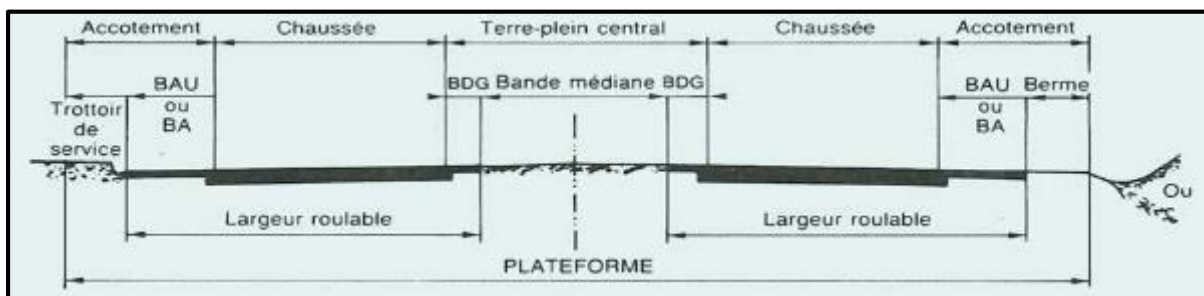


Figure II.3 : Eléments constitutifs du profil en travers

- Soit les dispositions indiquées dans le schéma ci-dessous.

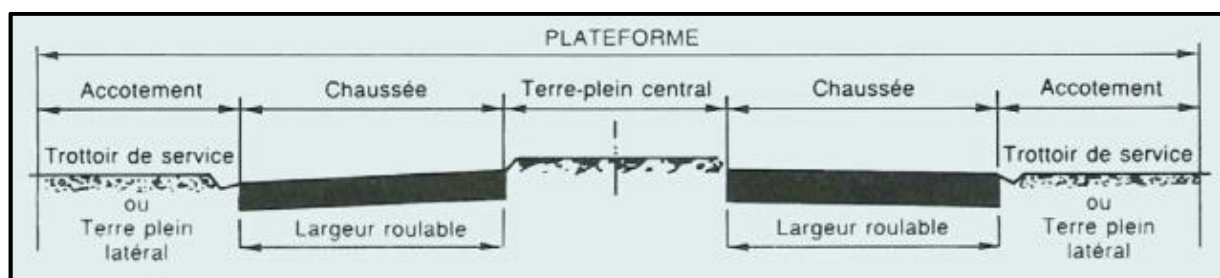


Figure II.4 : Eléments constitutifs du profil en travers

II.1.16 Dimensionnement des différents éléments

Les dimensions du profil en travers d'une VRU et plus spécifiquement de chacun de ses constituants (chaussée, largeur roulable, TPC, accotements) doivent être de façon à satisfaire à un certain nombre de fonctions et de conditions :

- Ecoulement du trafic ;
- Sécurité des usagers et des riverains ;
- Implantation des ouvrages d'art ;
- Assainissement ;
- Equipement d'exploitation et de sécurité ;
- Implantation de l'éclairage ;
- Prise en compte des opérations d'entretien ;
- Plantation ;
- Implantations des protections phonétiques ;
- Humanisation de la route ;
- Prise en compte des nuisances ;
- Contraintes économiques ;
- Phasage.

Le choix du profil en travers résulte souvent d'un compromis entre ces fonctions et les contraintes propres au projet étudié. Toutefois, ce compromis doit intégrer des règles de dimensionnement pour les différents constituants du profil en travers.

Pour celles-ci, on distingue :

- **Les valeurs normales** qu'il convient d'adopter en général, car elles correspondent à une certaine optimisation fonctionnelle et économiques ;
- **Les valeurs minimales** qui constituent des seuils au-dessous desquels on peut considérer que le constituant ne remplit plus la fonction pour laquelle il est prévu.

L'adoption de dimensions comprises entre les valeurs normales et minimales peut s'envisager lorsque les contraintes d'occupation du sol et celles en terme de coûts sont importantes.

Le choix de caractéristiques inférieures aux valeurs normales doit toutefois intégrer l'analyse des conséquences fonctionnelles résultant de l'amplitude de la réduction, de sa longueur d'application, du cumul éventuel de ces réductions, ainsi que des caractéristiques en plan et en profil en long de la voie, dans la zone considérée.

Il est déconseillé, en particulier, de cumuler les contraintes liées à des profils en travers, comprenant des valeurs minimales, ou voisines de celles-ci, avec celles qui résulteraient de tracés sinueux ou à fortes déclivités, aux caractéristiques proches des minima.

II.1.17 Accotement

L'accotement définit l'espace situé entre le bord droit de la chaussée et la limite de la plate-forme.

Sa constitution détermine son dimensionnement et contribue à caractériser la voie en type A ou en type U.

❖ **Sur VRU de type A**, l'accotement est constitué :

- D'une bande d'arrêt d'urgence (BAU) ;
- D'une berme ou d'un trottoir de service.

❖ **Sur VRU de type U**, l'accotement est constitué :

▪ D'un trottoir de service ou d'une berme (ou terre-plein latéral) ; en général, il ne comporte pas de bande d'arrêt d'urgence.

❖ **Sur chaussée bidirectionnelle :**

S'il s'agit d'une phase provisoire, on se reportera à la partie 7 de l'ICTAVRU (**Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines**) : phasage de l'opération ;

S'il s'agit d'une phase définitive, on se reportera, soit au Profil en travers des voies de type U, soit à l'ARP.

Remarques lumineuses

Le terme **bande d'arrêt d'urgence** (BAU) est réservé aux infrastructures à statut autoroutier ; les autres infrastructures comportent des bandes d'arrêt (BA). Pour des raisons de simplification et afin de les distinguer des bandes dérasées de droite (BDD), c'est le terme BAU qui sera utilisé dans la suite du document.

Le terme **trottoir de service** désigne une berme revêtue et limitée, du côté de la BAU ou de la BDD, par une bordure, franchissable ou non. Utilisé comme passage de service ou de refuge aux usagers en difficulté ; il peut recevoir certains équipements.

a) **Bande d'arrêt d'urgence et bande dérasée de droite**

Normalement, les voies de type A comportent des bandes d'arrêt d'urgence (BAU), sauf dans les zones soumises à des contraintes exceptionnelles.

Les voies de type U (sauf certains cas de U80 lorsque le parti d'aménagement le justifie) ne comportent généralement pas de bande d'arrêt d'urgence ; celle-ci est alors remplacée par une bande dérasée de droite (BDD).

1) Dimensionnement de la BAU

❖ Sur VRU de type A

- La largeur normale d'une BAU est de 2,50 m ;
- La largeur minimale est de 2,25 m.

Dans les tranchées couvertes, la préservation des possibilités d'arrêt rencontrées hors ouvrage conduit au maintien d'une largeur équivalente qui peut être constituée d'une BDD et d'un trottoir à bordure franchissable (respectivement 1,00 m et 1,25 m pour un espace disponible de 2,25 m).

❖ Sur VRU de type U

- Sur voie de type U80, lorsque la partie d'aménagement justifie le maintien d'une BAU, sa dimension s'apparente alors à celle des VRU de type A : 2,25 m à 2,50 m.
- La **largeur normale d'une BDD** sur VRU de type U est de 0,50 m en présence de marquage latéral ; cette valeur constitue en effet le minimum pour assurer l'auto-nettoyage du marquage ;
- La BDD peut être supprimée en l'absence de marquage, lorsque la chaussée est limitée par des bordures non franchissables.

2) Berme

Sa fonction initiale est de recevoir certains équipements nécessairement implantés en dehors de la largeur roulable, tels que :

- Dispositifs de retenue ;
- Supports de signalisation ;
- Mats d'éclairage ;
- Fourreaux longitudinaux ;
- Réseau d'assainissement, regards ;
- RAU et bornes d'appel d'urgence.

Elle présente également l'avantage de servir de passage occasionnel pour les piétons : personnel d'exploitation ou d'entretien et usagers en difficulté ou en panne. En l'absence de BAU, cette fonction revêt un caractère essentiel.

La berme s'inscrit au-delà de la largeur roulable, jusqu'à la limite de la plate-forme. Elle ne comprend pas les arrondis de talus de remblai, ni les fossés. Elle est généralement implantée sur voies de type A.

Elle peut, pour s'intégrer à un profil urbain comportant collecteurs et avaloirs, être revêtue. Dans ce cas, sur VRU A, la bordure de trottoir sera franchissable (types A1 ou A2) et, si

des glissières métalliques sont nécessaires, celles-ci seront positionnées, soit à la verticale du fil d'eau, soit à 1,00 m en retrait.

Son dimensionnement dépend des équipements qu'elle est destinée à recevoir et du type de dispositif de retenue choisi.

La largeur minimale d'une berme, en l'absence de tout dispositif de retenue et donc d'obstacle, est de 0,75 m ; cette valeur constitue également le minimum pour un passage de service.

3) Trottoir de service

Le trottoir de service n'est pas destiné à la circulation des piétons (en général non admis sur VRU) ; il délimite plutôt un espace de cheminement, utile à la fois aux opérations d'entretien et d'exploitation ainsi qu'aux usagers en difficulté ; il peut également recevoir certains équipements.

❖ Sur VRU de type A

Le trottoir de service désigne généralement une berme revêtue en tranchée couverte :

- 1) Lorsque l'espace disponible entre le bord droit de la chaussée et la paroi latérale de l'ouvrage est supérieur ou égal à 2,25 m, le trottoir de service peut assurer deux fonctions ;
 - Constituer un passage de service ;
 - Constituer un complément à la BAU, ou à la BDD, pour l'arrêt d'urgence.

Il est alors limité par une bordure franchissable, et sa largeur est au minimum de 1,00 m.

La continuité des possibilités d'arrêt, rencontrée hors ouvrage, peut alors être préservée.

- 2) Lorsque l'espace entre le bord droit de la chaussée et la paroi latérale de l'ouvrage est inférieur à 2,00 m, le trottoir de service ne peut assurer que la fonction de passage de service. Limité par une bordure non franchissable, il est alors d'une largeur de 0,75 m.

En tunnel, on se conformera aux dispositions exposées dans la partie 6 de l'ICTAVRU.

(Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines)

❖ Sur VRU de type U

L'existence d'un trottoir ou d'un terre-plein latéral ne donne pas lieu à l'implantation d'une bande d'arrêt d'urgence (qui pourrait être utilisée comme bande de stationnement) ni d'un dispositif de retenue.

Le trottoir peut être, ou non, franchissable, selon que l'on admet l'empiètement d'un véhicule à l'arrêt ou que l'on souhaite protéger un cheminement piétonnier ou une piste cyclable.

Sa largeur est à déterminer par rapport aux équipements qui lui sont destinés ainsi que pour sa fonction de cheminement piétonnier. La largeur minimale d'un trottoir de service est de 0,75 m.

b) La chaussée

La chaussée est constituée des voies de circulation. Elle ne comprend pas les bandes de guidage latérales qui appartiennent aux BAU et aux bandes dérasées de droite et de gauche.

Sur une chaussée principale, hors zone d'échanges, le nombre de voies peut être compris entre 2 et 4 (exceptionnellement 5). Ce dimensionnement doit résulter du débit d'heure de pointe normale, et correspondre au niveau de service choisi pour un horizon minimum à 15 ans.

Les voies de circulation sont les éléments fondamentaux de la chaussée. Leur dimensionnement tient compte :

- De la largeur des véhicules ;
- De la distance inter véhicule transversale ;
- Des fluctuations de trajectoire ;
- De la dérive de certains poids lourds.

❖ Sur VRU de type A

- La largeur normale des voies de circulation est de 3,50 m ;
- La largeur minimale absolue est de 3,00 m.

❖ Sur VRU de type U

- La largeur normale de 3,50 m peut être réduite à 3,00 m, notamment sur les voies de type U60 et en particulier à l'approche des carrefours.

Ces valeurs doivent être majorées d'une surlargeur de giration : $S(R) = 50/R$.

c) Terre-plein central**❖ Sur VRU de type A**

Le terre-plein central (TPC) comprend la bande médiane, bordée de chaque côté par une bande dérasée de gauche (BDG).

La largeur minimale absolue d'un TPC est de 1,60 m : 0,60 m de barrière double en béton (DBA) et 0,50 m de BDG.

❖ Sur VRU de type U

Le terre-plein central est constitué de la bande médiane et des éventuelles bandes dérasées de gauche. Son **dimensionnement minimal** est :

- De 1,60 m si la bande médiane comporte un dispositif de retenue (comme pour les VRU A) ;
- De 1,60 m en présence de marquage latéral de la chaussée ou de 0,60 m en l'absence de marquage, si la bande médiane est limitée par des bordures non franchissables (T2).

1) Bande médiane

La fonction essentielle de la bande médiane (BM) est de séparer physiquement les deux sens de circulation ; elle n'est donc pas roulable. Elle présente également l'avantage de servir à l'implantation de certains équipements :

- Piles d'ouvrages ;
- Dispositifs de retenue ;
- Mats d'éclairage ;
- Supports de signalisation ;
- Plantations.

❖ Sur VRU de type A

La bande médiane comporte toujours des dispositifs de retenue (sauf pour des largeurs supérieures à 12,00 m)

Son dimensionnement résulte des équipements qui y seront implantés, du type de dispositif de retenue prévu et des conditions d'implantation de celui-ci, telles qu'elles sont définies par les circulaires en vigueur.

Il est souhaitable de la réaliser au même niveau altimétrique que la BDG et en matériaux stabilisés afin d'éviter le déséquilibre des véhicules qui sortiraient de la largeur roulable.

La largeur minimale de la bande médiane est de 0,60 m ; cette valeur répond à l'implantation d'une barrière de type DBA.

❖ Sur VRU de type U

La bande médiane ne comporte pas nécessairement de dispositif de retenue ; elle devra être cependant limitée par des bordures non franchissables.

Son dimensionnement dépend alors essentiellement des équipements qui lui sont destinés.

La largeur minimale de la bande médiane est fixée à 0,60 m (afin de pouvoir éventuellement y implanter ultérieurement une barrière en béton de type DBA).

La bande médiane peut mesurer de 3,50 m à 5,00 m (refuge pour piétons) à l'approche des carrefours pour y ménager une voie spécialisée pour les tourne-à-gauche.

2) Bande dérasée de gauche

La bande dérasée de gauche (BDG) s'inscrit dans la constitution des profils en travers des VRU A et éventuellement des VRU U. Comprise dans la largeur roulable, elle doit être dégagée de tout obstacle.

a. Fonctions de la BDG

La bande dérasée de gauche joue un rôle important dans la sécurité des usagers :

- Elle supporte le marquage latéral de la chaussée ;

- Elle constitue une zone de récupération en cas de perte de contrôle de trajectoire ;
- Elle contribue, notamment dans les zones sinueuses et selon sa dimension, au respect des règles de visibilité sur la chaussée.

b. Dimensionnement

La bande dérasée de gauche s'inscrit entre le bord de la chaussée et le nu avant du dispositif de retenue (ou, sur VRU U, de la bordure du trottoir).

❖ Sur VRU de type A

- La largeur normale d'une BDG est de 1,00 m (1,10 m en présence de glissières de 4) ;
- La largeur minimale absolue est de 0,50 m

❖ Sur VRU de type U

Qu'il soit prévu ou non un système de retenue en terre-plein central, la largeur normale de la BDG est de 0,50 m ; elle comprend le marquage latéral de la chaussée.

En l'absence de marquage et lorsque la bande médiane est limitée par des bordures non franchissables T2, la BDG peut être supprimée.

II.1.18 Pente transversale

De façon générale, une pente transversale de 2,5 % est préconisée pour toutes les voies rapides urbaines.

II.1.19 Tableaux récapitulatifs des dimensions des éléments constitutifs du profil en travers des Voies de type U

Tableau II-8 : Tableaux récapitulatifs des dimensions des éléments constitutifs du profil en travers des Voies de type U (ICTA VRU 1990)

Élément	Dimension normale (m)		Dimension minimale (m)	
	Valeur	observations	valeur	Observations
ACCOTEMENT				
Bande d'arrêt*	2,50	Réservée à certaines voies U80	2,25	
Bande dérasé de droite	0,50	En présence de marquage latéral de chaussée	0	Avec des bordures non franchissables et en l'absence de marquage latéral, la BDD peut être supprimée
Trottoir ou terre plein latéral	-	Dépend des fonctions à assurer	0,75	En l'absence de tout dispositif de retenue et donc d'obstacle
Piste cyclable	3,00	Bidirectionnelle	1,50	
	2,00	Unidirectionnelle		
CHAUSSEE				
Largeur de voie	3,50	Peut être ramenée à 3,00 m notamment pour les voies U60	3,00	
TERRE-PLEIN CENTRAL				
Bande médiane	-	Dépend des équipements prévus ou des fonctions à assurer	0,60	
Bande dérasée de gauche	0,50	En présence de marquage latéral de chaussée	0	Avec des bordures non franchissables et en l'absence de marquage latéral, la BDG peut être supprimée

*Les dimensions mentionnées sont applicables lorsqu'une bande d'arrêt est effectivement prévue (cas de certaines voies U80). Cette fonction peut être supprimée.

II.1.20 Largeur de la bande médiane en fonction des équipements qui y sont implantés

Si des dispositifs de retenue doivent être implantés (autoroutes : circulaires du 18 avril 1977 et du 17 avril 1978 ; RN : circulaire du 6 août 1979) l'emploi des glissières renforcées (GRC et GCU) doit être strictement limité (du fait de leur caractère très agressif).

L'emploi de glissières béton est fortement conseillé, pour des raisons de facilité d'entretien, d'exploitation et de meilleure capacité de retenue des poids lourds.

II.1.21 Absence d'obstacle ou de plantation sur la bande médiane

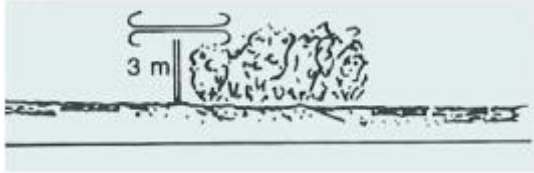
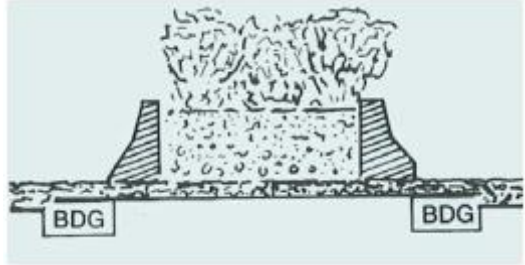
Tableau II-9 : Largeur de Bm, TPC et dispositif de retenue (ICTAVRU 1990)

Largeur de la bm	Dispositif de retenue	Largeur minimale du TPC
0,60 m	DBA	1,50 m
0,80 m	DE2	2,00 m
0,80 m	DE4	3,00 m

Les dispositifs étant implantés axialement

II.1.22 Plantations arbustives (à faible développement) sur la bande médiane

Tableau II-10 : Plantations arbustives (à faible développement) sur la bande médiane (ICTAVRU 1990)

Largeur de la bande médiane	Type de glissière
Au minimum 2,50 m	Une file de glissières doubles métalliques d'un côté de la bande médiane (disposition conseillée).
Plutôt 3 m 	Deux files de glissières simples de part et d'autre des plantations.
Au moins 1,20 m Si on veut des plantations en quinconce, maintenir une distance de 1 m au moins au niveau supérieur des 2 séparateurs. 	Deux GBA utilisées en jardinières (attention au drainage).

II.1.23 Obstacle sur la bande médiane

Avec e = épaisseur de l'obstacle à l'endroit le plus contraignant (platine d'ouvrage des candélabres ou des pieds de portiques).

Tableau II-11 : Valeur des rayons saillants en fonction de la vitesse V (ICTAVRU 1990)

Largeur de la bande médiane	Dispositif de retenue	
$bm = e + 2 \times 1,60 \text{ m}$	2 files de GS4	Métallique
$e + 2 \times 1,60 \text{ m} < bm < e + 2 \times 1,20 \text{ m}$	2 files de GS2	
$e + 2 \times 1,20 \text{ m} < bm < e + 2 \times 0,40 \text{ m}$	2 files de GS2 spécialisée obstacle	
$bm = e + 2 \times 0,55 \text{ m}$	2 files de GBA	Béton

II.2 Les passages souterrains

Le présent chapitre précise les conditions de réalisation et les règles de conception des passages souterrains de courte longueur à gabarit réduit assurant le franchissement de carrefours.

Il ne traite pas des tunnels, mini tunnels tranchées couvertes, aménagés en section courante pour la conception desquels on se référera à la documentation éditée par le CETU et le SETRA.

Le choix du ou des courants à déniveler ne doit pas exclusivement répondre à la recherche d'une fluidité maximale et durable du carrefour de surface.

Ce raisonnement pourrait en effet conduire à une réserve de capacité inutile car très supérieur à celles des carrefours amont et aval, ou à l'obligation, de proche en proche, de déniveler tous les carrefours de l'axe.

La dénivellation d'un courant gênant de tourne-à-gauche (pas nécessairement volumineux) peut suffire à décongestionner le carrefour et à lui procurer la capacité nécessaire aux besoins d'écoulement de l'axe le plus chargé.

II.2.1 La forme géométrique de l'ouvrage

II.2.1.1 Le gabarit

Les contraintes hydrauliques, la présence de réseaux et les longueurs maximales de raccordement imposées par la proximité d'autres carrefours conduisent le plus souvent à adopter une hauteur libre dans l'ouvrage, inférieure à celle autorisant la circulation de véhicules au gabarit normal de 4,30 m (PSGN de hauteur libre 4,40 m).

Trois gabarits sont définis dans le guide PSGR de 1971 et le dossier pilote des tunnels (CETU 1990) :

❖ **PSGR Type A : gabarit de 1,90 m (hauteur libre minimale de 2,80 m)**

Ces ouvrages ne laissent passer que les voitures légères. Ils doivent être réservés à des utilisations bien particulières telles que l'accès à des parkings privés (centres commerciaux ou publics).

❖ **PSGR Type B : gabarit de 2,60 m (hauteur libre minimale de 2,10 m)**

Ce gabarit autorise la circulation de plus de 80 % des véhicules utilisés en milieu urbain.

Les recommandations pour la conception des tunnels à gabarit réduit (**RECTUR**,) (**recommandations pour la conception des tunnels urbains a gabarit réduit**) préconisent un gabarit de 2,70 m permettant, outre d'accès de l'ensemble des ambulances de type voiture particulière, celui des fourgons et de certains bus urbains. Toutefois, la problématique est un peu différente du fait de la longueur plus importante des ouvrages.

❖ **PSGR Type C : gabarit de 3,50 m (hauteur libre minimale de 3,70 m)**

Ce gabarit permet la circulation des bus urbains et de certains véhicules de secours.

Les ouvrages au gabarit intermédiaire de 3,50 m ont des caractéristiques géométriques transversales et un profil en long plus confortable qui les rapprochent plus des PSGN. Leur implantation doit faire l'objet d'une réflexion approfondie quant à leurs avantages par rapport à celle d'un PSGN ou d'un PSGR type B.

Pour la détermination de la hauteur libre minimale de l'ouvrage, des revanches de construction et d'entretien, des revanches verticales et latérales de protection, on se reportera à la circulaire du 17 octobre 1986 et aux recommandations pour la conception des tunnels urbains à gabarit réduit (**RECTUR**).

Une enquête sur la hauteur des véhicules du courant à déniveler permettra au concepteur de choisir le gabarit de l'ouvrage le mieux adapté aux besoins.

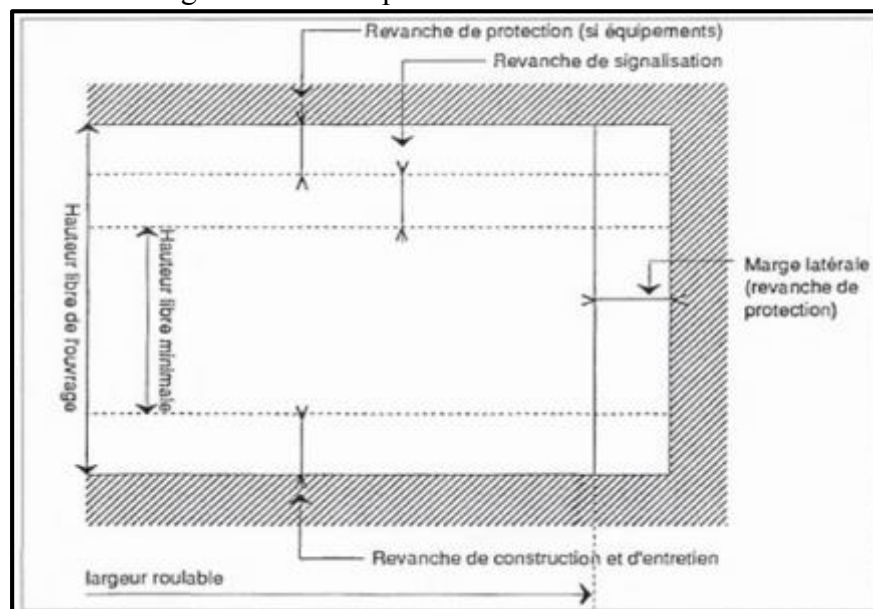


Figure II.5 : Dimensionnement de la hauteur des ouvrages

II.2.1.2 Profil en travers

La plateforme d'un passage souterrain comprend :

- Les isolateurs latéraux, constitués d'un trottoir ou d'un bute-roues ;

- Les bandes dérasées et, exceptionnellement, des bandes d'arrêt d'urgence ;
- La chaussée, composée d'une ou plusieurs voies de circulation ;
- Un séparateur central dans les ouvrages bidirectionnels.

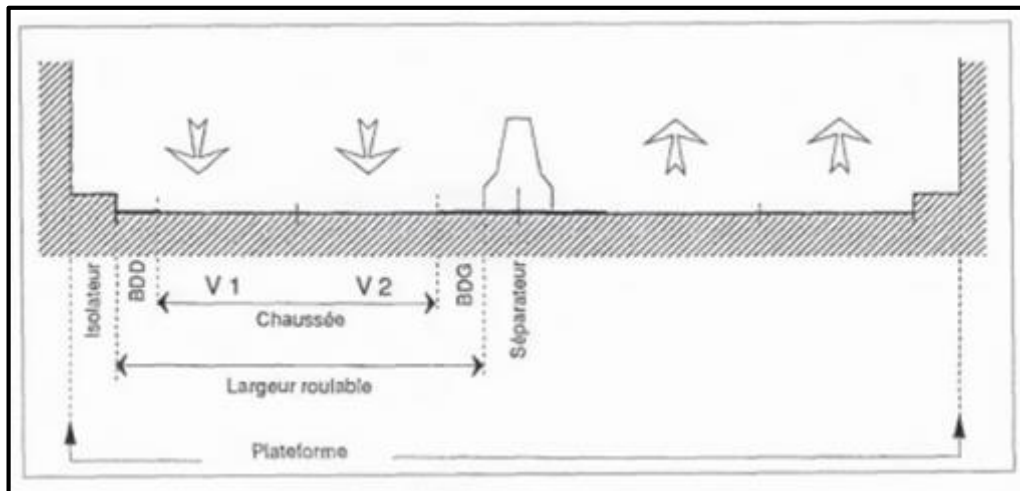


Figure II.6 : Eléments constitutifs du profil en travers

- ❖ Largeur minimale de la plateforme

Elle se mesure de piédroit à piédroit au niveau de la chaussée et dépend :

- De la largeur des voies ;
- Du nombre de voies ;
- Des dispositions particulières prises pour l'exploitation en cas de panne et la sécurité des usagers en détresse circulant à pied dans l'ouvrage.

- ❖ Largeur minimale des voies

- 2,80 m pour un PSGR de type A ;
- 3,00 m pour un PSGR de type B ;
- 3,50 m pour un gabarit de 3,50 m au moins.

- ❖ Largeur des couloirs de circulation

En fonction de l'importance du trafic attendu sous le PSGR et de la longueur de l'ouvrage, le projecteur doit se poser la question de permettre ou non la conservation du nombre de files au droit d'un véhicule en panne, ce qui joue sur la largeur roulable.

Le dimensionnement de la largeur roulable utilise la notion de couloir de circulation qui fixe la largeur minimale dont a besoin le véhicule au droit de l'incident. La largeur des couloirs dépend de la vitesse et peut être définie par le tableau suivant :

Tableau II-12 : Largeur des couloirs dépend de la vitesse

	VL gabarit = 1,90 m	Fourgon gabarit = 2,60 m	Camion gabarit = 3,50 m
Véhicule arrêté	2,15 m	2,35 m	2,85 m
Véhicule au pas	2,30 m	2,50 m	3,00 m
Véhicule à 40-50 km/h (vitesse prudente)	2,70 m	2,80 m	3,25 m

Dans les ouvrages courbes de rayon inférieur à 200 m, les couloirs de circulation devront comporter des surlargeurs de giration de valeur $S = 8/R$ pour les VL et $S = 22/R$ pour les PL (cas des gabarits intermédiaires de 3,50 m).

Le nombre de voies est fonction des débits de pointe à écouler, de la fréquence et de la durée de ces pointes, et de la capacité de l'axe dénivelé à terme (capacité des carrefours amont-aval).

Une saturation temporaire de l'ouvrage en pointe est admise lorsque le débit total écoulé par le carrefour (courant dénivelé et courant de surface) est inférieur ou égal à la capacité maximale de l'axe. L'élargissement de l'ouvrage conduirait au dépassement de cette capacité et procurerait un confort d'usage excessif, voies dangereuses en heures creuses (dépassements, excès de vitesse).

Les valeurs suivantes des débits de saturation d'une file de circulation sont données à titre indicatifs pour le dimensionnement de l'ouvrage et du carrefour de surface :

- Ouvrages unidirectionnels : 2000 véh/h ;
- Ouvrages bidirectionnels : 1600 véh/h.

Ces débits sont variables en fonction de la géométrie de l'ouvrage (visibilité en courbe, déclivité) et des conditions d'écoulement amont et aval (entrecroisement des flux notamment).

❖ Isolateurs latéraux

Les isolateurs ont pour fonction de permettre la circulation exceptionnelle de piétons (conducteur de véhicules en panne, entretien), de mettre hors gabarit les différents équipements, de permettre le passage des réseaux, et d'offrir un dégagement latéral de visibilité en courbe.

❖ Circulation des piétons

Dans les ouvrages à gabarit normal, ils sont constitués soit d'un trottoir (largeur minimale : 0,75 m), soit d'un simple bute-roues (0,50m).

Le choix entre ces deux solutions est fonction de la probabilité de circulation de piétons qui dépend de la longueur de l'ouvrage et de l'objectif de niveau de service. Dans les ouvrages courts (dénivellation de carrefour), l'aménagement de trottoirs n'est pas justifié.

Dans les PSGR, l'isolateur est un bute-roues de largeur minimale 0,40 m. En générale, il n'est pas prévu de bandes dérasées, sauf dans les ouvrages unidirectionnels à une seule voie où on veut permettre le dépassement d'un véhicule en panne.

II.2.1.3 Profil en long

Le guide PSGR 71 prévoit des caractéristiques conçues pour des vitesses de références de 40 et 60 km/h, qui ne correspondent plus aux vitesses réglementaires actuelles en ville.

Le tableau ci-après donne les valeurs minimales des rayons paraboliques et les pentes maximales :

Tableau II-13 : Valeurs minimales des rayons paraboliques et les pentes maximales

Type d'ouvrage	PSGR B	PSGR A	PSGR B
Gabarit	2,60 m	1,90 m	2,60 m
Vitesse réglementaire de l'axe dénivélé	50 km/h	50 km/h	70 km/h
Rayon convexe	500 m	500 m	1 400 m
Rayon concave	400 m	400 m	800 m
Déclivité maximale instantanée	9 %	9 %	8 %

Les valeurs minimales en point haut procurent la visibilité suffisante pour des vitesses respectant les limitations imposées en ville (distance de visibilité sur obstacle > distance d'arrêt).

Pour des vitesses supérieures, dont la pratique peut être constatée à l'approche comme à l'intérieur des ouvrages, les pertes de visibilité deviennent rapidement importantes et peuvent occasionner des collisions arrière, et en chaîne, et des renversements de piétons traversant en extrémité des trémies.

À 80 km/h, dans un ouvrage aux caractéristiques minimales en profil en long, les pertes de visibilité sur obstacle sont d'environ 70 m en entrée et 50 m en sortie ; on ne peut pas, pour autant, offrir des conditions de visibilité correspondant à 80 km/h car cela inciterait les usagers à pratiquer des vitesses encore plus élevées.

II.2.2 Les cadres fermés

II.2.2.1 Morphologie d'ensemble :



Figure II.7 Morphologie d'ensemble (opticaire)

La morphologie d'ensemble est aussi simple que celle d'un portique : un cadre fermé se présente sous la forme d'un tube à section droite rectangulaire les parties verticales s'appellent toujours piédroits, et maintenant nous avons une traverse supérieure et une traverse inférieure. La traverse inférieure constitue la fondation enterrée elle est conçue comme un radier général en béton armé.

Dans les portiques, il est nécessaire de prévoir des goussets robustes à la jonction des traverses (supérieure et inférieure) et des pieds droits.

II.2.2.2 Choix de la section :

La section d'une trémie doit être déterminée sur la base des facteurs suivant :

- Les gabarits des véhicules qui seront appelés à emprunter la trémie et de ceux des matériaux qui y seront transportés ;
- La nature du terrain, sa résistance, sa teneur en eau et les poussées géologiques du souterrain ;
- La méthode de travail adoptée ;
- Le matériau utilisé pour le revêtement, sa résistance, ainsi que les charges intérieures qu'il devra supporter ;
- L'existence d'une ou deux voies de circulation.

II.2.3 Définition des murs de soutènement

Un ouvrage de soutènement est une construction destinée à prévenir l'éboulement ou le glissement d'un talus raide. Les ouvrages de soutènement sont essentiellement employés, soit en site montagneux pour protéger les chaussées routières contre le risque d'éboulement ou d'avalanches, soit en site urbain pour réduire l'emprise d'un talus naturel, en vue de la construction d'une route, d'un bâtiment ou d'un ouvrage d'art. Il existe deux grandes classes d'ouvrages de

soutènement : ceux composés d'une paroi résistante et d'une semelle de fondation et ceux composés d'une paroi (palplanches) (**Zeroual.f**).



Figure II.8 : Mur de soutènement (**Zeroual. f**)

II.2.4 Différents type des murs de soutènement

La notion (d'écran de soutènement) couvre l'ensemble des structure servant à retenir un massif de sol autour d'une excavation à l'aide d'élément de matériaux résistants à la poussée des terres .dans la définition Eurocode (**EC7_1,2004**), un ouvrage de soutènement retient des terrains (sols, roche ou remblai) et/ou de l'eau .

L'effort de poussée exercé par le massif de terres retenu peut être repris de diverses manières, trois modes principaux peuvent être distingués :

II.2.4.1 La poussée est reprise par le poids de l'ouvrage de soutènement

II.2.4.1.1 Les murs en béton armé

Les murs en béton armé peuvent avoir des formes diverses et être réalisés de façons multiples (**Annane Abd-A.2013**).

a) Mur en T renversé classique

C'est la forme fréquente pour un mur en béton armé (**Figure II.9**), dite encore cantilever du fait du voile encastré dans la semelle. Sans contreforts, il est économique pour des hauteurs jusqu' à 6 mètres et peut être érigé sur un sol de qualités mécaniques peu élevées. Par rapport au mur-poids de même hauteur, à largeur égale de semelle il engendre des contraintes plus faibles sur le sol.

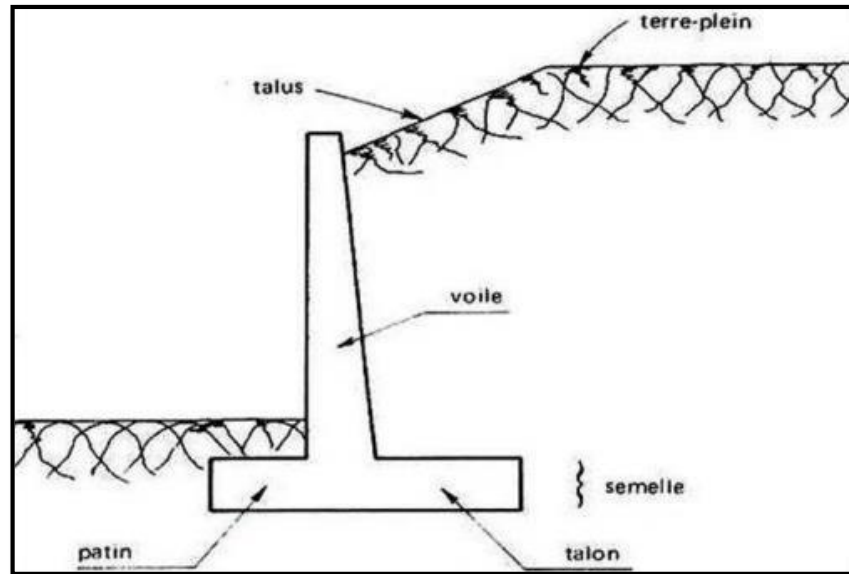


Figure II.9 : Mur en (T renversé) (Annane Abd-A.2013).

b) Murs en déblais

Dans le cas de murs en déblai, c'est-à-dire réalisés en terrassant un talus (Zeroual. f), les limitations de volume de terrassement et les difficultés de tenue provisoire des fouilles obligent à réduire la longueur du talon et à augmenter celle du patin (Figure II.10).

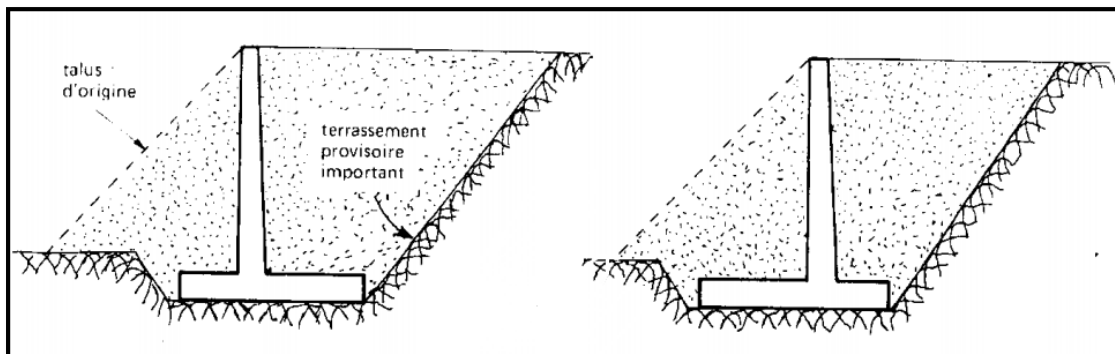


Figure II.10 : Mur en déblai (Zeroual. f)

c) Mur à contreforts

Lorsque la hauteur du mur devient importante ou que les coefficients de poussée sont élevés, le moment d'encastrement du voile sur la semelle devient grand. Une première solution consiste à disposer des contreforts ayant pour but de raidir le voile (figure II.11).

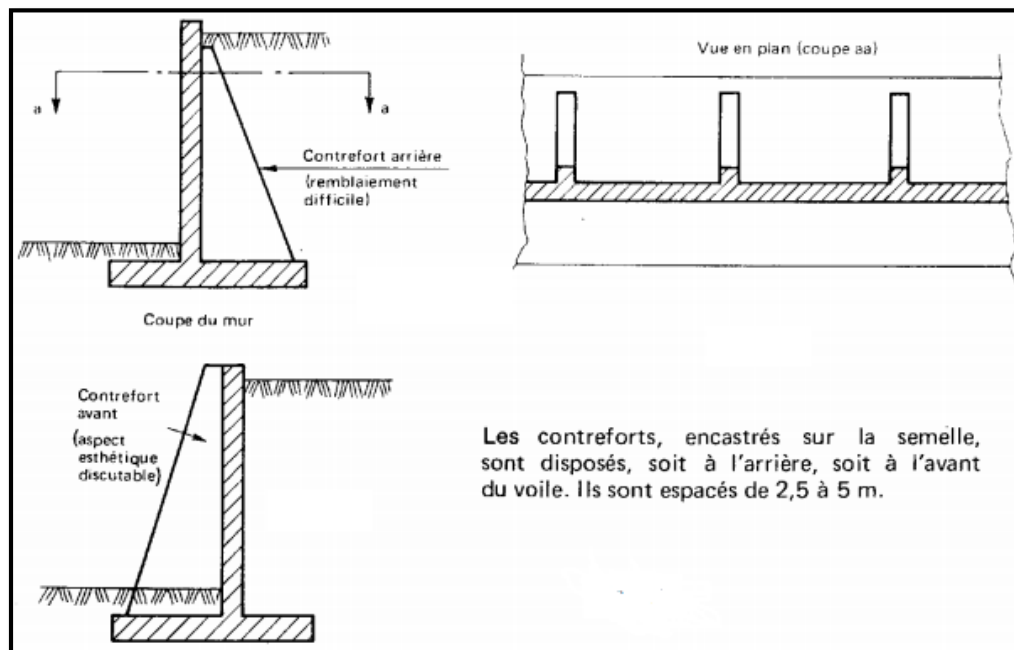


Figure II.11 : Mur à contreforts (Annane Abd-A.2013)

II.2.4.1.2 Le mur en terre armée

Un massif en terre armée est constitué de trois composants ;

- ❖ Un remblai granulaire compacté en couche peu épaisses
- ❖ Les armatures disposées en lit dans le remblai qui peuvent être de deux natures :

A. Les métalliques

B. Les géo-synthétiques qui ne présentent pas de problème de corrosion et qui tendent à remplacer les premières.

- ❖ Un parement, faisant le lien entre les armatures et assurant l'esthétique du mur, il est généralement réalisé en élément de béton préfabriqué facile à assembler, en pneus ou autres éléments récupérés destinés à être couverts de végétaux. L'ensemble forme un massif stable assurant la retenue de la poussée du sol en place.



Figure II.12 : Mur en terre armée

II.2.4.1.3 Avantages et limitation de la terre armée

Parmi les avantages et les limitations de la terre armée :

- Rapidité d'exécution
- Murs souples pouvant supporter sans dommage des tassements différentiels importants
- Construction ne nécessitant qu'un matériel très léger
- Coût compétitif la principale limitation de cette technique est la qualité du remblai, qui doit être frottant

II.3 Dimensionnement du corps de chaussée

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

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques 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 à utiliser.

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

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

II.3.1 La chaussée

D'après l'exécution des terrassements, y compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- Reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

II.3.2 Différents types de chaussées

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

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

II.3.2.1 Chaussée souple

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

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

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

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

a)- Couche de roulement :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité, l'uni et le confort des usagers. La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm. (SETRA ; 1998)

b)- 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 repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm. (SETRA ; 1998)

c)- Couche de fondation :

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

d)- Couche de forme :

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

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

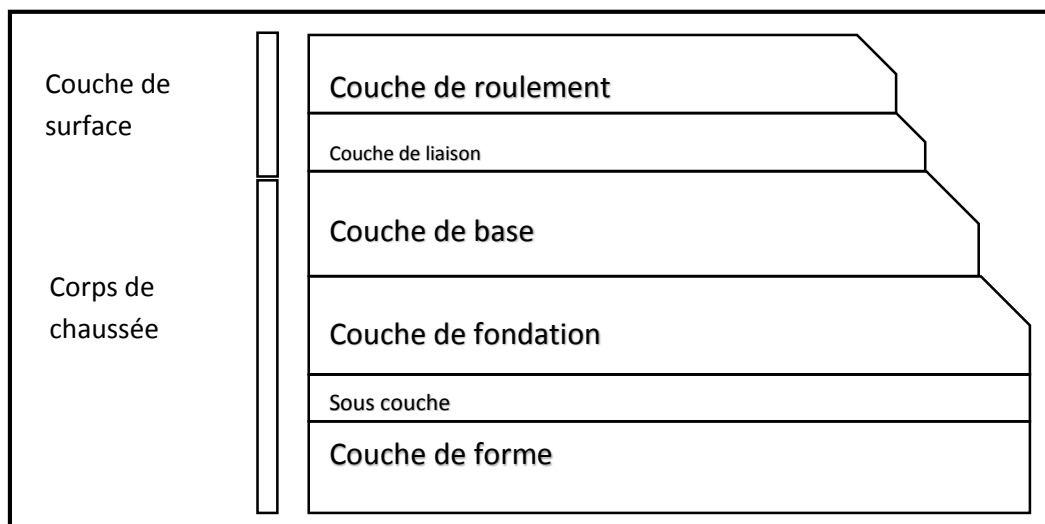


Figure II.13 : Les éléments du tracé en plan

II.3.2.2 Chaussée semi-rigide

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..).
- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm.
- 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.

II.3.2.3 Chaussée rigide

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en 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 : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

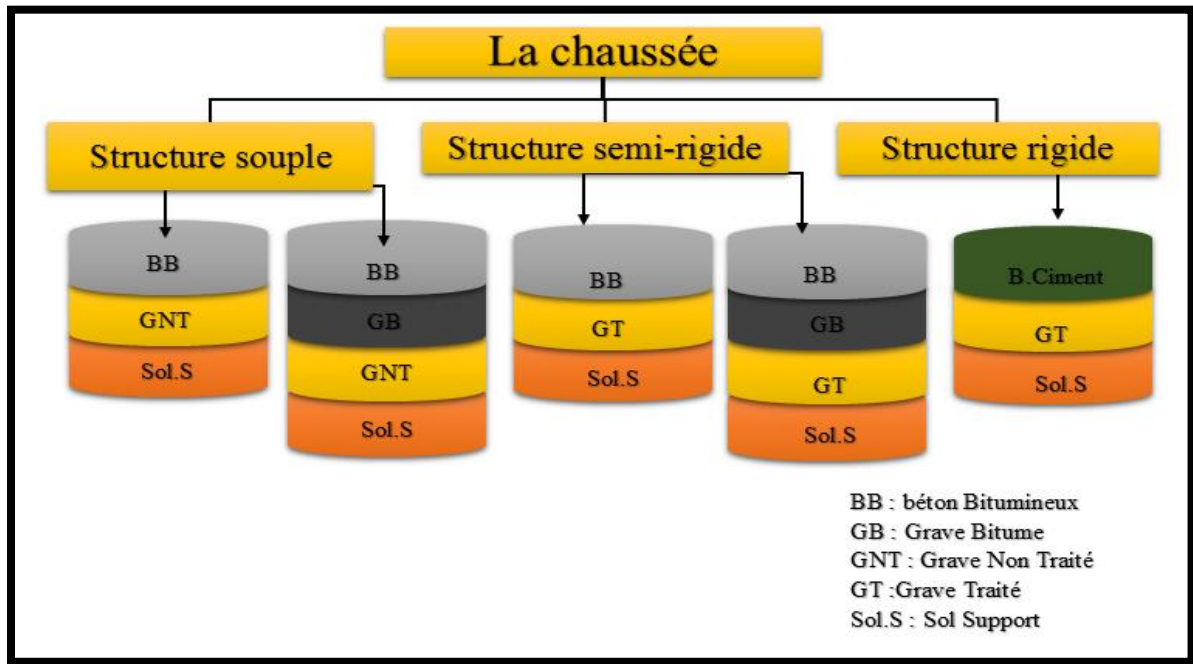


Figure II.14: Types de chaussées

II.3.3 Les différents facteurs pour les études de dimensionnement :

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

II.3.3.1 Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur à 3.5 tonnes) .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 « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

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

$$N = T.A.C$$

Avec : N : trafic cumulé.
A : facteur d'agressivité globale du trafic.
C : facteur de cumul.

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

Avec : τ : Taux de croissance du trafic.

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

II.3.3.2 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.

II.3.3.3 Le Sol Support :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

II.3.3.4 Matériaux :

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

II.3.4 Méthodes de dimensionnement

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celles qui utilisent la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- D'autres qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique. Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

➤ **Méthode 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 :

- Pour un trafic en voiture particulier : **TMJA×365×1.5t < 100000 t/ans**

$$e = \frac{100+150\sqrt{p}}{I_{CBR}+5} \text{ (cm)}$$

- Pour un trafic en voiture particulier : **TMJA×365×1.5t ≥ 100000 t/ans**

$$e = \frac{100+150\sqrt{p}(75+50\log N/10)}{I_{CBR}+5} \text{ (cm)}$$

Avec :

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

Où : **C₁, C₂, C₃,** C_i : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ ,e_i : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau II-14 : Les valeurs des coefficients d'équivalence

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

➤ **Méthode de catalogue des chaussées Neuves (CTTP)**

Le catalogue de dimensionnement des chaussées présente des fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées. Il prend en considération les facteurs suivants :

- ✚ Le portance de sol support (Si);
- ✚ Trafic ;
- ✚ Le niveau du réseau principal (RPi) ;
- ✚ La classe de trafic (PL) à l'année de la mise en service (TPLi);
- ✚ Zone climatique

II.4 Etude de signalisation

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de Communication essentielle pour l'usager de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'usager de la route le long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent, et ce, en évitant l'hésitation et la fausse manœuvre.

II.4.1 L'objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet de :

- a) Rendre plus sûr la circulation routière.
- b) Faciliter cette circulation.
- c) Indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- d) Donner les informations relatives à la route aux usages.

II.4.2 Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- a) Signalisation verticale ;
- b) Marquage horizontale ;
- c) Dispositifs de retenue.

II.4.3 Marquage horizontal

Il doit être conforme à l'instruction interministérielle sur la signalisation routière (Livre I – septième partie : marques sur chaussées) ainsi qu'aux articles 274 à 279 du Livre II sur la signalisation des autoroutes (modifiés par le circulaire n° 73-138 du 11 juillet 1973).

Le marquage horizontal est fréquemment complémentaire de la signalisation de direction. Par conséquent, il importe de mener conjointement les deux projets en conformité avec les règles édictées dans le circulaire interministériel n° 82-31 du 22 mars 1982 relative à la signalisation de direction. (ICTAVRU)

II.4.4 Catégories de marques

II.4.4.1 Les lignes longitudinales

- a) Continues infranchissables ;
- b) Discontinues axiales ou de délimitation des voies (types t1 et t'1 à forte prédominance des vides sur les pleins) ;

- c) Discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de dissuasion remplaçant une ligne continue ou de délimitation des voies dans certains cas en agglomération (type t3 à forte prédominance des pleins sur les vides).
- d) Discontinues de délimitation de la chaussée (types t2 et t'2 à vides et pleins approximativement équilibrés),
- e) Mixtes (ligne discontinue du type t1 ou t3 accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies que si, au début de la manœuvre de dépassement la ligne discontinue se trouve la plus proche du véhicule,
- f) Continues ou discontinues de délimitation de voies réservées à certaines catégories de véhicules ou de délimitation de bandes d'arrêt d'urgence (types t2, t3 et t'3).

II.4.4.2 Les flèches

- a) De rabattement,
- b) Directionnelles.

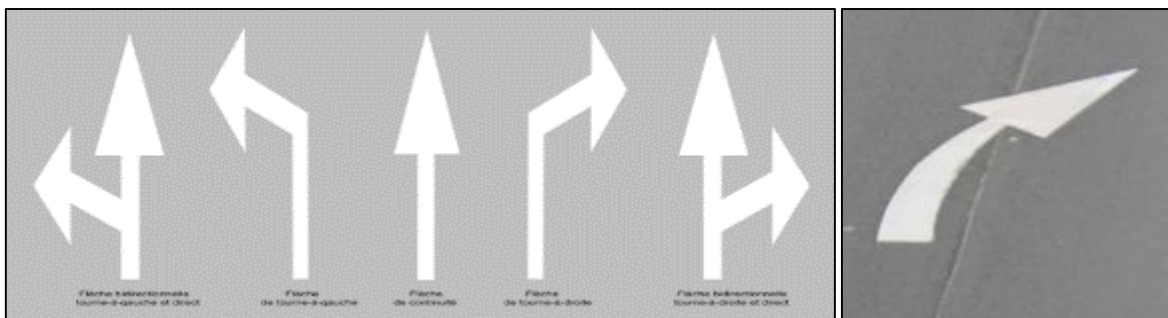


Figure II.15 : Types de flèches (directionnelles - de rabattement) – (I I S R. 7^{ème} partie)

II.4.4.3 Les lignes transversales

- a) Ligne continue “ STOP ”,
- b) Ligne discontinue “ CÉDEZ LE PASSAGE ”, d'effet des feux de signalisation, et de guidage en intersection.



Figure II.16 : Ligne discontinue « CÉDEZ LE PASSAGE » (I I S R. 7^{ème} partie)

II.4.4.4 Les autres marques

a) Pour piétons,

Les passages pour piétons sont délimités par des bandes rectangulaires ou parallélépipédiques blanches parallèles à l'axe de la chaussée, d'une longueur minimale de 2,50 m en ville et d'une longueur de 4 à 6 mètres en rase campagne ou dans les traverses de petites agglomérations. La largeur de ces bandes est de 0,50 mètre et leur inter-distance de 0,50 mètre à 0,80 mètre.

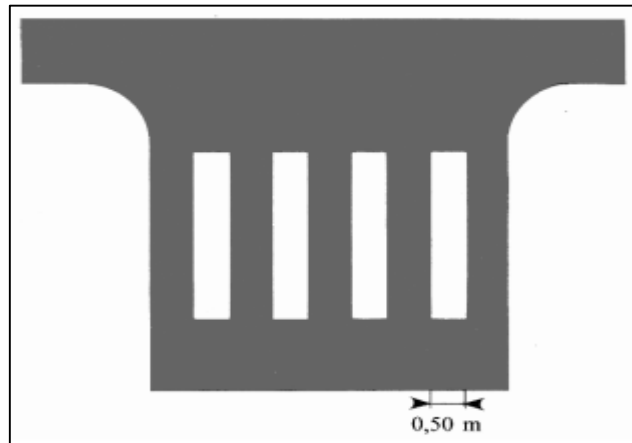


Figure II.17 : Ligne de passages pour piétons (I I S R. 7ème partie)

Lorsqu'un passage pour piétons est implanté sur un ralentisseur de type trapézoïdal, les bandes blanches sont prolongées sur une longueur de 0,50 m de part et d'autre du plateau constituant le passage piéton, afin d'améliorer sa lisibilité.

Tableau II-15 : Le nombre de bandes d'un passage pour piétons en fonction de la largeur roulable de la chaussée

Largeur roulable (m)	4 à 6	6 à 8	8 à 10	10 à 12	12 à 14
Nombre de bandes	3 à 5	5 à 7	6 à 9	8 à 11	9 à 13

b) Pour le stationnement :

Dans le cas où le stationnement se fait en épi ou perpendiculaire, les limites sont matérialisées à l'aide des lignes de couleur blanches, continues de largeur (2 u) ou discontinue de type T'2 de largeur 2 u ou simplement amorcées.

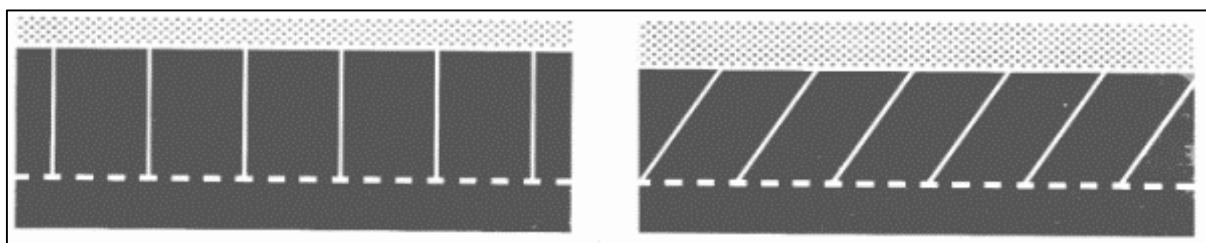


Figure II.18 : Ligne pour le stationnement (I I S R. 7ème partie)

- c) Pour les transports en commun ;
- d) Pour cyclistes ;
- e) Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.

(Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Septième partie)

II.4.5 Caractéristiques générales des marquages

II.4.5.1 Couleurs des marques

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées.

Pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

a) Le jaune pour :

- Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement ;
- Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus ;
- Le marquage temporaire.

b) Le bleu éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.

c) Le rouge pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

L'utilisation de matériaux et de revêtements de couleur pour la chaussée ne doit pas se substituer à l'emploi des marques sur chaussée.

II.4.6 Caractéristiques des lignes discontinues

Pour la bonne compréhension des marquages, trois types de modulations de lignes longitudinales ont été retenus, se différenciant par le rapport des pleins aux vides.

Ces modulations (tirets plus intervalles) sont des multiples ou des sous-multiples de 13 m.

Pour les lignes transversales, la modulation (T'2) comporte alternativement 0,5 m de trait et 0,5 m de vide.

Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues.

Tableau II-16 : Les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues (I I S R. 7^{ème} partie)

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (en m)	Intervalle entre 2 traits Successifs (en m)	Rapport plein/vide
axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
transversal	T'2	0,5	0,5	1

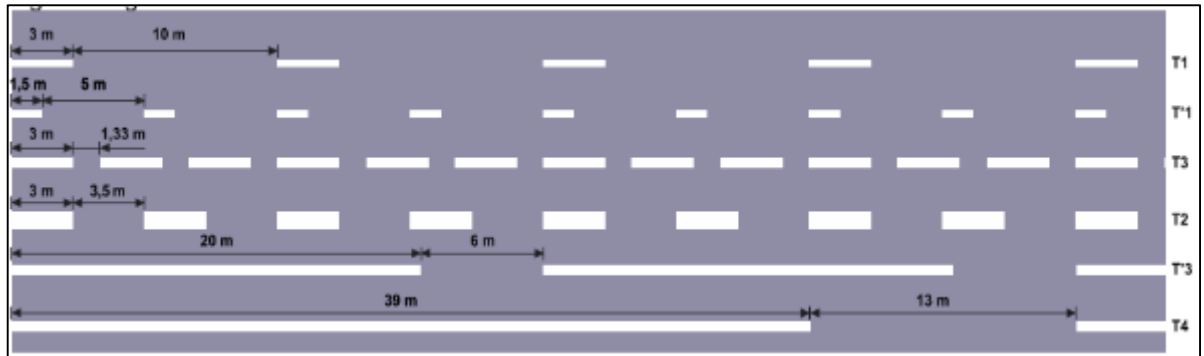


Figure II.19 : Caractéristiques des lignes longitudinales (I I S R. 7^{ème} partie)

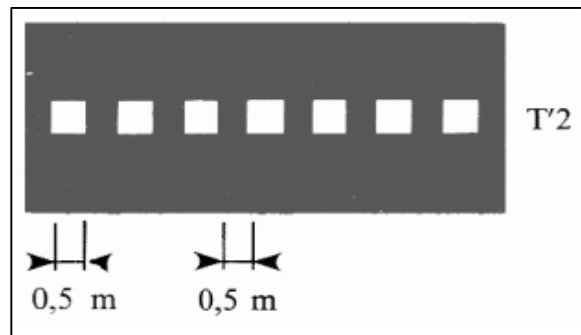


Figure II.20 : Caractéristiques des lignes transversales (I I S R. 7^{ème} partie)

II.4.7 Largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ u ” différente selon le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ u ”.

- $u = 7,5$ cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne ;
- $u = 6$ cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation ;
- $u = 5$ cm sur toutes les autres routes ;
- $u = 3$ cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ u ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre. (I I S R. 7^{ème} partie)

II.4.8 Matériaux ou dispositifs rétro-réfléchissants

II.4.8.1 Rétro-réflexion des marques

Les marques routières de rase campagne sont obligatoirement rétro réfléchissantes. L'emploi de marques rétro réfléchissantes est très souhaitable dans les zones agglomérées même dotées d'un éclairage public et a fortiori dans le cas où l'éclairage n'est pas permanent.

II.4.8.2 Dispositifs rétro réfléchissants complémentaires

Les marques routières peuvent être complétées dans certains cas par des dispositifs rétro réfléchissants dont les types et les règles d'implantation sont fixés par circulaire du ministre chargé des Transports (exemple : délinéateurs, plots, balises de musoirs...).

II.4.9 Balisage latéral

II.4.9.1 Délinéateurs (balise J6) :

La mise en place de ces balises n'est envisagée qu'en l'absence d'éclairage public. Les balises J6 doivent être implantées, d'une façon continue, sur toute la longueur de la voie rapide urbaine. Les conditions d'emploi et de maintien en état sont explicitées dans les textes officiels. Une attention particulière doit être portée aux problèmes d'entretien, car seule une maintenance soignée permet aux délinéateurs d'assurer correctement leur rôle.



Figure II.21 : Type de balise latéral délinéateur J6

II.4.9.2 Plots rétro réfléchissants :

L'utilisation des plots rétro réfléchissants n'est prévue que comme un complément au marquage horizontal, lorsque celui-ci s'avère insuffisant, notamment de nuit par temps pluvieux.

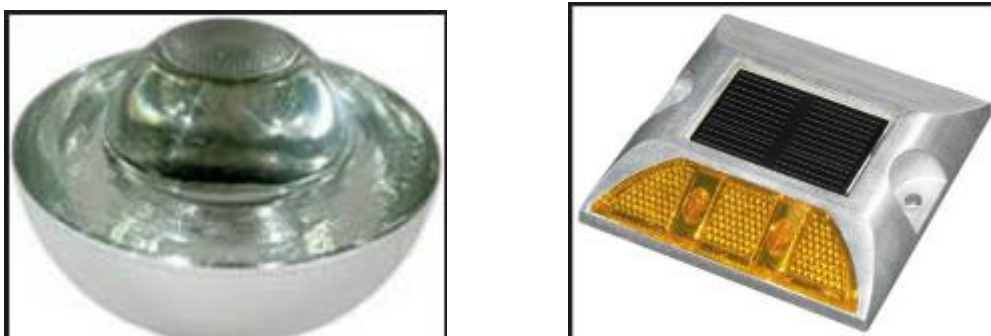


Figure II.22 : Type des plots rétro réfléchissants

II.4.10 Balisage ponctuel

II.4.10.1 Balise J5 :

Elle ne sert qu'à signaler les têtes d'îlots directionnels (dans le cas de chaussées bidirectionnelles).



Figure II.23 : Type de balise ponctuel J6

II.4.10.2 Balisage des îlots séparant deux courants de trafic de même sens :

Il s'effectue au moyen de pales vertes et blanches disposées de telle façon que la perception de la séparation des deux courants qu'elles signalent soit la meilleure possible pour un usager situé à une centaine de mètres en amont. (ICTAVRU)



Figure II.24 : Type de balise Balisage des îlots séparant deux courants de trafic de même sens

II.4.11 Signalisation verticale de police

Ce paragraphe concerne la signalisation verticale, excepté la signalisation de direction et d'indication, qui fait l'objet d'un chapitre particulier.

On utilise généralement des panneaux de gamme « grande » pour les voies de type A et des panneaux de gamme « normale » pour les voies de type U.

Pour la signalisation des carrefours à niveau, on se réfèrera à l'instruction interministérielle sur la signalisation routière, Livre I, troisième partie : intersections et régimes de priorité. (ICTAVRU)

II.4.12 Signalisation de direction et d'indication

II.4.12.1 Principes généraux à respecter pour l'implantation

La signalisation de direction est généralement mise en place après que tous les travaux ont été réalisés. Néanmoins, il faut penser aux éventuels problèmes posés pour son implantation dès l'origine du projet. Ainsi, durant toutes les phases d'élaboration du projet, on doit veiller à rendre possible l'implantation de la signalisation conformément aux textes en vigueur, en n'oubliant pas que la signalisation verticale de direction et la signalisation horizontale sont interdépendantes.

Les principes élémentaires suivants doivent donc être présents à l'esprit durant toute la période de mise au point du projet :

- f) Quand le terre-plein central est destiné à recevoir des pieds de portiques, potences ou hauts mâts, on doit le prévoir suffisamment large pour y implanter les dispositifs de retenue envisagés ;
- g) Les couvertures lourdes, semi-lourdes ou légères, les souterrains ou les tunnels doivent être conçus en tenant compte des nécessités d'implantation des dispositifs de signalisation sous ces couvertures, ainsi que les éventuels problèmes de visibilité de cette signalisation ;
- h) Il est souhaitable que les voies d'entrecroisement soient suffisamment longues pour que les distances séparant les portiques de pré signalisation et de signalisation avancée soient conformes à l'instruction du 22 mars 1982. Si une impossibilité se présente, cette longueur ne doit pas être inférieure à 300 m ;
- i) Il convient de prévoir sur les ouvrages les ancrages nécessaires à l'implantation de la signalisation (portiques, potences ou hauts mâts) si une sortie ou une bifurcation se situe au droit ou en aval de cet ouvrage.
- j) On doit veiller à ce qu'un pont, ou un ouvrage quelconque passant au-dessus de la voie, ne nuise pas à la visibilité de la signalisation, particulièrement si on envisage de placer une sortie immédiatement en aval de cet ouvrage ;
- k) Les sorties successives trop rapprochées les unes des autres sont à proscrire si cela conduit à mettre en place une signalisation incomplète, notamment pour la deuxième

sortie et les suivantes. C'est ainsi que la distance minimale tolérée entre les nez géométriques des sorties successives est de : sur une route bidirectionnelle :

- 260 m sur route à chaussées séparées ;
- 440 m sur une chaussée à deux voies ;
- 120 m de plus (distance nécessaire pour changer de file) par file supplémentaire.

S'il s'avère impossible d'appliquer ces dispositions, il est préférable de prévoir une sortie unique débouchant sur une collectrice destinée à servir les points d'échanges successifs (les sorties sur la collectrice doivent alors être distantes de 320 m).

On doit veiller pour chaque point de choix, sortie ou bifurcation, à ce que le nez géométrique soit perçu au plus tard en même temps que les derniers panneaux de signalisation.

Enfin, d'une façon générale, le projeteur doit avoir constamment à l'esprit la zone d'implantation et son environnement, de façon à imaginer l'intégration du matériel de signalisation. Une perspective, ou abaque de visibilité est souvent nécessaire, car il peut exister sur le site des obstacles qui risquent de masquer la signalisation. (ICTAVRU).

II.4.13 Dispositifs de retenue

II.4.13.1 Voie de catégorie A

Les voies de catégorie A à chaussées séparées sont équipées de glissières de sécurité axiales (métalliques ou en béton).

Elles sont pourvues de tronçons démontables longs de 32 m implantés suivant la configuration locale des échanges et les mesures envisagées pour l'exploitation de la voie rapide urbaine (entretien, travaux, accidents). À titre indicatif, un espacement de 2 km constitue un pas acceptable.

Compte tenu des mesures d'exploitation qui peuvent conduire à faire circuler les usagers à double sens sur l'une des chaussées, il convient de proscrire toute extrémité de glissière dite « en queue de carpe ».

II.4.13.2 Voie de catégorie U

Le dispositif de retenue le plus courant est la bordure de trottoir. Cependant, des dispositifs plus efficaces peuvent être utilisés. Il s'agit par ordre d'efficacité croissante :

- l) Des bordures basses de sécurité en béton ;
- m) Des glissières de sécurité.

Pour cette catégorie de voie, on doit s'attacher plus particulièrement à maintenir une ambiance urbaine non autoroutière. (ICTAVRU).

Partie II
Présentation de la zone
d'étude

III. Présentation de la ville de Laghouat

La ville de Laghouat (Algérie), chef-lieu de la wilaya, est située à 400 km au sud d'Alger sur l'axe routier Alger-Ghardaïa à une altitude de 750 m sur le flanc sud de l'Atlas saharien. Elle a été bâtie sur les rives d'Oued M'zi, le plus grand Oued du sud de l'Atlas saharien, limitée au sud par une large zone pastorale qui s'étend jusqu'au Bordj de Tilghemt et s'étale sur une superficie de 400 km². La ville forme deux amphithéâtres qui se font face, sur les flancs de deux mamelons du djebel Tisgarine allongés dans le sens du nord-est au sud-ouest, et dont les sommets sont distants l'un de l'autre d'environ 1800 mètres, c'est entre ces deux mamelons que les canaux d'irrigation, amènent au moyen d'un barrage de 300 mètres de long sur 10 de large et 3 de profondeur, les eaux de l'oued M'zi et alimentent l'ancien ksar de Laghouat dans sa petite largeur. (Benkouider, et al. ; 2006).

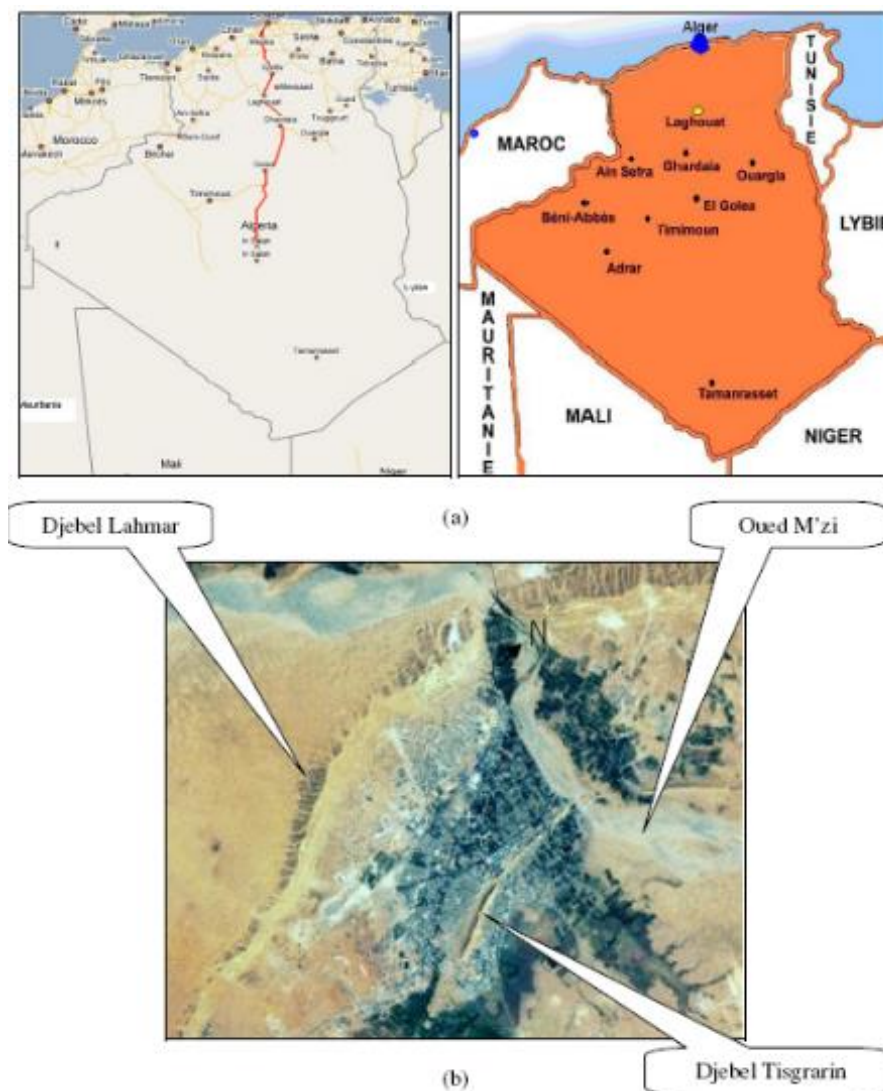


Figure III.1 : (a) Localisation de Laghouat, (b) Ville de Laghouat : Donnée Navteq/teletlas, d'après map yahoo/map info à refaire

III.1 Situation géographique

La commune de Laghouat est située sur l'axe de la Route Nationale N°01 reliant Alger au Sud du pays, elle se trouve à 410Km d'Alger, à 390km d'Ouargla et à 190 km de Ghardaïa et de 110 Km de la wilaya de Djelfa.

Nouveau promu – 1975 en qualité de chef-lieu de Wilaya. La commune de Laghouat dans son contexte national est chef-lieu de wilaya est structurée en :

- Un centre urbain (Laghouat) ;
- Une zone agricole (Bordj Senouci) ;
- Une vaste zone steppique (au nord de Laghouat) ;

Elle classe comme la plus importante commune de sa wilaya comme l'indique le tableau suivant :

Tableau III-1 : Classification territoriale de la commune de LAGHOUAT

	classement	nombre
Population	1 ^{ère}	144 747 hab.
Superficie	18 ^{ème}	400 km ²
Densité	1 ^{er}	362 hab/km ²

Les limites administratives sont partagées par plusieurs communes de la wilaya à savoir :

- ✚ **Au Nord** : commune - SIDI MAKHLOUF,
- ✚ **A l'ouest** : commune de TADJMOUT
- ✚ **Au Sud** : commune de Bellil
- ✚ **A l'Est** : commune d'ELASSAFIA

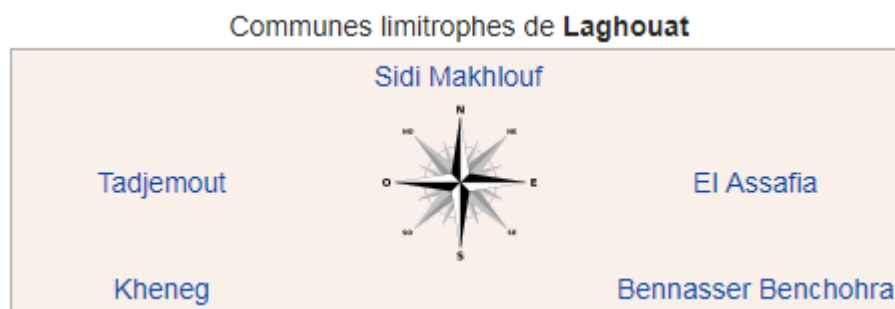


Figure III.2 : Communes limitrophe de Laghouat

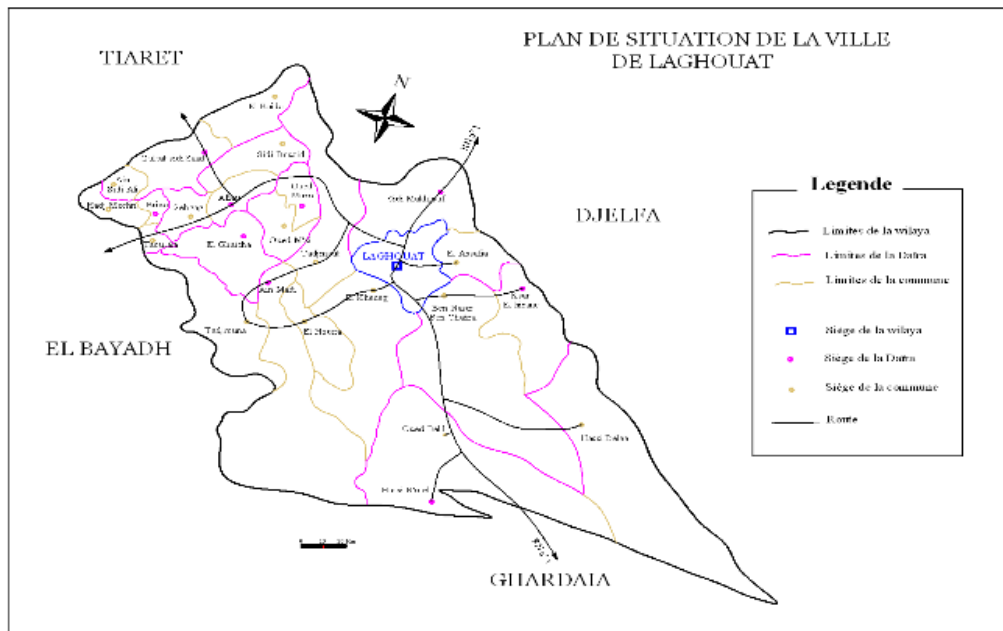


Figure III.3 : Plan de situation de la ville de Laghouat

III.2 Situation topographique

La commune de LAGHOUAT accuse deux profils topographiques distincts l'un de l'autre.

Au Nord :

La commune conserve une topographie générale caractérisée par le pied de contre fort du DJEBEL AMOUR, maillon de l'Atlas Saharien (altitude de 1000 à 1700m avec une pente de 12.5 à 25 %) ce sont en générale de hautes terres du genre steppique d'occupation pâtura gère, habillées d'une couverture végétale essentiellement constituée de plants d'alfa et de pâturage.

Au Sud :

Partie des terres parcourues par le lit de OUED - M'ZI, en pente douce (altitude de 700 à 1000 m, et d'une pente de 0 à 3%) jusqu'à l'extrémité sud de la wilaya prenant Contact avec le Sahara, est caractérisée par une partie des désertique plate, recouverte en grande majorité par des sables.

La ville de LAGHOUAT se situe à une altitude de 760 mètres, entourée par des chaînes de montagne aussi bien du côté Nord que du Sud créant le chemin de parcours ou nids de deux oued « M'ZI et MESSAAD », ce qui partage le site en deux types de sol, les parties longeant les pentes des chaînes de montagne et les terrains bas des jardins.

III.3 Climatologie

Déoulant du relief, le climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches.

Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre 150 mm au Centre et 50 mm au Sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable. (Wikipédia).

Tableau III-2 : Données climatiques de Laghouat – Algérie

Données climatiques de Laghouat - Algérie													
Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne(°C)	2	4	7	9	13	18	21	20	17	12	6	3	10,9
Température maximale moyenne (°C)	13	15	18	23	26	32	36	35	30	24	17	13	23,4
Précipitations (mm)	7	14	12	16	15	10	1	107	18	18	15	5	238

III.4 Situation géologique

Le Nord-Ouest est occupé par les dernières pentes du DJEBEL -LAHMAR avec la présence d'accumulation de sable par endroits.

Les régions SUD-EST et NORD-OUEST sont constituées par des formations marno-calcaire appartenant au système crétacé supérieur (Secondaire).

La ville se compose de deux parties coupées par un massif calcaire de direction Sud- Ouest et Nord- Est, elle est bâtie sur des accumulations et des dépôts quaternaires (marne).

LAGHOUAT est érigée entre le KEF ESSADIKIA (830 mètres d'altitude) l'Ouest et le Kef SERIDJA. (790 mètre d'altitude) au Nord séparée par une profonde échancrure.

III.5 Situation démographique :

La population communale accuse une évolution continue par un accroissement très rapide au niveau de naissances qui est généralisé chaque année par plus de 2525 nouveau nés Cette croissance est en majeure partie due à l'évolution du nouveau de vie des population engendré par une mutation des traditions rurales aux traditions citadines et urbaines ainsi que le développement du secteur sanitaire aidant la mortalité régresse.

La population à la fin de l'année 2015 représente un chiffre de l'ordre de 166182 habitants, le rythme d'une évolution rapide se poursuivra pendant cette décennie, ainsi que le facteur de l'exode rurale nourrissant une évolution par solde migratoire, qui constitue un élément d'accroissement important dans la population communale de LAGHOUAT, la population de 2017 est quant à elle estimé à 176303 habitants.

Tableau III-3 : Evolution de la population entre 1987/2017

Horizon	1987	1998	2004	2005	2006	2015	2017
Population	69435	104630	122701	126295	128821	166182	176303
Taux d'accroissement	2.66	3.07	2.92	2.01	2.87	3.4	3

L'évolution de la population suit la loi des accroissements finis basée sur un taux d'accroissement moyen annuel $t=2.87\%$. Il est donné par la formule ci-dessous :

$$P_n = P_0 (1+t)^n$$

Où : P_n : Population future à estimer ;

P_0 : Population de l'année de référence ;

t : Taux d'accroissement ;

n : Nombre d'années entre les deux horizons.

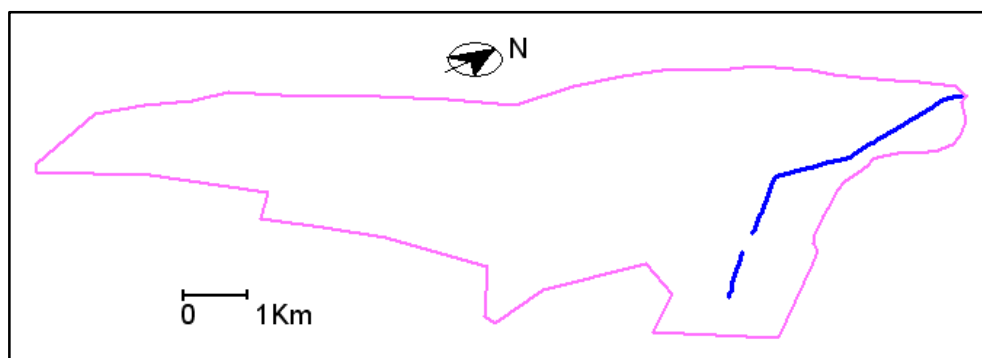
L'évaluation de la population ; selon les différents horizons est estimée comme suit :

Tableau III-4 : Estimation du nombre d'habitants

Horizon	2017	2020	2025	2030	2035
Population	176303	191438	220532	254048	292657

III.6 Evolution du réseau de voirie de la ville de Laghouat

Dès que l'occupation définitive de Laghouat été décidée en 1853, l'occupant avait entrepris de grands travaux destinés à rendre cette ville très forte et à en permettre le séjour aux européens. C'est ainsi que toutes les ruelles et les impasses ne tardèrent pas à disparaître et firent place à des rues plus larges permettant une circulation facile. La grande rue qui traversait jadis la ville d'est à l'ouest, fut ouverte sur une largeur de plus de cinq mètres, l'ouverture de deux grands artères dans les jardins de la ville et tous deux de sens nord-sud, l'une à la partie nord de ville, et l'autre dans la partie sud, (Mangin E., 1893).

**Figure III.4** : Réseau routier en 1886 (Benkouider, et al. ; 2006)

Ces deux voies après revêtement avec l'avenue de l'indépendance traversant la ville d'Est à l'Ouest constituent dont le prolongement constitue la première route principale, (figure III.5)

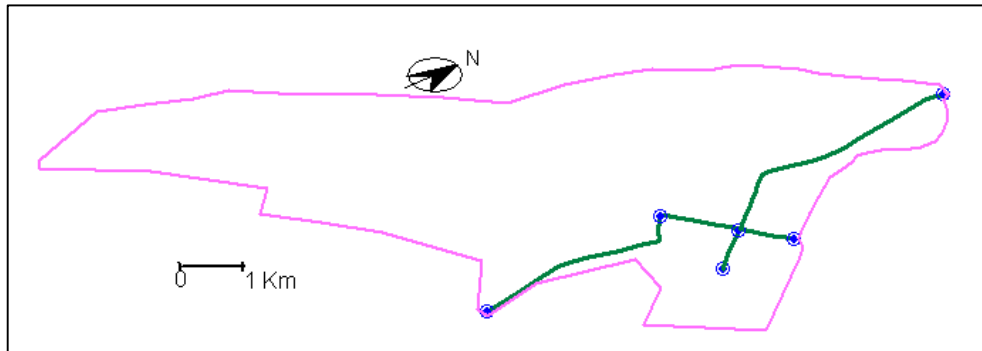


Figure III.5 : Réseau routier en 1911 (Benkouider, et al. ; 2006)

On remarque que vers l'année 1963, le réseau routier n'a pas subi un changement vu que le pays passe par un état de transition (indépendance). La route nationale est réalisée à l'extérieure de la ville, (figure III.6).

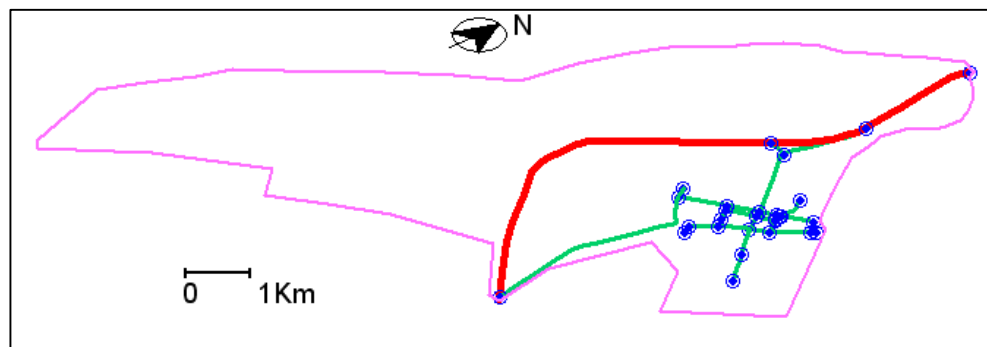


Figure III.6: Réseau routier en 1963 (Benkouider, et al. ; 2006)

La mise en place des institutions commerciales et administratives à El Mamourah du côté ouest et les institutions bancaire du côté est accentuent le réseau routier. (figure III.7).

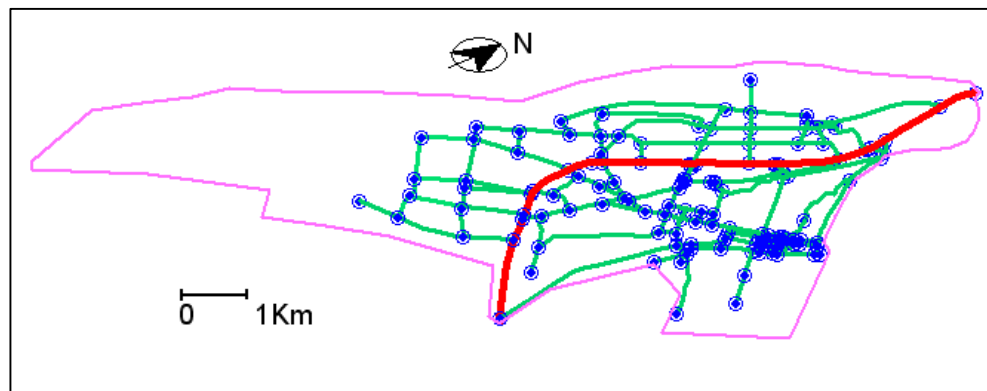


Figure III.7: Réseau routier en 2000 (Benkouider, et al. ; 2006)

Résultat de la saturation de la ville (limites naturelles : Oued M'zi, Oued M'saad et Djebel Lahmar vers le sud-ouest, la ville se développe vers l'sud-ouest, beaucoup de lotissements ont été implantés. La création de la zone industrielle constitue ainsi un nouveau pôle.

Un agrandissement sur le réseau routier des trois cités Oasis Nord, la Cité M'kam et El Mamourah donnent une idée sur la densité du réseau dans ces régions.

III.7 Voiries urbaines :

Les voies de communication traversant la commune sont divisées en (Nationales et wilaya)

A) Routes nationales :

Route Nationale N°1 du côté NORD-SUD

Route Nationale N° 23 du Côte SUD-OUEST

B) Chemins de wilaya :

Chemin de Wilaya à l'est el- ASSAFIA N° 120

Chemin de Wilaya à l'OUEST- KHNEG N° 230

Les grands ensembles industriels et commerciaux, culturels et sportifs et éducatifs, sont concentrés dans la commune de LAGHOUAT.



Figure III.8: Réseau routier et infrastructure de base

IV. Présentation du projet

IV.1 Etat actuel et problématique

La ville de Laghouat qui ne cesse de s'agrandir, a vu son parc automobile augmenter par le nombre de véhicules qui circulent dans la ville, d'où les embouteillages et les bouchons, qui perturbent la circulation automobile, ajouter à cela la pollution et le stress.

Il est clair que ces dernières années, la ville de Laghouat est devenue une plaque tournante en matière de trafic routier, et ce par sa position géographique qui lui donne une certaine importance, d'où l'afflux important de véhicules qui transitent par elle.

Dans le domaine de la gestion du trafic routier, le concept de carrefour, comme solution à ce type de problème, refait surface dans une version plus moderne que l'on peut adapter au milieu.

Le carrefour se trouve dans une zone urbaine, très sollicité par les usagers, ce qui a conduit à sa saturation depuis des années.

Pour tous cela, une étude de circulation du carrefour est indispensable afin de trouver des solutions pour assurer une meilleure fluidité du trafic et plus de sécurité pour ses usagers avec une réduction des temps de parcours.

La problématique est un manque de fluidité de la circulation aux heures de pointe sur l'anneau au niveau des intersections des flux d'entrée et de sortie ; avec l'augmentation annuelle du nombre d'automobiles.

IV.2 Situation du projet

Après l'extraction de l'image satellitaire de la zone d'étude, on observe qu'elle est placée au centre de mouvement socioéconomique de la ville, c-t-d elle connectée avec les grandes axes de circulation, par exemple :

Axe 1 : Sur RN01 en 2x2voies ; partie de la transsaharienne qu'elle tranchée la ville de Laghouat du côté nord est au côté sud.

Axe2 : Entrée et sortie de l'université de Laghouat ; soit les établissements d'études ou les cités de résidences.

Axe 3 : Du giratoire vers le boulevard de CFA et la zone voisine.

Axe 4 : Sur les deux sens entre la zone d'oasis nord et le giratoire.

Axe 5 : Entrée et sortie de future projection de la mosquée pole de Laghouat.



Figure IV.1 : Implantation de la zone d'étude sur la carte de la ville de Laghouat



Figure IV.2 : Aire de projet

IV.3 Sollicitation du réseau routier et voiries dans la zone d'étude

La zone d'étude est constituée d'un grand rond-point de circulation entre les zones voisines d'agglomérations et les axes principales de voiries urbaines ainsi que la route nationale N°01 qui est un axe de la route transsaharienne).

La RN01 est un axe d'échange socio-économique entre le Nord et le Sud, elle fait une grande partie de trafic de transit de la zone d'étude

La population de la ville de Laghouat est toujours en mouvement à cause des déplacements vers les lieux de travail ou différentes activités de vie (université, administrations, hôpital,).

Les déplacements importants des véhicules entre différentes zones de la ville de Laghouat passent par la zone d'étude vu la position géographique du carrefour (position en milieu de la ville) et la forme géométrique de la RN01 (chassée en 2 x 3voies).

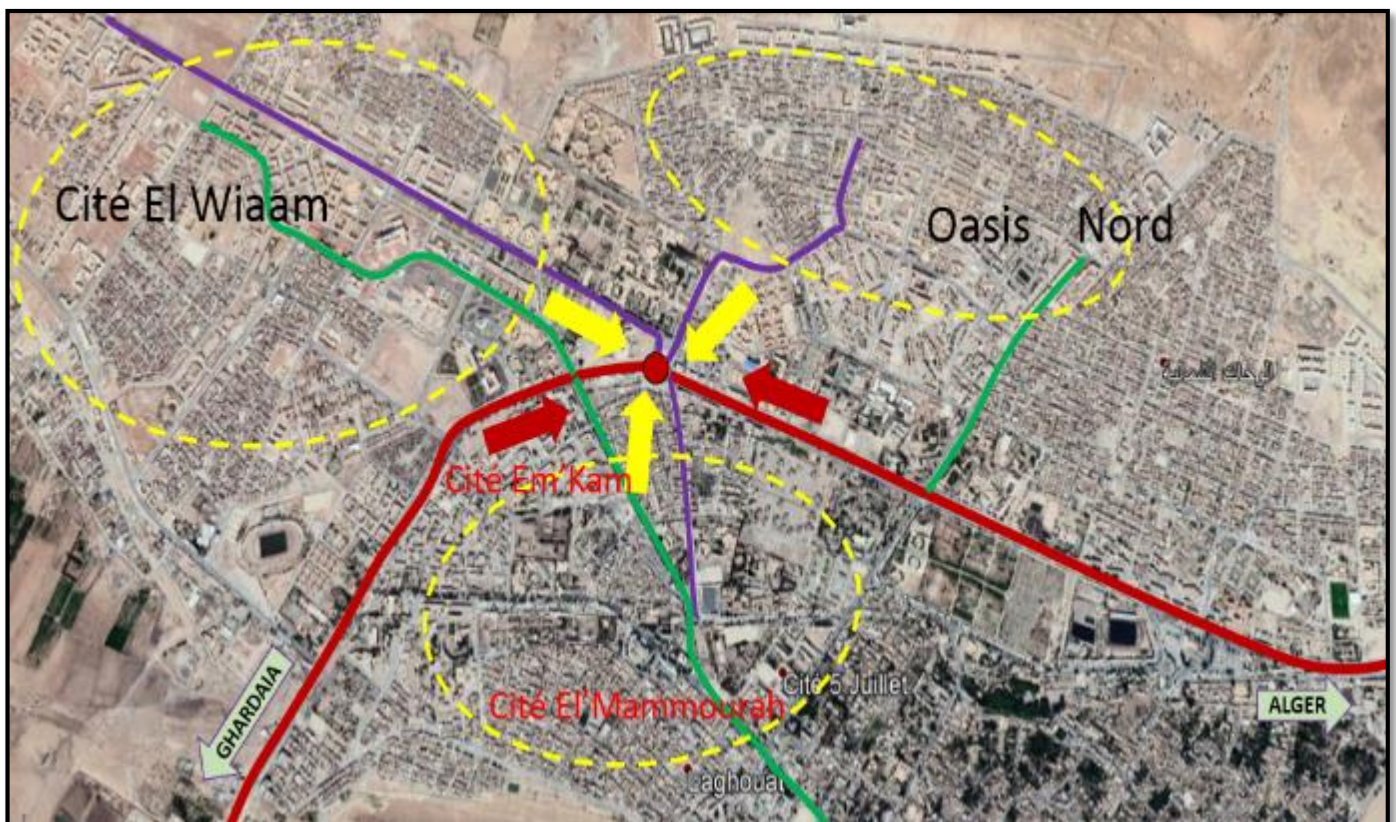


Figure IV.3 : Présentation des axes sollicitant l'échange de trafic dans la zone d'étude

IV.4 Historique du carrefour

La zone d'étude, carrefour giratoire objet de notre mémoire a passé par plusieurs aménagements.

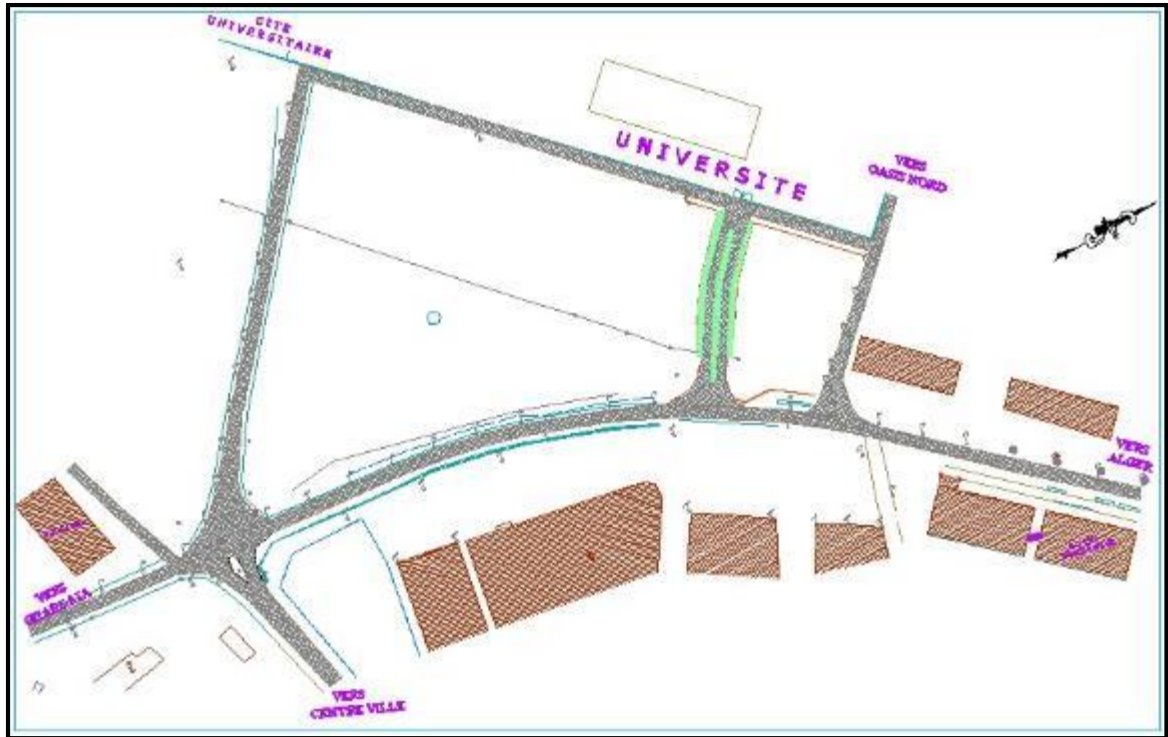


Figure IV.4 : Vue en plan de l'état de la zone d'étude en 2004

IV.5 Etat initial de la zone d'étude

IV.5.1 Description de l'état de site

La zone du projet se situe dans la province de la commune de Laghouat.

Le site du projet s'étend du carrefour d'EL M'KAM à la trémie du JARDIN BOUTANIQUE sur RN01, et entre la cité d'EL M'KAM au l'université de Laghouat. Le projet placé sur l'axe de la RN01, et en face de l'université de Laghouat.

IV.5.2 Etat géométrique actuel du carrefour

Le présent carrefour a étudié est un giratoire composé de :

- Un ilot central de forme circulaire de 32 m de diamètre ;
- Deux branches de la RN01 en 2x2 voies ;
- Une branche en 2x2 voies menant vers l'université ;
- Une branche en 2 voies menant vers la zone de l'oasis nord.
- Un anneau de circulation de 11 m ;

IV.5.3 Etat actuel de circulation dans la zone d'étude

La visite effectuée au niveau du site nous a permis de relever les constatations suivantes :

- Trafic important sur l'axe de la RN01 (en 2x2voies) dans les deux sens ;
- Le conflit de plusieurs flux de circulation ;
- Des conflits considérables existant aux intersections entre véhicules et piétons

résultant une situation dangereuse pour les piétons.

IV.5.3.1 Schémas de circulation

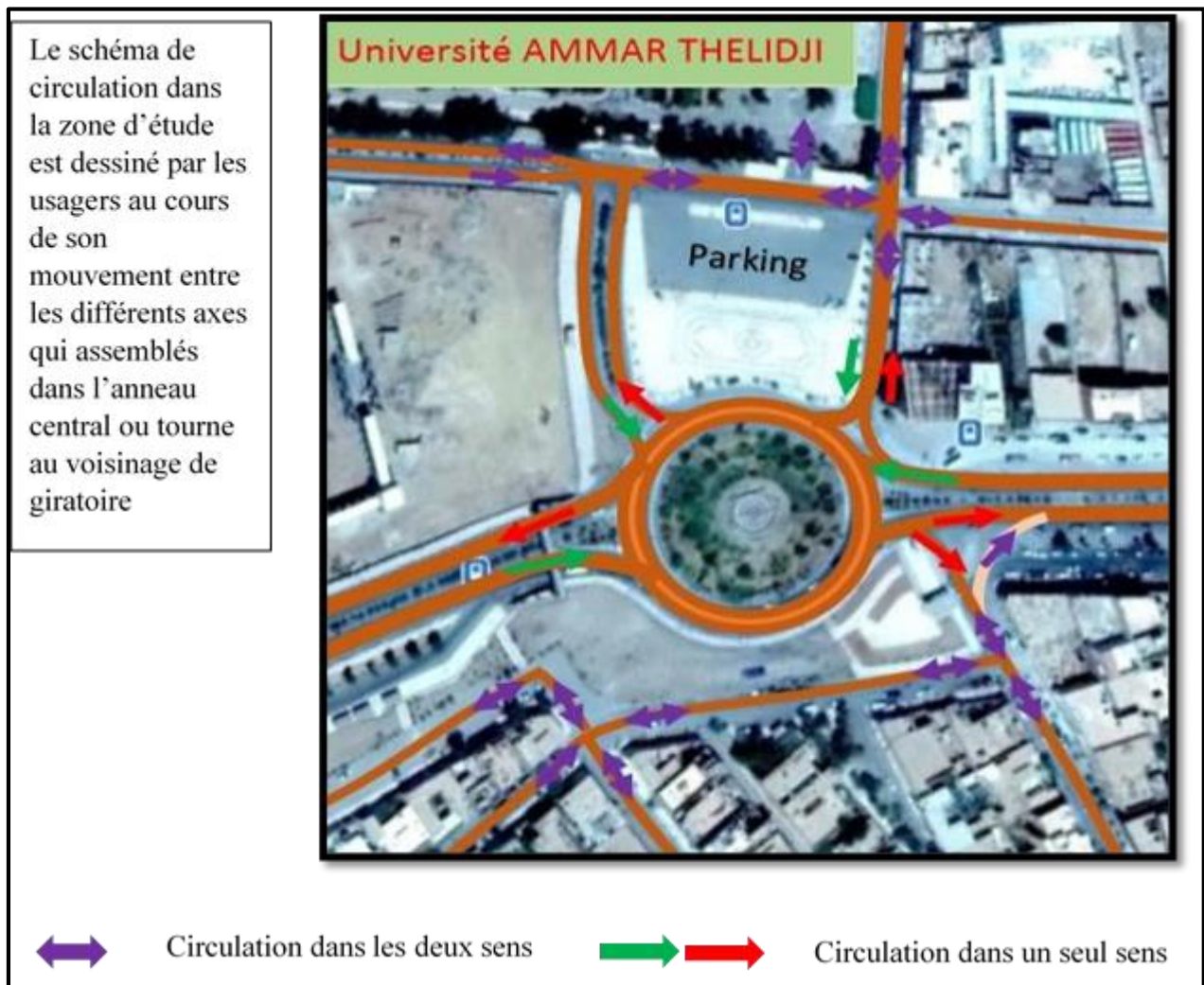


Figure IV.5: Schéma de circulation dans la zone d'étude

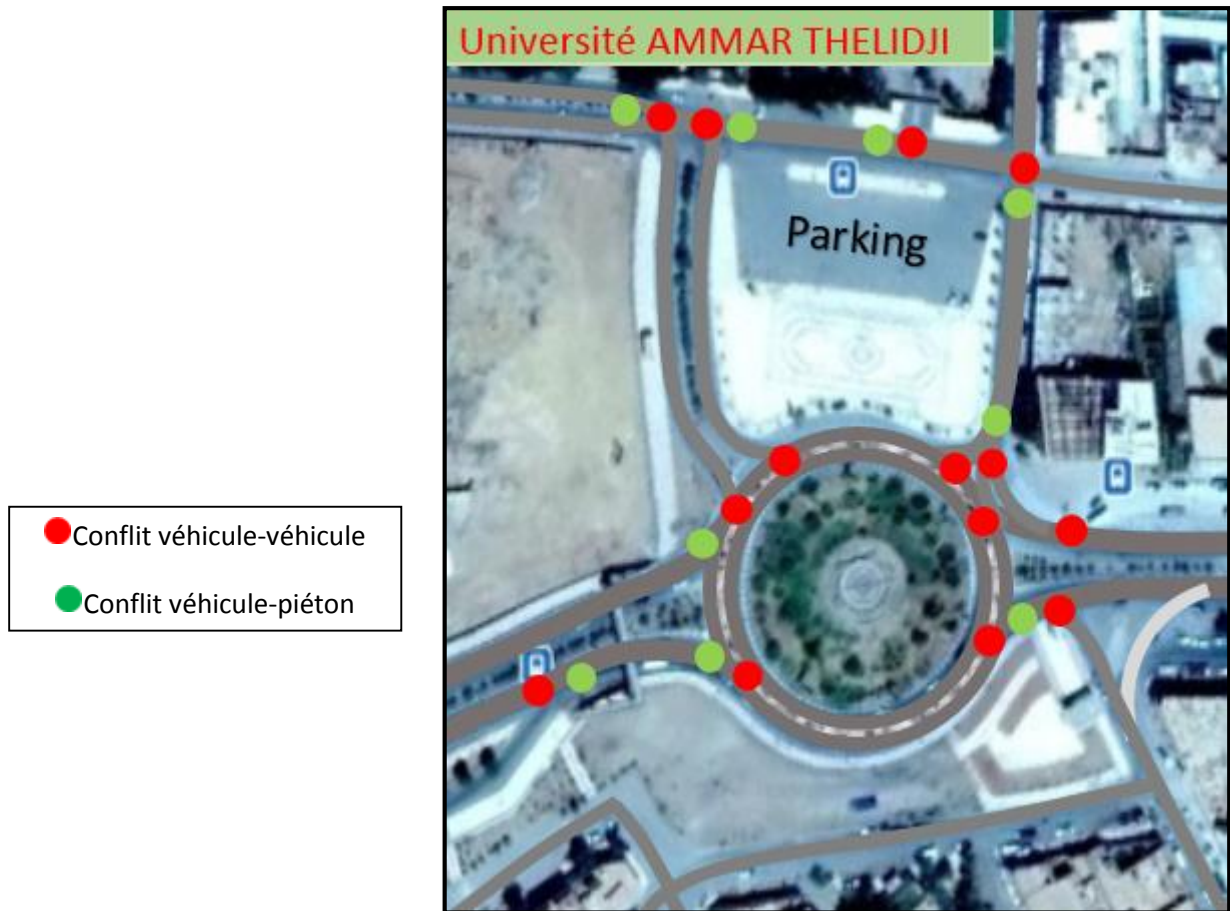


Figure IV.6 : Schéma des points de conflit dans la zone d'étude

IV.6 Conséquences de la circulation actuelle sur l'utilisateur et les collectivités

IV.6.1 Accidents de la circulation :

Les accidents de circulation sont dus généralement à :

- la mauvaise visibilité ;
- l'importance du trafic ;
- conflit de décrochement entre les axes sortants et entrants de l'anneau central ;

IV.6.2 Perte de temps :

Au niveau du carrefour, les bouchons sont pratiquement toute la journée aux heures de pointe, ce qui cause une perte de temps considérable.

IV.6.3 Toxicité et usure moteur :

La toxicité que provoque le moteur et l'usure de celui-ci dépendent des conditions de travail, le seuil critique est atteint lorsqu'il y'a d'une part une succession d'accélération et de freinage et d'autre part lorsque le moteur fonctionne selon un régime à vide, ce qui provoque un dégagement intense de fumée qui crée plus de Pollution de l'environnement ;

IV.6.4 Consommation de carburant :

La consommation de carburant est l'une des plus importantes préoccupations d'un conducteur en raison de l'augmentation croissante du prix du carburant. En plus, la consommation est très élevée à faible vitesse et même à grande vitesse, de l'accélération et du freinage, ce qui est le cas dans les encombrements urbains.

IV.7 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de désengorger la circulation. C'est-à-dire d'augmenter la capacité et la qualité du service du carrefour au voisinage de l'université de Laghouat.

Tous cela se traduit par :

- 1) Assurer la fluidité de la circulation.
- 2) Réinstaurer une entrée principale (université de Laghouat).
- 3) Réduire le nombre d'accidents.
- 4) Mettre les usagers en sécurité.
- 5) Réduire le temps de parcours sur le giratoire.

IV.8 Collecte des données

La collecte des données a été effectuée par deux méthodes :

- a- Par observation ou enquête directe sur terrain.
- b- Soit par le biais des différents services de wilaya et des bureaux d'études.

Les données qui sont collectées nous aident à bien interpréter la situation de la zone d'étude :

- 1) Les données géotechniques du projet voisin (Masdjid pole) ;
- 2) Les données des réseaux de base souterrains ou aériennes.
 - Le réseau électrique.
 - Le réseau de gaz.
 - Les conduites de l'eau potables.
 - Les conduites des eaux usées et eaux pluviales.

IV.8.1 Réseau de conduites d'eau potable

D'après le service de gestion des eaux, elle nous fournit un plan des conduites de l'eau potable qui sont traversés ou ajuste la zone d'étude.

Les conduites sont de types différents soit des :

- Conduites en PVC Ø160 ; PVC Ø90 ; PE Ø63 ;
- Conduites en AMC Ø300 ;
- Conduites en cuivre.

Nous pouvons voir dans la photo de la (figure IV.7) les deux conduites principales qui franchissent l'îlot central de giratoire et longent la chaussée de la RN01.



Figure IV.7 : Schéma des conduites d'eau potable dans la zone d'étude

IV.8.2 Réseau de conduites des eaux usées et des eaux pluviales

Pour les réseaux des eaux la zone d'étude est traversée par un réseau des eaux usées (figure IV.8) en trait plein bleu avec une conduite de diamètre $\phi 800$ et un réseau des eaux pluviales en trait discontinu.

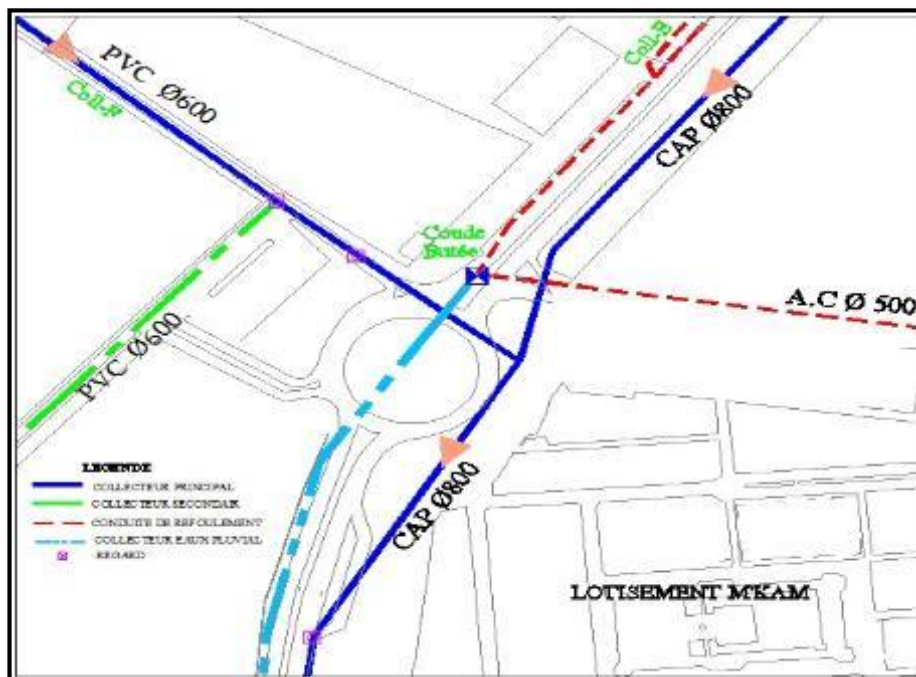


Figure IV.8 : Réseau de conduites des eaux usées et des eaux pluviales

IV.8.3 Réseau des lignes électriques et de conduites de gaz

Suivant les données qui nous ont fourni les services de SONELGAZ, les lignes électriques et les conduites de gaz qui traversent la zone d'étude sont présentées dans la (figure IV.9) suivante.

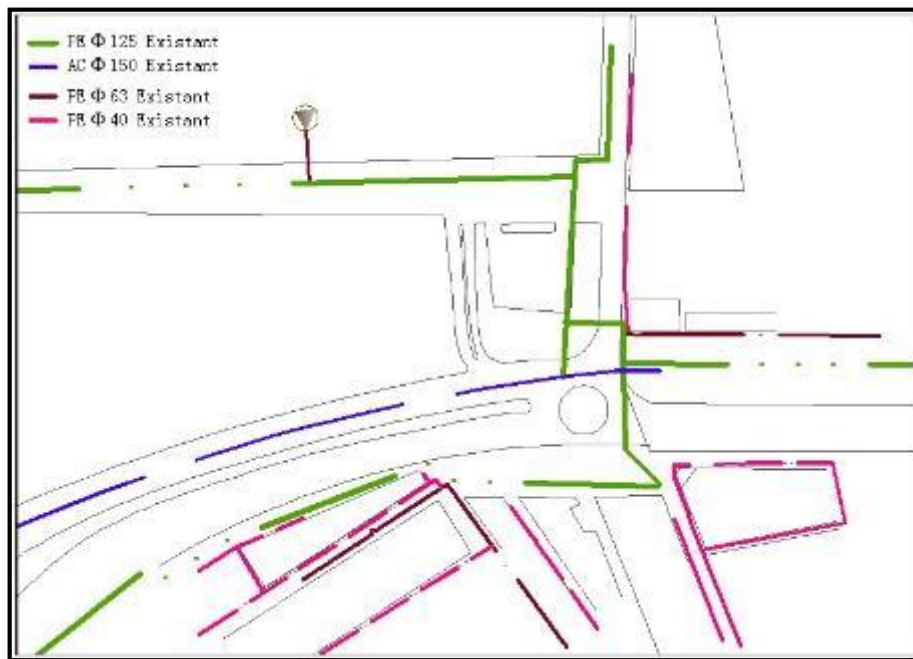


Figure IV.9 : Schéma de conduite de GAZ dans la zone d'étude

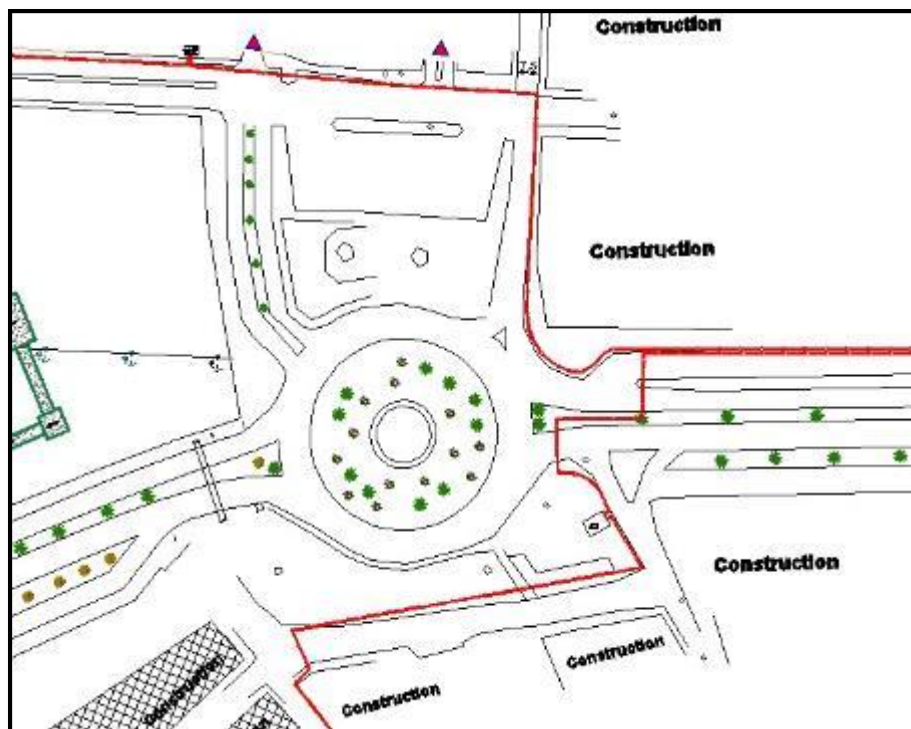


Figure IV.10 : Schéma des lignes électrique dans la zone d'étude (30 KV - souterrain)

Partie III
Etude du projet

V. Travaux sur le terrain

V.1 Etude topographique

Les données topographiques sont nécessaires afin de matérialiser le relief de la plateforme, à cet effet et vu l'indisponibilité des données topographiques nous étions contraint de les réaliser nous-même en utilisant les moyens matériels appropriés. Dans ce contexte nous avons réalisé les opérations suivantes :

- 6) L'implantation des stations et le levé de la polygonale de base.
- 7) Le levé de toutes les contraintes physiques sur la plateforme.
- 8) Le traitement de données topographiques obtenues.

Le levé topographique concerne :

- 9) La RN01 en 2 x 2 voies.
- 10) Les voiries et les bretelles de la zone à étudier.

L'ensemble de ces levés ont été effectués en coordonnées X, Y, Z.

Le levé général devant matérialiser le paysage actuel du site.

Tous les détails rencontrés sur le site du projet et dans son voisinage immédiat ont été levés. Il s'agit notamment :

- 11) Des bornes de lotissement ;
- 12) Des routes et pistes existantes.
- 13) Des regards de visite.
- 14) Des candélabres et supports de réseaux électriques et téléphoniques
- 15) Des kiosques.
- 16) Des caniveaux existants.

Le levé a été rattaché au nivellement général du Laghouat et traité sur ordinateur à l'aide des logiciels AUTOCAD et PISTE.

Le levé est représenté sur la figure V.1

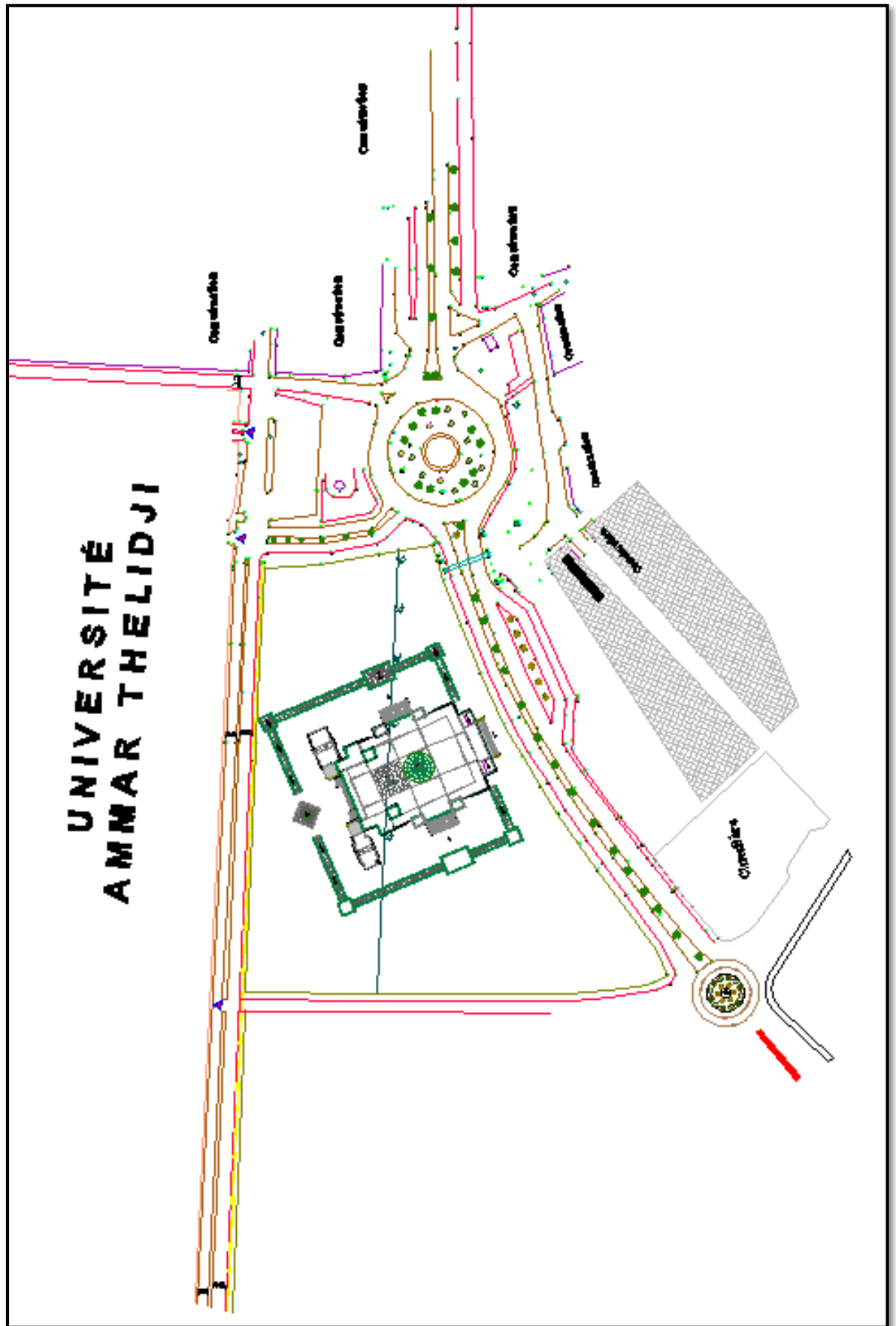


Figure V.1 : Vue en plan de l'état actuel de la zone d'étude

V.2 Etude géotechnique

V.2.1 Essais de laboratoire

Le nombre et le choix d'essais à effectuer dépendent de la nature géologique des faciès rencontrés et l'homogénéité du terrain. A cet effet et pour apprécier les caractéristiques géotechniques du sol de fondation du projet, des échantillons prélevés à différentes profondeurs ont été soumis aux essais d'identification et mécaniques en laboratoire, tel que :

V.2.1.1 Essais physiques

- Densités apparentes (sèches et humides) ;
- Teneurs en eau naturelle ;
- Limites d'ATTERBERG ;
- Analyse granulométrique.

V.2.1.2 Essais mécaniques

- Essais de cisaillement rectiligne.
- Essais compression simple sur carottes.

V.2.1.3 Analyses chimiques

- Taux de carbonates ;
- Taux de sulfates.
- Taux des insolubles

V.2.1.4 Interprétation

Les résultats obtenus pour chaque faciès peuvent être présentés comme suit :

V.2.1.4.1 Dépôt alluvionnaire

Ce faciès rencontré en haut des sondages et qui s'étale sur une épaisseur moyenne de 5.00m ; a fait l'objet des analyse sus cité :

V.2.1.4.1.1 Essais Physiques

a- Densité apparentes (sèche et humide)

Les densités apparentes (sèche et humide) mesurées sur des échantillons de ce faciès sont dans les intervalles suivants :

- La densité sèche γ_d entre 1.81 et 2.24 t/m³
- La densité humide γ_h entre 1.67 et 2.21 t/m³

b- Teneur en eau naturelle

Les teneurs en eau mesurées varient de 2.40 à 7.68 %

c- Analyse granulométrique (NF P 94-056, Mars 1996)

L'analyse granulométrique effectuée sur des échantillons prélevés de ce faciès a montrés la distribution granulaire suivante :

Tableau V-1 : Distribution granulaire

%Gravier	%Gros Sable	%Sable Fin	%<0.08mm
Entre 06 et 24	Entre14 et 33	Entre 11 et 62	Entre 6 et 25

Ces valeur caractérisent un sable fin à grossier peu limoneux

N.B : Il est à noter que l'analyse granulométrique n'a été effectuée que sur la fraction inférieure à 10mm.

d- Limites d'Atterberg (NFP 94-051)

Les mesures des limites d'Atterberg effectuées sur la fraction inférieure à 0.4 mm, ont révélé les paramètres suivants :

- Limite de liquidité varie de 19 à 27 % ;
- Limite de plasticité varie de N M à 21 % ;
- L'indice de plasticité varie de N M à 6 %

D'après le diagramme de Casagrande la fraction fine de faciès analysé correspond à un sable limoneux peu plastique.

V.2.1.4.2 Essais mécaniques**a- Essai de Cisaillement Rectiligne (N F P94-071-20, AOUT1994)**

Des essais de cisaillement rectiligne type UU, ont été effectués sur des échantillons prélevés de ce faciès.

Les caractéristiques intrinsèques moyennes exprimées par l'angle de frottement et la cohésion sont :

- Φ_{uu} entre 32 et 40;
- C_{uu} entre 0.07 et 0.54 bar.

V.2.1.4.3 Analyses chimiques (Insolubles : NFP15-461, Sulfates (SO₃-2) : BS1377, Carbonates de calcium (Ca Co₃) NFP15-461)

Les analyses chimiques réalisées sur des échantillons prélevés de ce faciès ont montré les résultats suivants :

- Le pourcentage des insolubles entre 50% et 95.8%
- Le pourcentage des sulfates entre 0 % et 3.05%
- Le pourcentage des carbonates entre 1 % et 44%

Ces résultats montrent qu'il s'agit d'un sable contenant des cristaux de gypses.

Les caractéristiques physiques, mécaniques, mécanique et chimiques du faciès identifié ont montré qu'il s'agit d'un dépôt alluvionnaire composé essentiellement de sable fin à grossier graveleux à caillouteux contenant parfois des cristaux de gypse, il aussi contient une fraction fine très peu plastique et travaille beaucoup plus aux frottements.

V.2.1.5 Roche grès-calcaire

Ce faciès rencontré en milieux des sondages et qui se trouve entre 5 et 8.00m de profondeur ; a fait l'objet des analyse sus cités :

V.2.1.5.1 Analyses chimiques

Les analyses chimiques réalisées sur des échantillons prélevés des différents horizons de ce faciès ont montré les résultats suivants :

- Le pourcentage des insolubles entre 20 et 45 %
- Le pourcentage des sulfates entre 0 et 3 %
- Le pourcentage des carbonates entre 30 et 55 %

Ces résultats montrent qu'il s'agit d'une roche Greso-calcaro-marneuse contenant des cristaux de gypses.

V.2.1.5.2 Essai résistance à la compression simple sur carottes

Quatre carottes de dimensions normalisées ($H = 2 \varnothing$) ont été soumises à l'écrasement afin de déterminer la résistance à la compression du massif rocheux.

Les résultats obtenus sont :

- R_C entre 200 et 390 bars
- Densité entre 2.20 et 2.52 t/m³.

Ces résultats caractérisent une roche dure qui devient très dur en profondeur.

V.2.1.6 Complexe marno-argileux sableux

Ce faciès rencontré en bas des sondages et qui se trouve entre 8 et 11.00m, des fois entre 6 et 8.00m de profondeur ; a fait l'objet des analyses sus cité :

V.2.1.6.1 Essais physiques

a- Densité apparentes (sèche et humide)

Les densités apparentes (sèche et humide) mesurées sur des échantillons de ce faciès sont dans les intervalles suivant :

- La densité sèche γ_d entre 1.30 et 1.92 t/m³
- La densité humide γ_h entre 1.53 et 2.20 t/m³

b- Teneur en eau naturelle

Les teneurs en eau mesurées varient de 0.50 à 15.50 %

c- Analyse granulométrique :

L'analyse granulométrique effectuée sur des échantillons prélevés de ce faciès a montré la distribution granulaire suivante :

Tableau V-2 : Distribution granulaire

%Gravier	%Gros Sable	%Sable Fin	%Limon	%Argile
Entre 08 et 30	Entre 15 et 22	Entre 11 et 27	Entre 09 et 24	Entre 12 et 44

Ces valeurs caractérisent une argile sablo-limoneuse.

N.B : Il est à noter que l'analyse granulométrique n'a été effectuée que sur la fraction inférieure à 10mm.

d- Limites d'Atterberg

Les mesures des limites d'Atterberg effectuées sur la fraction inférieure à 0.4 mm, ont révélé les valeurs suivantes :

- Limite de liquidité varie de 35 à 50 % ;
- Limite de plasticité varie de 19 à 33 % ;
- L'indice de plasticité varie de 15 à 34%

Ces résultats montrent que la fraction fine possède une plasticité peu à très élevée dans le faciès marno-argileux.

V.2.1.6.2 Essais mécaniques**a- Essai de cisaillement rectiligne**

Des essais de cisaillement rectiligne type UU, ont été effectués sur des échantillons prélevés des différents sondages.

Les caractéristiques intrinsèques moyennes exprimées par l'angle de frottement et la cohésion sont :

- Φ_{uu} entre 27 et 36° ;
- C_{uu} entre 0.38 et 0.60 bar.

Ces résultats caractérisent une marne argileuse qui travaille à la cohésion et aux frottements (présence des cristaux de gypse).

V.2.1.6.3 Analyses chimiques

Les analyses chimiques réalisées sur des échantillons prélevés de ce faciès ont montré les résultats suivants :

- Le pourcentage des insolubles entre 35 et 50 %
- Le pourcentage des sulfates entre 0.5 et 2.5 %
- Le pourcentage des carbonates entre 20 et 40 %

Ces résultats montrent qu'il s'agit d'une marne parfois argileuse contenant des cristaux de gypses.

V.2.1.7 Synthèse de résultats des essais de laboratoire

L'interprétation des résultats des essais effectués au laboratoire, sur des échantillons prélevés des différents horizons rencontrés dans le terrain nous ont permis de tirer les conclusions suivante :

- Le premier faciès identifié dépôt alluvionnaire formé de sable grossier gravelo-caillouteux plus sable fin noirâtre à brunâtre plus tuf blanchâtre et qui a une épaisseur varie de 03 à 06 m.
- Le faciès identifié roche grésocalcaire, présente une bonne assise aux ouvrages spéciaux projetés dans ce terrain.
- Le faciès marneux argileux qui se trouve en profondeur, n'a pas une influence directe sur les fondations des ouvrages ordinaire par contre lorsqu'il s'agit des ouvrages spéciaux, il faut tenir compte de caractéristiques de cette argile.

Remarque

Nous avons interprété les résultats de ses reconnaissances et des essais réalisés afin de déterminer la nature et les dimensions des ouvrages à construire ; aussi cet avis n'est donné qu'à titre de conseil ou refondations.

V.2.1.8 Stabilité d'ensemble

Le terrain étudié ne présente pour l'instant aucun signe d'instabilité apparent ; mais à l'occasion des travaux de terrassement avec creusement d'une tranchée peuvent atteindre 7m de profondeur, il se peut que le talus de cette tranchée ne pourra pas tenir.

Il y a lieu de noter qu'au cours des travaux il faut soit soutenir les talus soit de leur donner une pente.

V.2.2 Fondation de l'ouvrage

V.2.2.1 Calcul du taux de travail des fondations

Le calcul du taux de travail est fait par la formule de TERZAGHI préconisée pour les fondations superficielles à bases horizontales et soumises à des charges verticales centrées

$$Q_{adm} = \gamma D + \frac{1}{F} \left[\left(1 - \frac{0.2B}{L} \right) \frac{B}{2} \gamma N_\gamma + D \gamma (N_q - 1) + \left(1 + \frac{0.2B}{L} \right) N_c \right]$$

Q_{ad} : Taux de travail de la semelle (t/m^2) ;

γ : Poids spécifique du sol = $1.85 (t/m^3)$;

D : Profondeur d'ancrage = $1.20m$;

B, L : Dimensions de la semelle (m) ;

C : La cohésion = $0.07 \text{ bars} = 0.7 t/m^2$;

F : Coefficient de sécurité = 3 ;

N_γ, N_q, N_c : Coefficients de portance donnés en fonction de l'angle de frottement φ .

En prenant le cas le plus défavorable de φ qui est égal à $32^\circ \Rightarrow \{ N_\gamma=29.8 ; N_q=23.2 ; N_c=35.5,$
et la cohésion égale à $0.07 \text{ bars} \}$.

Après tout calcul fait, on a :

Tableau V-3 : Contrainte admissible

B(m)	L(m)	$Q_{ad}(t/m^2)$	$Q_{ad}(\text{bars})$
2,00	1,00	41,27	4,13
2,40	1,00	42,37	4,24
3,00	1,00	42,93	4,29
3,50	1,00	42,38	4,24

On constate que la contrainte admissible moyenne est de 4.22 bars . A cet effet nous choisissons les dimensions $B=2.4m$ et $L=1m$ pour les fondations du mur de soutènement.

VI. Etude d'expertise et diagnostic

VI.1 Réalisation du comptage

VI.1.1 Objectif du comptage manuel

L'objectif de comptage manuel c'est la détermination des heures de pointes afin de nous permettre dans un cadre de proposition d'aménagement de bien justifier nos choix.

VI.1.2 Réalisation des comptages

Ce comptage a été réalisé par nous même avec l'aide de deux de nos collègues. L'équipe de comptage est formée de 04 éléments pour compter le trafic dans le carrefour Ce comptage a été exécuté le 15 janvier 2018. Et s'est déroulé sur une période de 7 heures de matin à 19 heures.

Les compteurs installés dans des endroits donne une bonne visibilité pour faciliter la tâche.

Les données (nombres de véhicules traverse le carrefour) sont enregistrées sur des fiches de comptage et par la suite une exploitation et une présentation graphique a été enregistrée.

VI.1.3 Etablissement des flux

La connaissance des flux d'entrée dans le carrefour ainsi que leur répartition sur les principaux sens est nécessaire pour le calcul de la réserve de capacité.

Pour simplifier le travail, on cible le comptage sur les axes les plus chargés pour prendre une idée en générale sur les heures de trafic les plus chargées, ou on a constaté que l'axe de la RN01 (2x2voies) est l'axe le plus chargé.

On réalise 02 postes de comptage (Figure VI.1) avec 02 sens pour chaque poste :

Poste 01 : RN01 - Giratoire (côté est) :

Sens 01 : Giratoire vers Alger ;

Sens 02 : Alger vers Giratoire.

Poste 02 : RN01 - Giratoire (côté ouest) :

Sens 01 : Giratoire vers Ghardaïa ;

Sens 02 : Ghardaïa vers Giratoire.

La capacité renseigne sur le rendement du carrefour et son éventuelle capacité à supporter un accroissement de trafic sans pour autant qu'il n'atteigne le seuil de saturation.

En outre, afin d'obtenir une homogénéité dans les débits obtenus, il est nécessaire de spécifier les types de véhicules ainsi que les mouvements qu'ils enduisent aux moyens de coefficients d'équivalence traduisant la gêne occasionnée par chacun de ces véhicules.



Figure VI.1: Schéma d'implantation des postes de comptage manuel

Ces coefficients permettent d'exprimer toutes les catégories de véhicules à l'aide d'une même unité, qui est l'**Unité de Véhicules Particulier (U.V.P)**.

Ces coefficients sont :

- 1 Voiture particulière, 1 Taxi, 1 Voiture Utilitaire = 1 UVP.
- 1 Transport Collectif du grand gabarit TC (autobus, autocars, ...) = 2 UVP ;
- 1 Transport Collectif du moyen et petit gabarit TC (Mini bus, Fourgon,..) = 1,5 UVP ;
- 1 Poids Lourd (grand gabarit) = 2 UVP ;
- 1 Semi-remorque = 2,5 UVP.

Les différents types de trafic franchissant le carrefour :

- P1 : Véhicules légers particuliers ;
- P2: Véhicules utilitaires (Fourgon...);
- P3 : Minibus ;
- P4 : Autocars ;
- P5 : Camions légers à 02 essieux ;
- P6 : Camions légers à 03 essieux ;
- P7 : Ensembles articulés.

VI.1.4 Résultats et Analyse fonctionnelle

Les résultats sont collectés dans des tableaux présentés par la suite, ainsi que la présentation graphique.

VI.1.4.1 Présentation des résultats de comptage en V.P

Les résultats de comptage que nous avons réalisé sont présentés dans des histogrammes par poste et par sens comme suite :

Histogramme du comptage de poste 01 – sens 01

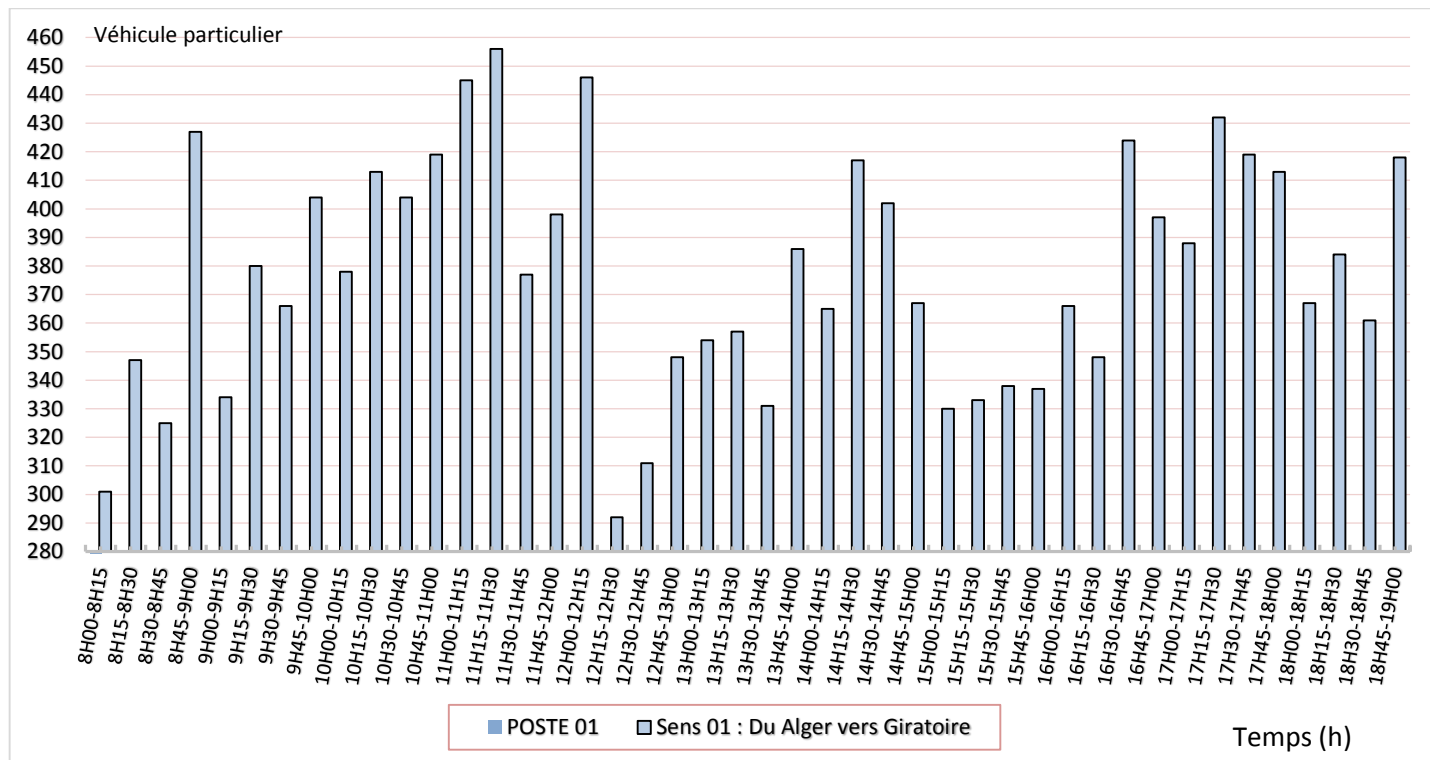


Figure VI.2: Histogramme du comptage du poste 01- sens 01

La présentation graphique donne la fluctuation horaire au trafic pendant la période d'enquête. On peut relever un débit maximum pour poste 01 sens 01 de 1724 VP relatif à l'heure de pointe (HP) 10 :30 – 11 : 30.

Histogramme du comptage de poste 01 – sens 02

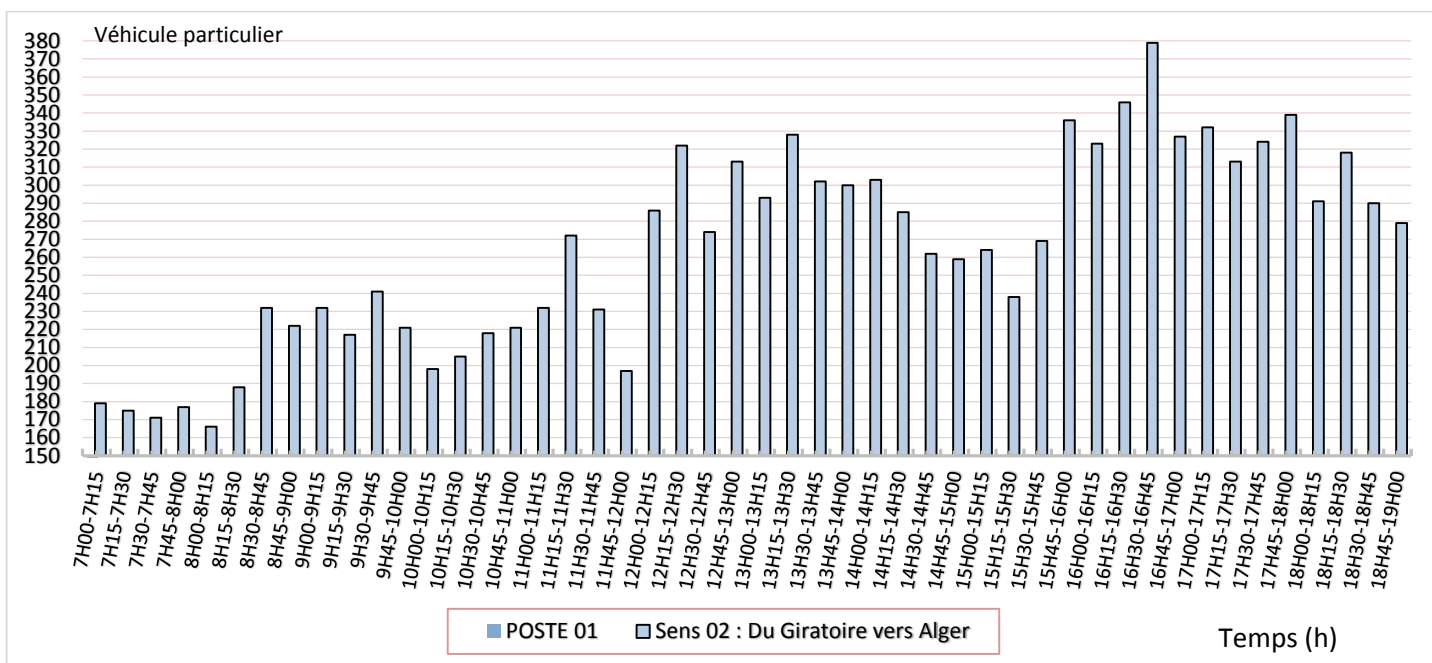


Figure VI.3 : Histogramme du comptage du Poste 01-sens02

La présentation graphique donne la fluctuation horaire au trafic pendant la période d'enquête. On peut relever un débit maximum pour poste 01 sens 02 de 1509 VP relatif à l'heure de pointe (HP) 15 : 45 – 16 : 45.

Résultat du comptage de Poste 02 – sens 01

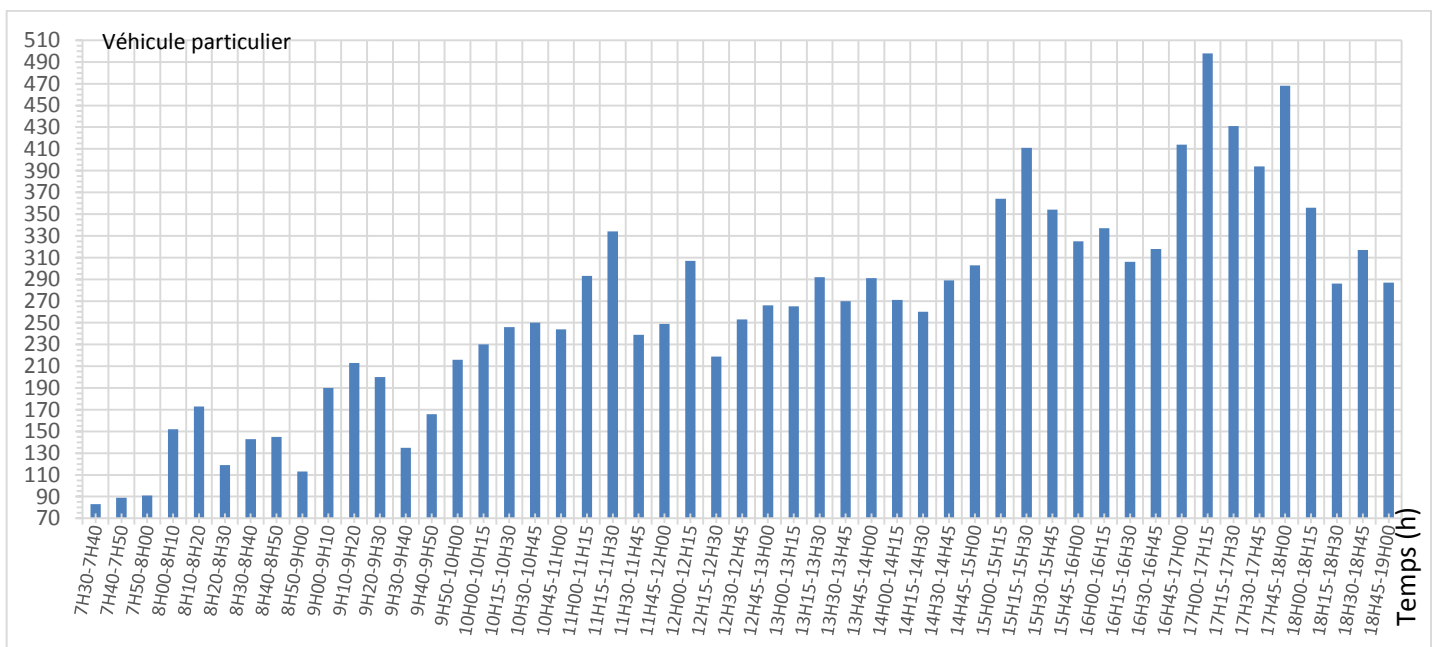


Figure VI.4 : Histogramme du comptage du Poste 02-sens01

La présentation graphique donne la fluctuation horaire au trafic pendant la période d'enquête. On peut relever un débit maximum pour poste 02 sens 01 de 1791 VP relatif à l'heure de pointe (HP) 17 :00 – 18 : 00.

Résultat du comptage du Poste 02 – sens 02

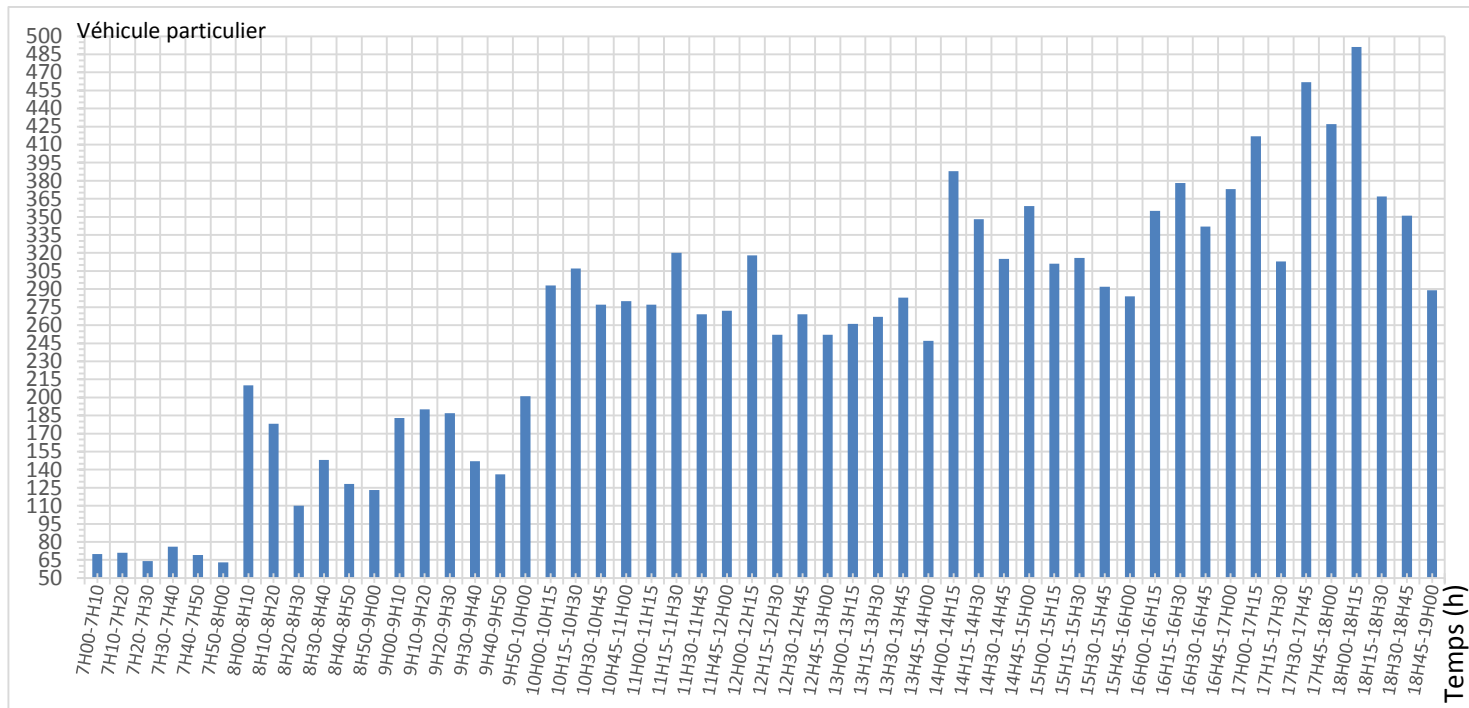


Figure VI.5 : Histogramme du comptage du poste 02- sens02

La présentation graphique donne la fluctuation horaire au trafic pendant la période d'enquête. On peut relever un débit maximum pour poste 02 sens 02 de 1880 VP relatif à l'heure de pointe (HP) 17 :30 – 18 : 30.

I.1.1.1 Comparaison entre les débits de chaque sens et fixation de l'heure de pointe

Tableau VI-1 : Comparaison des débits

	Poste 01		Poste 02	
	Sens 01	Sens 02	Sens 01	Sens 02
Heure de pointe	10 :30 – 11 : 30	15 :45 – 16 : 45	17 : 00 - 18 : 00	17 : 30 - 18 : 30
Débit en (V.P)	1724	1509	1791	1880

Après comparaison entre résultats collectés dans le tableau, on soutire l'heure de point de débit le plus élevé ; 17 :30 – 18 :30 qui correspond au poste 02 sens 02 (sens de giratoire vers Ghardaïa) avec un débit de 1880 V.P.

Cette heure est l'objet d'un comptage directionnel que nous voudrions réaliser par la suite.

VI.1.5 Conception et réalisation du comptage directionnel

VI.1.5.1 Objectif du comptage directionnel

L'objectif de comptage directionnel c'est la détermination de la répartition modal de trafic sur le giratoire pour chaque branche.

VI.1.5.2 Réalisation des comptages

Ce comptage a été réalisé par nous même avec l'aide de deux de nos collègues. L'équipe de comptage est formée de 04 éléments pour compter le trafic dans le carrefour Ce comptage a été exécuté le 15 janvier 2018. Et s'est déroulé sur une période de 17 :30 à 18 :30 heures.

Les compteurs installés dans des endroits donne une bonne visibilité pour faciliter la tâche.

Les données (nombres de véhicules traverse le carrefour) sont enregistrées sur des fiches de comptage et par la suite une exploitation et une présentation graphique a été enregistrée.

VI.1.5.3 Période de comptage

Ce comptage a été réalisé le 26 mars 2018 à l'aide de nos propres moyens en deux étapes

- Enregistrement visuel par camera pour capturer le mouvement du trafic dans le giratoire ;
- Un comptage après l'affichage de l'enregistrement sur micro-ordinateur.

Ce comptage s'est déroulé entre 17 :30 et 18 :30 heure (heure de pointe), les données (nombres de véhicules qui traverse le carrefour) sont enregistrées sur des fiches de comptage et par la suite une exploitation et une présentation graphique a été enregistrée.

VI.1.6 Etablissement des flux directionnels

La connaissance des flux d'entrée ou sortie du carrefour ainsi que leur répartition sur les principaux sens est nécessaire pour le calcul de la réserve de capacité.

05 postes ont été créés (Figure VI.6) :



Figure VI.6 Schéma d'implantation des postes de comptage manuel

Tableau VI-2: Etablissement des flux directionnels (Auteurs)

Poste	Sens
Poste 01 : RN01 - Giratoire (côté est)	Sens 01 : Giratoire vers Alger ; Sens 02 : Alger vers Giratoire.
Poste 02 : voirie vers Oasis Nord	Sens 01 : Giratoire vers Oasis Nord ; Sens 02 : Oasis Nord vers Giratoire.
Poste 03 : voirie (2x2voies) vers université	Sens 01 : Voirie vers giratoire ; Sens 02 : Giratoire vers université.
Poste 04 : RN01 - Giratoire (côté ouest)	Sens 01 : Giratoire vers Gharđaïa ; Sens 02 : Gharđaïa vers Giratoire.
Poste 05 : voirie vers CFA	Sens 01 : Voirie vers la RN01 ; Sens 02 : Giratoire vers voirie CFA.

La capacité renseigne sur le rendement du carrefour et son éventuelle capacité à supporter un accroissement de trafic sans pour autant qu'il n'atteigne le seuil de saturation.

En outre, afin d'obtenir une homogénéité dans les débits obtenus, il est nécessaire de spécifier les types de véhicules ainsi que les mouvements qu'ils enduisent aux moyens de coefficients d'équivalence traduisant la gêne occasionnée par chacun de ces véhicules.

Ces coefficients permettent d'exprimer toutes les catégories de véhicules à l'aide d'une même unité, qui est l'unité de véhicules particulier (U.V.P).

VI.1.6.1 Résultats et Analyse fonctionnelle

VI.1.6.1.1 Résultats des comptages

Les résultats sont collectés dans Les tableaux (VI.3, 4 et 5), ainsi que la présentation graphique

Tableau VI-3 : Répartition modale et directionnel des flux a H P en (UVP)

Poste	Sens	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total Débit par poste (UVP)	% par poste
01	01	43	11	0	0	1	0	0	1	56	01
	02	118	21	3	10	5	0	0	8	165	
	03	198	32	2	2	13	2	0	6	255	
	04	790	263	53	62	23	0	3	20	1214	
	05	129	20	0	0	5	0	0	11	165	
sous total 01		1278	347	58	74	47	2	3	46	1855	40.31%
02	01	83	20	3	0	1	0	0	9	116	02
	02	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
	03	10	3	0	0	2	0	0	1	16	
	04	158	39	0	6	7	0	0	11	221	
	05	73	21	0	0	3	0	0	8	105	
sous total 02		327	83	3	6	13	0	0	29	461	10.02%
03	01	186	33	0	8	2	0	0	10	239	03
	02	5	0	0	0	0	0	0	0	5	
	03	3	0	0	0	0	0	0	1	4	
	04	53	8	0	2	0	0	0	6	69	
	05	40	14	0	0	0	0	0	5	58	
sous total 03		287	54	0	10	2	0	0	21	374	8.12%
04	01	151	14	0	0	3	0	0	23	191	04
	02	854	165	48	58	22	0	5	18	1170	
	03	297	60	6	2	5	0	0	12	382	
	04	9	0	0	0	0	0	0	0	9	
	05	8	0	0	0	0	0	0	1	9	
sous total 04		1319	239	54	60	30	0	5	54	1761	38.27%
05	01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	05
	02	104	33	2	2	3	0	0	7	151	
	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
sous total 05		104	33	2	2	3	0	0	7	151	3.28%
Total Débit par type de trafic (UVP)		3315	756	117	152	95	2	8	157	4602	100%
% par type de trafic		72.04	16.43	2.54	3.30	2.06	0.04	0.17	3.40	100	

Tableau VI-4 : Répartition modale de trafic

	Poste 01	Poste 02	Poste 03	Poste 04	Poste 05	Total Débit par type de trafic UVP	%
P1	1278	327	287	1319	104	3315	72,04
P2	347	83	54	239	33	756	16,43
P3	58	3	0	54	2	117	2,54
P4	74	6	10	60	2	152	3,30
P5	47	13	2	30	3	95	2,06
P6	2	0	0	0	0	2	0,04
P7	3	0	0	5	0	8	0,16
P8	46	29	21	54	7	157	3,41
Total Débit par poste UVP	1855	461	374	1761	151	4602	
%	40,31	10,02	8,15	38,24	3,28		

Tableau VI-5 : Répartition de matrice (origine – destination) en UVP

		Destination					
		1	2	3	4	5	
Origine	1	56	165	255	1214	165	1855
	2	116	3	16	221	105	461
	3	239	5	4	69	58	375
	4	1170	382	9	9	190	1760
	5	151	0	0	0	0	151
		1732	555	284	1513	518	4602

Tableau VI-6 : Répartition proportionnel de matrice (origine – destination)

		Destination					
		1	2	3	4	5	
Origine	1	1.22%	3.59%	5.54%	26.38%	3.59%	40.31%
	2	2.52%	0.07%	0.35%	4.80%	2.28%	10.02%
	3	5.19%	0.11%	0.09%	1.50%	1.26%	8.15%
	4	25.42%	8.30%	0.20%	0.20%	4.13%	38.24%
	5	3.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.28%
		37.64%	12.06%	6.17%	32.88%	11.26%	100.00%

Nous pouvons représenter la répartition proportionnelle du trafic dans le carrefour par le graphique de la (figure IV.7)

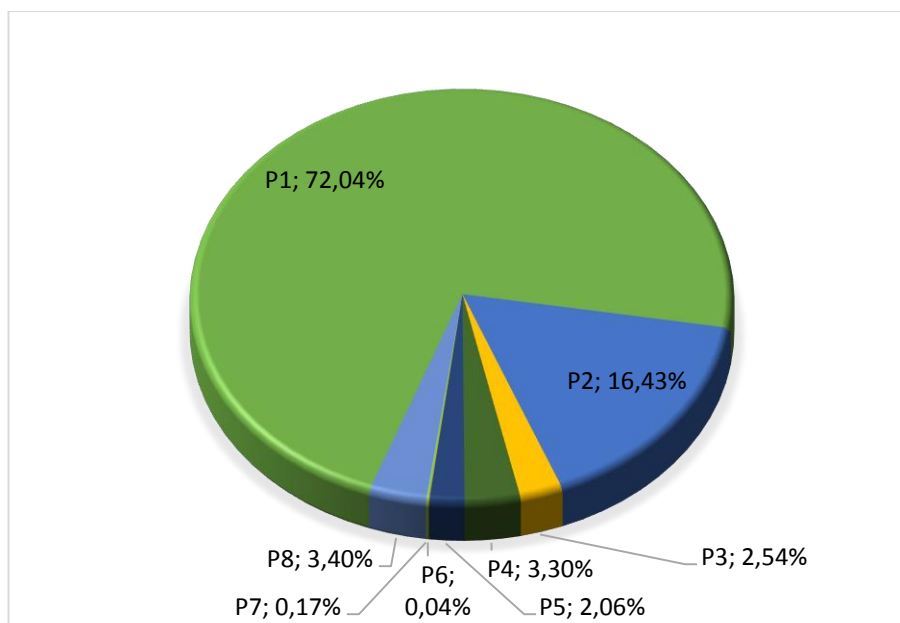


Figure VI.7 : Répartition proportionnel graphique de trafic

Tableau VI-7: Répartition de matrice (origine - destination) en UVP –après dénivellation du giratoire

		Destination					
		1	2	3	4	5	
Origine	1	56	165	255	0	165	641
	2	116	3	16	221	105	461
	3	239	5	4	69	58	375
	4	0	382	9	9	190	590
	5	151	0	0	0	0	151
		562	555	284	299	518	2218

VI.1.7 Conclusion des résultats de comptage

D'après les résultats illustrés dans les tableaux, on peut conclure ce que suit :

- Le sens le plus chargé (plus sollicité) est 1 vers 4 puis 4 vers 1.
- Le trafic total entrant de chaque branche ne dépasse pas les 1000 uvp/h à l'exception du trafic entrant des branches 1 et 4 qui sont d'ordre 1855 uvp/h et 1760 uvp/h.
- Le trafic horaire total entrant est plus de 2000 uvp /h

Donc un test de capacité est obligatoire.

VI.1.8 Calcul de la capacité du giratoire (méthode simplifiée)

VI.1.8.1 La capacité [C] :

$$C = 1500 - \frac{5}{6} Q_g \quad (=0 \text{ si } Q_g > 1800) \text{ avec } Q_g = aQ_t + bQ_s$$

« a » coefficient qui varie en fonction du rayon de l'îlot central [R], entre 0,9 si $R < 15$ m, et 0,7 si $R > 30$ m.

« b » coefficient qui varie en fonction de la largeur de l'îlot séparateur [Li], entre 0 si $Li > 15$ m, et 0,3 si $Li = 0$.

Cette méthode de calcul manuel s'applique aux carrefours giratoires, elle ne prend qu'une partie des éléments influant sur la capacité.

Le calcul se déroule de la façon suivante, on détermine :

- Le trafic entrant [Qe] ; Sortant [Qs] ; Tournant [Qt] ; de chaque branche, à partir de la matrice origine – destination (en UVP, avec un coefficient de 2 pour le PL et 0,5 pour les deux roues) ;

VI.1.8.2 La réserve de capacité [Rc] :

Pour une entrée à 1 voie est donnée par la formule : $R_c = C - Q_e$

Pour une entrée à 2 voies, la formule proposée en 1988 : $R_c = C - 0.7Q_e$ est un peu pessimiste, un coefficient de 0,6 serait mieux adapté.

VI.1.8.3 Application au projet

➤ Le trafic (entrée – sortie)

Tableau VI-8 : Répartition modale du trafic entrée de chaque branche en (VP)

Poste	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total Débit par poste (VP)	Nomination
01	1278	230	38	37	47	1	1	90	1722	a
02	327	55	2	3	13	0	0	55	455	b
03	287	36	0	5	2	0	0	41	371	c
04	1319	159	36	30	30	0	2	106	1682	d
05	104	22	1	1	3	0	0	14	145	e

Tableau VI-9 : Répartition modale du trafic sortie de chaque branche en (VP)

Poste	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total Débit par poste (VP)	Nomination
01	1227	167	35	34	28	0	2	87	1580	a
02	420	54	6	6	10	0	0	39	535	b
03	218	23	1	1	15	1	0	13	272	c
04	992	204	35	35	30	0	1	72	1369	d
05	393	45	0	0	11	0	0	90	539	e

➤ **Le trafic entrant Q_e et le trafic sortant Q_s :**

Le tableau suivant récapitule le trafic entrant, sortant et le trafic tournant sur le giratoire

Tableau VI-10 : Récapitulatif des trafics entrant, sortant et tournant

Poste	a (Alger-giratoire)	b (Oasis-giratoire)	c (université-giratoire)	d (Ghardaïa-giratoire)	e (CFA-Alger)	Totale
trafic entrant Q_e (uvp/h)	1726	440.5	352.5	1661	141	4321
trafic sortant Q_s (uvp/h)	1566.5	525.5	281.5	1364	505	4242.5
trafic tournant Q_t (uvp/h)	/	/	/	/	/	78.5

➤ **Détermination du trafic sortant équivalent $Q's$**

$$Q's = Q_s (15-L_i)/15 = 0, \text{ puisque : } L_i = 16 \text{ m} > 15 \text{ m.}$$

➤ **Détermination du trafic gênant Q_g**

$$Q_g = aQ_t + bQ_s \quad \text{Avec : } a=0,9 ; b=0 \rightarrow Q_g = 0,9 \times 78,5 = 70,65 \text{ uvp/h}$$

$$C = 1500 - \frac{5}{6}Q_g = 1500 - \frac{5}{6} \times 70,65 = 1441,125 \text{ uvp/h}$$

➤ **La réserve de capacité [RC] :**

Pour une entrée à 1 voie est donnée par la formule : $R_c = C - Q_e$

Pour une entrée à 2 voies, la formule proposée en 1988 : $R_c = C - 0,7Q_e$ est un peu pessimiste, un coefficient de 0,6 serait mieux adapté.

$$R_c = (C - Q_e)/Q_e \Rightarrow R_c = \frac{1441-4321}{4321} = -0,666\%$$

Dans ce cas R_c est négative donc le carrefour saturé, non viable.

VI.1.9 Proposition des solutions

Pour résoudre le problème de saturation du giratoire il faut donner plus d'autonomie de mouvement dans les branches les plus chargées (les deux branches sur l'axe principal en 2x2voies).

Cette autonomie peut être réalisé par la dénivellation du giratoire, et on peut citer deux variantes :

VI.1.9.1 Solution 01 en Passage supérieur :

La dénivellation d'un carrefour avec un ouvrage supérieur (figure IV.8) cette proposition est presque toujours incompatible avec l'occupation du site, les exigences de qualité de la vie urbaine et les objectifs de modernisation de vitesse, de mise en valeur et de partage de l'espace entre les divers usagers. Cette solution est envisageable sur des Voie Rapide Urbaine (VRU) de type U60 de l'ICTAVRU.

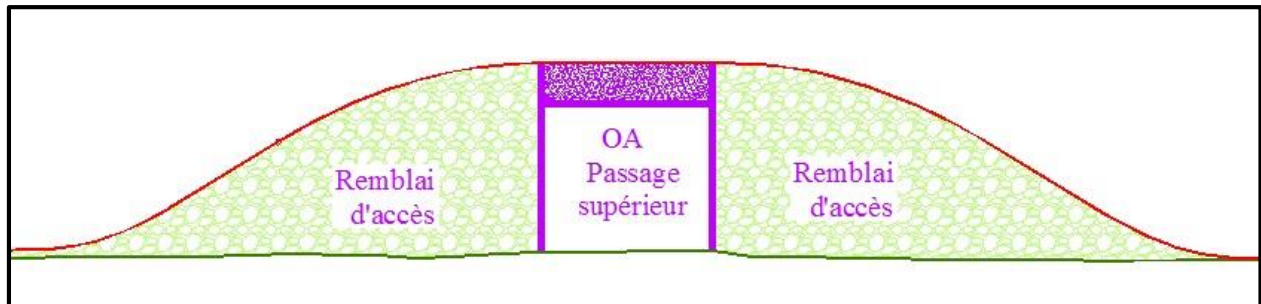


Figure VI.8: Solution par passage supérieur

➤ **Avantage :**

- Supprimer les principaux conflits existants.
- Supprimer les engagements anarchiques des usagers.
- Assurer plus de sécurité aux usagers et au piéton.

➤ **Inconvénients :**

- Cette variante réglera le problème des conflits mais le pont à un impact négatif sur l'environnement car le carrefour se situe dans une zone urbaine ; en plus ce n'est pas une solution économique.
- Les déviations du trafic pour cause de travaux.
- Réalisation difficile à cause des réseaux existants.

VI.1.9.2 Solution 02 en Passage souterrain :

La solution PS peut être examinée lorsque des courants forts, utilisant le carrefour existant, provoquent la saturation ou le dysfonctionnement de ce carrefour. La dénivellation d'un ou plusieurs courants gênants peut alors redonner un fonctionnement normal au carrefour de surface. (Figure IV.9)

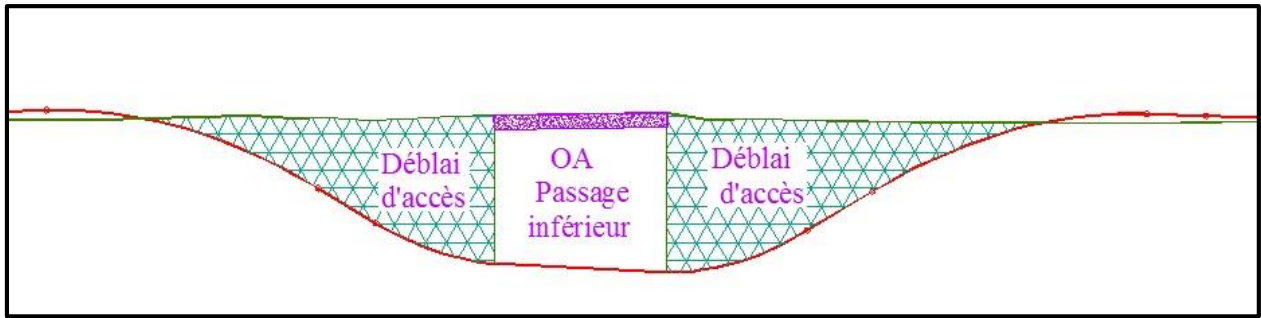


Figure VI.9 : Solution par passage souterrain

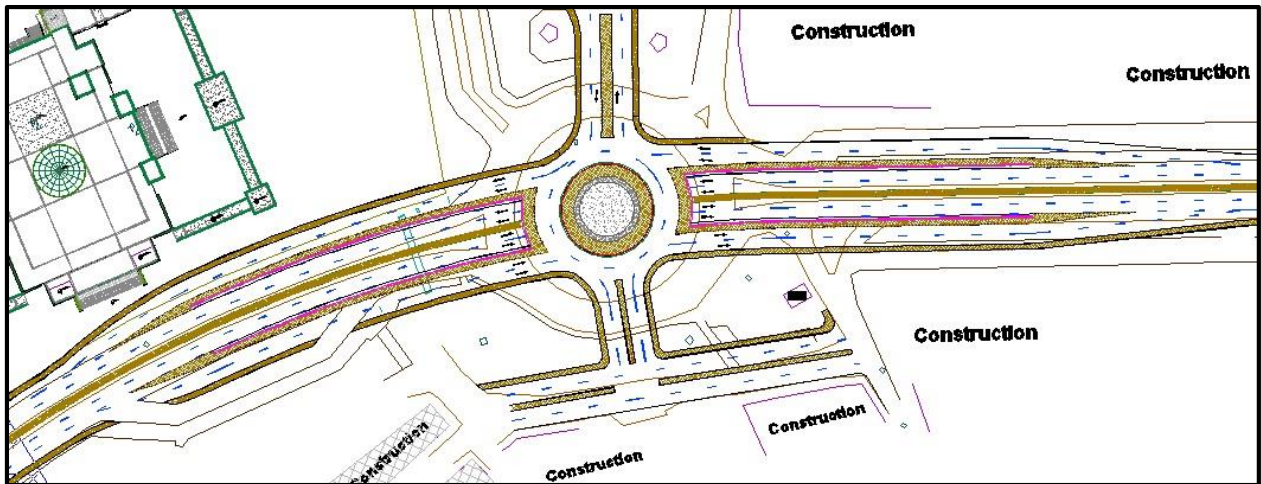


Figure VI.10: Vue en plan de conception d'aménagement proposée

➤ **Avantage :**

- Suppression des cisaillements.
- Diminuer les files trop longues.
- Une sécurité meilleure pour les usagers.
- Absorber les encombrements à la cour des jours de semaine essentiellement aux heures de pointe du matin d'ont l'importance risque de s'empirer en l'absence d'aménagements.

➤ **Inconvénients :**

- Les déviations du trafic pour cause de travaux.
- Réalisation difficile à cause des réseaux existants.

VI.1.10 Comparaison et choix entre variantes

Par rapport à la dénivellation en passage supérieur, le passage en PS s'insère plus facilement dans le tissu urbain. Il permet de limiter les nuisances acoustiques et visuelles.

La deuxième variante s'avère la mieux adaptée pour cet aménagement puisqu'elle assure une fluidité du trafic avec un niveau de sécurité plus élevé en occupant le minimum de surface.

VI.1.11 Conception et réalisation du comptage directionnel du carrefour 02

I.1.2 Objectif du comptage directionnel

L'objectif de comptage directionnel est la détermination de la répartition modale du trafic sur le giratoire pour chaque branche.

VI.1.11.1 Réalisation des comptages

Ce comptage a été réalisé par notre propre moyen, après l'emplacement des 04 jeunes compteurs sur site avec les fiche de comptage, il a été exécuté le 26 mars 2018. Entre 17 :30 et 18 :30 heures (heure de pointe)

VI.1.12 Etablissement des flux directionnels

La connaissance des flux d'entrée ou sortie du carrefour ainsi que leur répartition sur les principaux sens est nécessaire pour le calcul de la réserve de capacité.

04 postes ont été créés :



Figure VI.11 : Schéma d'implantation des postes de comptage manuel – carrefour 02

Tableau VI-11 : Etablissement des flux directionnels

Poste	Sens
Poste 01 : Giratoire	Sens 01 : Giratoire vers cité Sens 02 : Giratoire vers Oasis Nord Sens 03 : Giratoire vers université
Poste 02 : Cité universitaire	Sens 01 : Cité universitaire vers Oasis Nord Sens 02 : Cité universitaire vers université Sens 03 : Cité universitaire vers giratoire
Poste 03 : Oasis Nord	Sens 01 : Oasis Nord vers université Sens 02 : Oasis Nord vers giratoire Sens 03 : Oasis Nord vers cité universitaire
Poste 04 : Université	Sens 01 : Université vers giratoire Sens 02 : Université vers cité universitaire Sens 03 : Université vers Oasis Nord

VI.1.13 Résultats et Analyse fonctionnelle

VI.1.13.1 Résultats des comptages

Les résultats sont collectés dans des tableaux (**Tableau IV.11, 12 et 13**) présentés par la suite, ainsi que la présentation graphique.

Tableau VI-12 : Répartition modale de trafic – carrefour02

	Poste 01	Poste 02	Poste 03	Poste 04	Total Débit par type de trafic (UVP)	%
P1	562	88	459	390	1499	79.14 %
P2	30	13	92	80	214	11.35 %
P3	0	0	3	8	11	0.58 %
P4	14	6	10	4	34	1.80 %
P5	5	0	15	5	25	1.32 %
P6	6	0	0	0	6	0.32 %
P7	0	0	0	0	0	0.00 %
P8	44	13	18	29	103	5.49 %
Total Débit par poste (UVP)	661	120	597	516	1894	
%	34.90 %	6.34 %	31.52 %	27.24 %		

Tableau VI-13 : Répartition modale et directionnel des flux a H P en (UVP) – carrefour 02

Poste	Sens	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total Débit par poste UVP	% par poste
01	01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
	02	59	0	0	8	0	0	0	5	72	
	03	422	30	0	0	5	6	0	26	489	
	04	81	0	0	6	0	0	0	14	101	
	sous total 01	562	30	0	14	5	6	0	45	662	34.95%
02	01	8	2	0	0	0	0	0	3	13	02
	02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	03	10	0	0	0	0	0	0	1	11	
	04	70	11	0	6	0	0	0	9	96	
	sous total 02	88	13	0	6	0	0	0	13	120	6.34%
03	01	301	57	3	4	9	0	0	9	383	03
	02	11	2	0	0	1	0	0	0	14	
	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	04	147	33	0	6	5	0	0	9	200	
	sous total 03	459	92	3	10	15	0	0	18	597	31.52%
04	01	58	8	2	0	0	0	0	6	74	04
	02	115	9	0	0	0	0	0	8	132	
	03	217	63	6	4	5	0	0	15	310	
	04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	sous total 04	390	80	8	4	5	0	0	29	515	27.19%
	Total Débit par type de trafic UVP	1499	215	11	34	25	6	0	105	1894	100%
	% par de type de trafic	79.14%	11.35%	0.55%	1.80%	1.32%	0.32%	0.00%	5.52%	100%	

Tableau VI-14 : Répartition de matrice (origine – destination) en UVP – carrefour 02

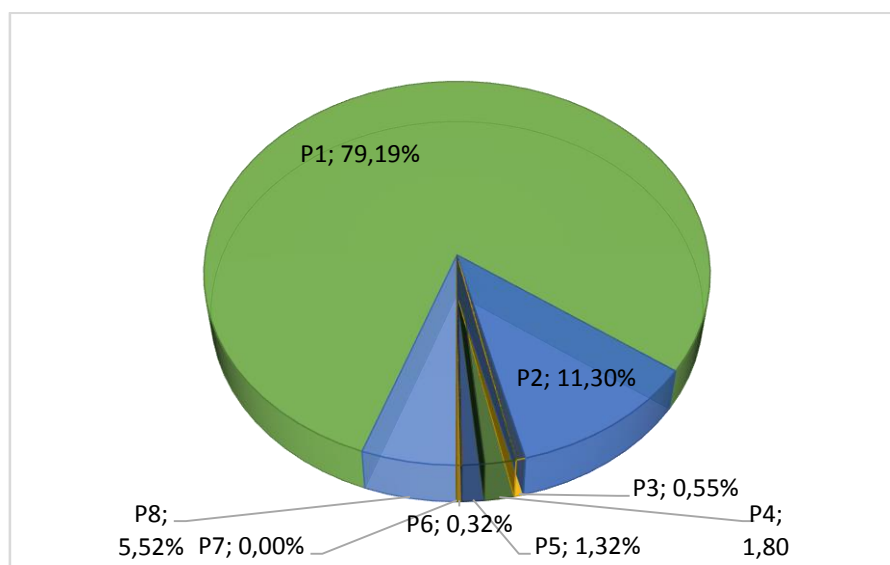
		Destination				
		1	2	3	4	
Origine	1	0	72	489	101	662
	2	13	0	11	96	120
	3	383	14	0	200	597
	4	73	132	310	0	515
		469	218	810	397	1894

Tableau VI-15 : Répartition proportionnel de matrice (origine – destination) – carrefour 02

		Destination				
		1	2	3	4	
Origine	1	0.00%	3.80%	25.82%	5.33%	34.95%
	2	0.69%	0.00%	0.58%	5.07%	6.34%
	3	20.22%	0.74%	0.00%	10.56%	31.52%
	4	3.85%	6.97%	16.37%	0.00%	27.19%
		24.76%	11.51%	42.77%	20.96%	100.00%

Tableau VI-16 : Répartition de matrice (origine - destination) en UVP -carrefour 02, après la solution 02

		Destination				
		1	2	3	4	
Origine	1	0	72	489	0	561
	2	13	0	11	0	24
	3	383	14	0	0	397
	4	0	0	0	0	0
		396	86	500	0	982

**Figure VI.12** : Répartition proportionnel graphique de trafic – carrefour 02

VI.1.14 Conclusion des résultats de comptage – carrefour 02

D'après les résultats illustrés dans les tableaux, on peut conclure ce que suit :

- Le sens le plus chargé (le plus sollicité) :
 - Poste 1 (giratoire) vers poste 3 (oasis Nord) ;
 - Poste 3 (oasis Nord) vers poste 1 (giratoire) ;
 - Poste 3 (oasis Nord) vers poste 4 (université) ;

- Poste 4 (université) vers poste 3 (oasis Nord) ;
- Le trafic horaire total entrant ($2000 > 1894 \text{ uvp/h} > 1500$), nous à guider de revoir la répartition du trafic.

VI.1.15 Proposition des solutions

Pour résoudre le problème de trafic au niveau du carrefour 02, nous ont proposé un réaménagement afin d'assurer une meilleure fluidité et garder le mouvement des véhicules toujours bien adapter avec le giratoire principal et cela en envisageant deux propositions qui sont :

VI.1.15.1 Proposition 01 ; réaménagé et garder la forme actuelle :

Si on garde la forme actuelle d'aménagement (carrefour en +), il faut crée des voies de stockage pour tourner à gauche et éliminer les files d'attente qui créent un débouchage dans les heures de pointe dans tous les sens.

Le problème de cette proposition est la surface d'aménagement parce que la voies entre le giratoire et la cité Oasis Nord est à 2 voies sans possibilité d'élargissement.

Cette solution n'est pas réalisable sans démolition de constructions voisines.

VI.1.15.2 Proposition 02 ; réaménagé par carrefour giratoire :

La solution par carrefour giratoire est plus avantageuse par apport à la première solution, parce qu'elle assure les mouvements dans tous les sens autour d'un îlot central qui fait fonction de régulateur de circulation.

Le réaménagement du carrefour peut être adapté avec le giratoire principal pour collecter et orienter la circulation entre eux.

VI.1.15.3 Comparaison et choix entre variantes

La comparaison entre les deux variantes d'aménagement n'est pas difficile si nous avons pris en considération :

- L'aspect financier : la deuxième solution ne demande pas d'expropriation du terrain.
- L'aspect sécurité et confort : le giratoire reste toujours le meilleur dans l'aménagement des intersections des voies urbain.

On conclusion ; La deuxième variante s'avère la mieux adaptée pour cet aménagement puisqu'elle assure une fluidité du trafic avec un niveau de sécurité plus élevé en occupant la surface actuelle sans démolition des construction voisines. (Voir les plans d'aménagement joints en annexe).

VI.2 Calcul de trafic :

VI.2.1 Calcul de capacité

VI.2.1.1 Les données du trafic :

D'après les résultats de calcul de trafic on a :

- Le trafic à l'année 2018 $TJMA_{2018} = 10117$ v/J
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 60$ Km/h
- Le pourcentage de poids lourds $P_L = 4\%$
- Celle-ci sera mise en service en l'année 2021
- La préparation de poids lourd reste constante toute la durée de vie de la route (20 ans).

VI.2.1.2 Calcul du trafic à l'année horizon :

On doit donc calculer la formule suivante :

$$TJMA_h = (1+\tau)^n T J M A_0$$

$TJMA_h$: trafic moyen journalier annule à l'année horizon 2041

$TJMA_0$: à l'année origine 2018

τ : le taux de croissance annuelle du trafic

$$TJMA_{2021} = (1+0,04)^3 \times 10117 = 12309 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2041} = (1+0,04)^{20} \times 10943 = 26970 \text{ v/j}$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2041} = 26970 \text{ v/j}$$

VI.2.1.3 Calcul du trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1-\tau) + PZ] T J M A_h$$

Avec : Z : pourcentage de poids lourds (4%)

P : coefficient d'équivalence (prise pour converti PL) il dépend de la nature de la route.

Tableau VI-17 : Coefficient d'équivalence P

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

Une route en environnement E1 on a ($p = 3$)

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0,04) + 3 \times 0,04] \times 26970$$

$$T_{\text{eff}} = 29128 \text{ uvp/j}$$

VI.2.1.4 Calcul du débit de pointe horaire normale :

Le débit de pointe normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon h, il est exprimé en uvp/h.

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

Avec : (1/n) coefficient de pointe prise égale 0.12 (h = 8 heures)

$$Q = 0,12. T_{\text{eff}}$$

$$Q = 3495 \text{ uvp/h}$$

VI.2.1.5 Calcul du Débit admissible :

Il est déterminé par application de formule suivante :

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

Tableau VI-18 : Valeur de K1 (B40)

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

Tableau VI-19 : Valeur de K2 (B40)

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

Tableau VI-20 : Capacité théorique du profil en travers en régime stable (B40)

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Pour E1 et C1 on a K₁= 0.75, K₂=1

Valeur C_{théo} : (capacité théorique dans les tableaux B40)

On a: C_{théo}= 1800 uvp/h \Rightarrow Q_{adm} = 0,75 x 1 x 1800 \Rightarrow Q_{adm}=1350 uvp/h

VI.2.2 Détermination du nombre de voie :

$$N=2/3 (Q/Q_{\text{adm}}) \Rightarrow N=2/3(3495/1350) \Rightarrow N=1.73$$

Donc on prend : N = 2 voies /sens

VI.2.3 Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies :

$$T_{\text{eff}} (2021) = [(1 - 0.04) + 3 \times 0.04] \times 12309$$

$$T_{\text{eff}} (2021) = 13294 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2020} = 0,12 \times 13294 = 1595 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2021} = 1595 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 3 \times Q_{\text{adm}}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 3 \times 1350 = 4050 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{\text{saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{2021} \Rightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{\text{adm}}}{Q_{2021}}\right)}{\ln(1+\tau)}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{4050}{1595}\right)}{\ln(1+0.04)} = 23,76$$

$n = 23,76 \approx 24$ ans. \Rightarrow **N = 24 ans** après 24 ans on a besoin d'ajoute la 3^{ème} voie

VI.2.4 Détermination du nombre de voie pour les voies secondaires :

Tableau VI-21 : Nombre de voie pour chaque destination

	TJMA ₂₀₂₀ (v/j)	TJMA ₂₀₄₁ (v/j)	T _{effe} (uvp/j)	Q (uvp/h)	Q _{adm} (uvp/h)	N (voies par sens)
Nouvel axe (oasis- université)	7562	16570	17895	2148	1350	1.10 \approx 2
Nouvel axe cité ELM'KAM et CFA	4669	10230	11049	1326	1350	0.65 \approx 1
Les voies latérales au niveau du passage souterrain						
Ghardaïa vers Giratoire	5318	11652	12584	1510	1350	0.74 \approx 1
Alger vers Giratoire	5778	12659	13672	1641	1350	0.81 \approx 1
Giratoire vers Alger	5066	11100	11988	1439	1350	0.71 \approx 1
Giratoire vers Ghardaïa	2695	5905	6378	766	1350	0.40 \approx 1
Les sections avant et après le passage souterrain						
Section avant le passage souterrain	16720	36634	39566	4780	1350	2.35 \approx 3
Section après le passage souterrain	15864	34760	37541	4505	1350	2.22 \approx 3

VII. Calcul et dimensionnement de la variante adoptée

VII.1 Calcul de la variante adoptée

VII.1.1 Caractéristiques de la voie principale

Le projet est basé sur certains nombre de paramètres physiques moyens choisis de telle sorte que la sécurité et le confort soient assurés dans des conditions normales d'utilisation.

VII.1.2 Profil en travers

Les dimensions des éléments constitutifs du profil en travers sont basé sur les caractéristiques de voie de de type U60, sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau VII-1 : Tableau des dimensions des éléments constitutif du profil en travers

Éléments		Valeurs
Chaussée	voie	3,50 m
	largeur totale	10,50 m
Terre-plein central	Bande médiane	0,60 m
	DBA	0,50 m
Accotement	Trottoir	Min 0,75 m
	BDD	0,50 m
Pente transversale		2,5 %

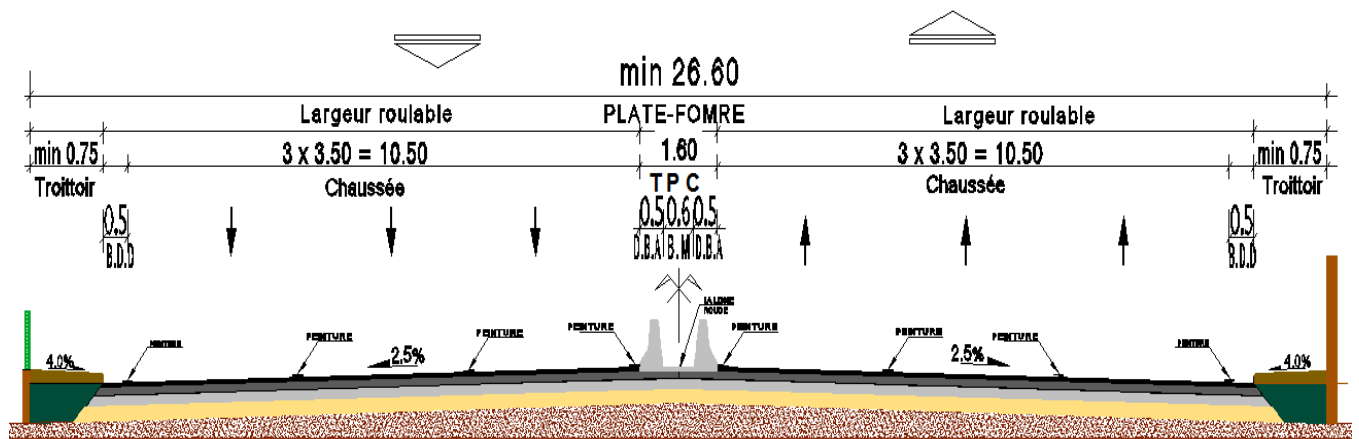


Figure VII.1 : Profil en travers de la section en 2 x 3 voies

VII.1.3 Trace en plan et profil en plan

Tableau VII-2: Dimensions des éléments constitutif du profil en travers appliqué dans le projet

	Eléments		Valeur	
Caractéristiques de référence	Catégorie de la voie		U60	
	La vitesse de référence V_r		60 km/h	
	La vitesse de projet V_p		60 km/h	
Caractéristiques géométriques	Trace en plan et devers associés		Rayon non déversé	200
			Rayon minimal	120
	Profil en long	rayons en angle saillant	Rayon normal en angle rentrant (m)	2 500
			Rayon minimal en angle rentrant (m)	1 500
		rayons en angle rentrant	Rayon normal en angle rentrant	35
			Rayon minimal en angle rentrant	70
Pentes et rampes			Déclivité moyenne π	6 %
Distance d'arrêt	V		40 km/h	60 km/h
	d_0 (m)		15	35
	d (m)		40	70
	d_s (m)		35	55
Visibilité en angle saillant	Un obstacle éventuel de plus de 0,15 m de hauteur R_{v_1} (m)		500	1 500
	Des feux arrière d'un véhicule situés à plus de 0,35 m du sol R_{v_1} (m)		320	1 000
	Un véhicule de plus de 1 m de hauteur R_{v_2} (m)		200	600
	La visibilité au sol R_{v_3} (m)		800	2 500

VII.1.4 Caractéristiques du passage souterrain

VII.1.4.1 La hauteur libre de l'ouvrage

La hauteur totale composée de la hauteur libre H, la hauteur de revanche dynamique et la hauteur de revanche de protection, soit 4,60 m.

Tableau VII-3 : Dimensions des éléments constitutif du profil en travers appliqué dans le projet

Désignation	Élément	Valeurs
La hauteur	Gabarit + revanches	4,60 m
Profil en long	Rayon convexe	500 m
	Rayon concave	400 m
	Déclivité maximale instantanée	9 %
Plate-forme	Chaussée roulable + trottoir	18,10 m

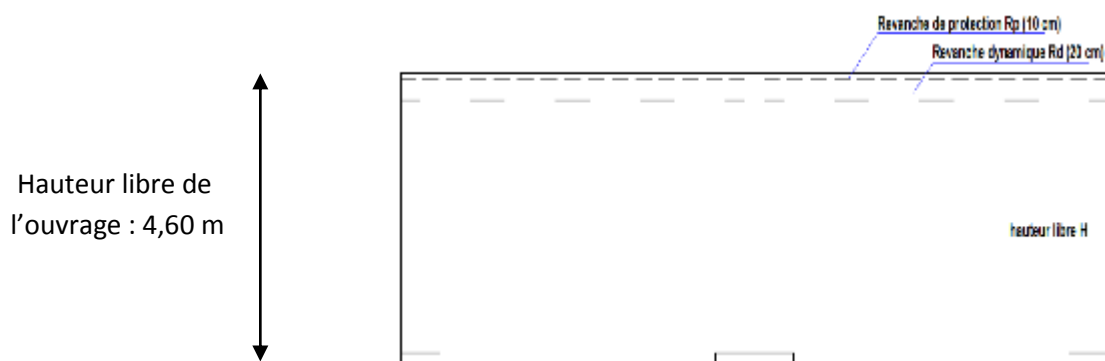


Figure VII.2 : Hauteur du passage souterrain

VII.1.5 Profil en travers

Totale de la plateforme : $2 * (0,75 + 0,50 + 7,0 + 0,8) = 2 * 9,05 = 18,10 \text{ m}$

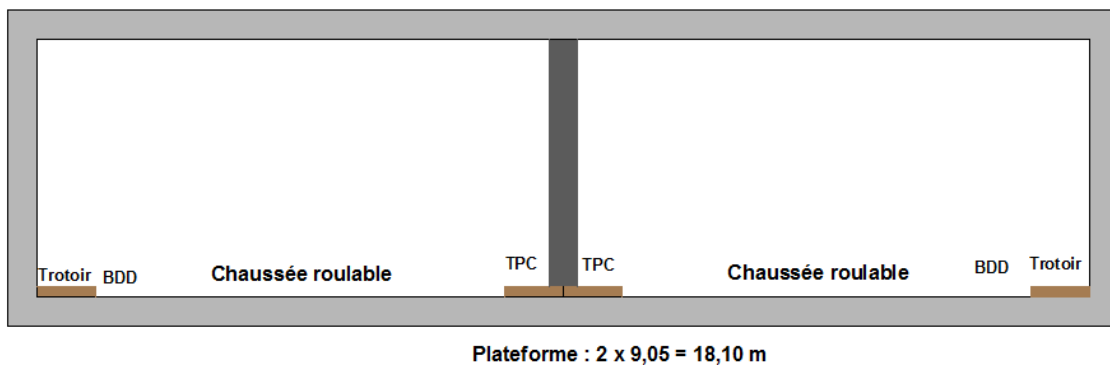


Figure VII.3 : Éléments constitutifs du profil en travers du passage souterrain

VII.1.6 Caractéristiques des carrefours giratoire principal

Tableau VII-4 : Dimensions des éléments constitutif du profil en travers appliqué dans les giratoires

Eléments	Carrefour principal	Carrefour secondaire
Vitesse pratiquée : V_p	40 km/h	40 km/h
Rayon intérieur	16 m	11 m
Rayon extérieur	25 m	20 m
Largeur de l'anneau	9 m	9 m
Largeur de l'entrée	5 m	5 m
Largeur de sortie	4 à 5 m	4 à 5 m
Rayon d'entrée	8 à 15 m	8 à 15 m
Rayon de sortie	> 15 m	> 15 m

VII.2 Le passage souterrain

VII.2.1 Le gabarit

D'après les résultats du comptage et l'étude de trafic, le trafic du courant dénivelé caractérisé par des véhicules légers (80% du trafic total fréquenté les flux les plus chargé), ce type demande un gabarit réduit type C de 3,50 m ou moins.

Ce gabarit pose un problème pour les PL et le TC, qui atteignent 4 m d'hauteur, pour cela on va adapter notre projet par les caractéristiques du type C de PSGR, avec un gabarit normal de 4,30 m.

La hauteur totale composée de la hauteur libre H , la hauteur de revanche dynamique et la hauteur de revanche de protection, soit 4,60 m.

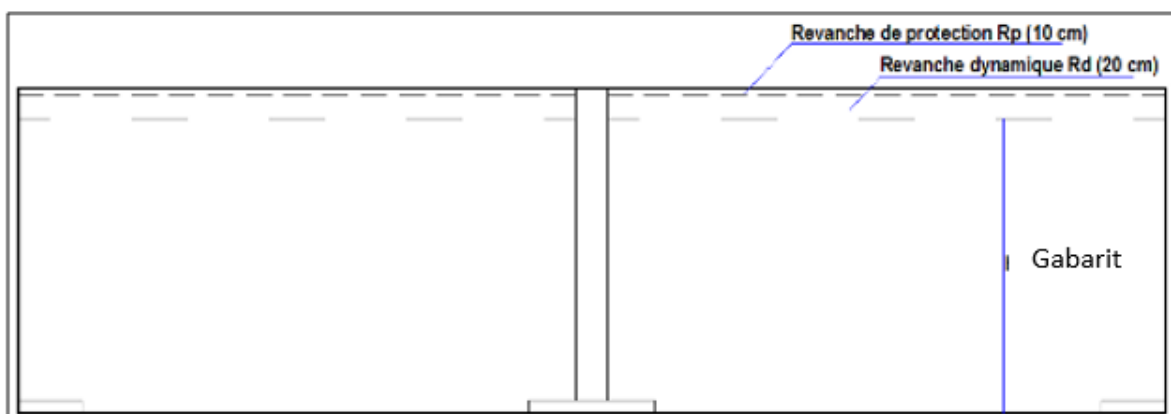


Figure VII.4 : Dimensionnement de la hauteur du passage souterrain

VII.2.2 Profil en travers de la voie principale (axe du PS)

D'après les résultats de calcul du trafic, on a :

- Un profil en travers de 2x2 voies.
- Un gabarit de 4,30 m.
- ❖ Largeur minimale des voies

Nous avons un gabarit de type C qui demande une largeur minimal de voie 3,50 m

- ❖ Circulation des piétons (trottoir)

La création des trottoirs au niveau du passage souterrain pour objet d'assurer le passage en cas de secours ou l'entretien périodique, on prend la valeur 1 m > (largeur min 0,75 m) pour chaque côté.

- ❖ Largeur minimale de la plateforme

La plateforme contient ce que suit :

Chaussée roulable : 2 x 2 voies = 2 x 2*(3,50) = 14 m

Trottoirs et séparation : 2 trottoirs = 2*(0,75m) = 1,50 m

BDD : 2*0,50 = 1 m ; TPC : 1,60 m

Totale de la plateforme : 18,10 m

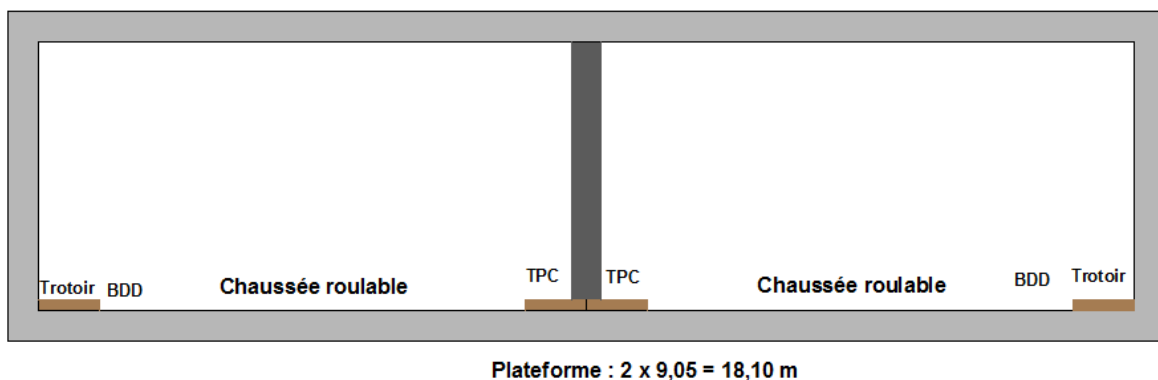


Tableau VII-5: Eléments constitutifs du profil en travers du passage souterrain

VII.2.3 Profil en long

Selon les données du (tableau II.5 ; chapitre II), la vitesse réglementaire de l'axe dénivelé (50 km/h), on va appliquer les données suivantes :

- Rayon convexe : 500 m
- Rayon concave : 400 m
- Déclivité maximale instantanée : 9%

VII.2.4 Pré dimensionnement de l'ouvrage

VII.2.4.1 Eléments de dimensionnement :

Les cadres sont calculés en structure plane, comme les portiques. La différence réside dans le fait que la traverse inférieure est assimilée à une poutre sur sol élastique, ce dernier étant schématisé par une infinité de ressorts élastiques indépendants et de même raideur. Ceci complique notablement le calcul manuel de ce type de structure.

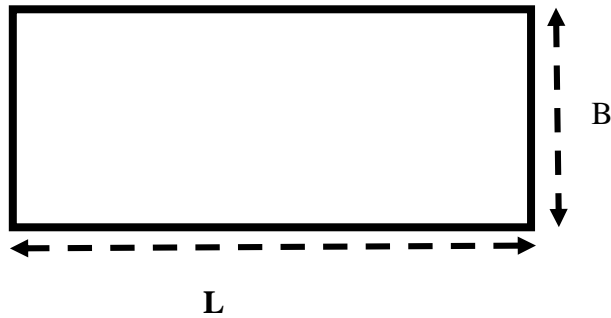


Figure VII.5 : Cadre de dimensionnement

Pour un pré dimensionnement on peut se baser sur les indications précédentes. Lorsque l'ouverture du cadre est de 9.05 mètres :

L'épaisseur de la traverse supérieure à 0.40m est calculable par la formule :

$E=L/32 + 0.125$: l'ouverture du cadre

Les épaisseurs des pieds droits et de la traverse inférieure E_j dépendent de la déformabilité du sol de fondation et sont lues sur les abaques :

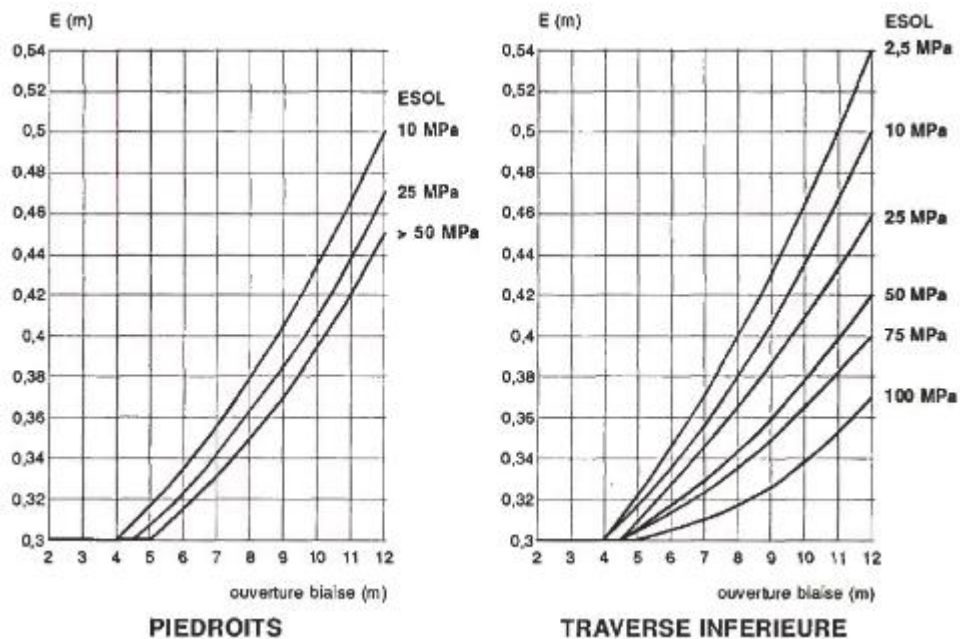


Figure VII.6 : Abaque d'épaisseurs des pieds droits et de la traverse inférieure

Lorsque l'ouvrage supporte un remblai, un supplément d'efforts est apporté à la structure non seulement par le poids du remblai mais aussi par l'effet négatif, résultat du tassement par le poids de remblai adjacent à l'ouvrage et le remblai porté.

Cet effet qui peut être très important conduit à adopter des épaisseurs de piédroits et de traverse inférieure majorées selon la formule approchée suivante :

$$E_i = E_{i0} \sqrt{1 + \frac{H \cdot d^2}{2000 \cdot E_i^2}}$$

Avec

E_{i0} : Epaisseur résultant de la lecture des abaques

H : Hauteur de remblais (m)

D= Ouverture de l'ouvrage (m)

VII.2.4.2 L'épaisseur de la traverse supérieure :

$$L = 6.50\text{m l'ouverture du cadre } E = 6.5/32 + 0.125 = 0.328\text{m}$$

Pour un pré dimensionnement on peut se baser sur les indications suivantes. Lorsque l'ouverture du cadre varie, L'épaisseur de la traverse est supérieure à 0.30m Donc on prendra :

$$E = 0.40\text{m}$$

VII.2.5 Pré dimensionnement des murs de soutènement (mur en L)

Les murs de soutènement sont des constructions qui constituent une importante application du béton armé. Ils sont constitués, du moins pour les types courants, d'un élément vertical ou peu incliné qui soutient des terres pouvant être surchargées ou non, l'autre élément horizontal ou légèrement incliné est en contact avec le sol de fondation et avec les terres à soutenir. De ce contact avec le sol (terres à soutenir et sol de fondation) découle l'énorme importance de ce dernier dans la tenue d'un mur construit et de la sécurité qu'il peut offrir.

A ce titre et dans le but d'offrir un niveau de sécurité adéquat au cours de la réalisation, provenant d'un glissement éventuel du remblai juxtaposé au voisinage, on procédera à la vérification de la stabilité des murs de soutènement.

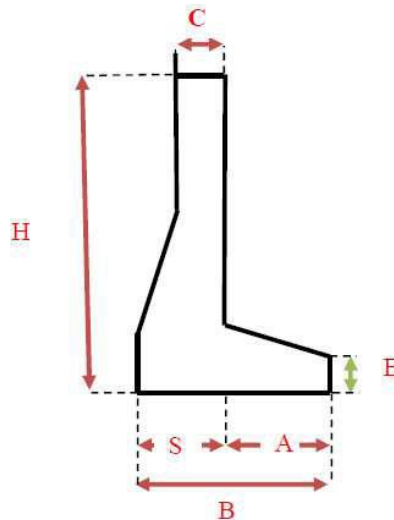


Figure VII.7 : Schémas de mur de soutènement

- **Couronnement C :**

$C = H / 24$ (Minimum) Selon SANGLERAT $C \leq 30\text{cm}$ (pour des raisons de sécurité et augmenté la rigidité du voile)

Selon SETRA $C_{\min}=20\text{cm}$ pour $H \leq 6\text{m}$

Selon SETRA $C_{\min}=30\text{cm}$ pour $H > 6\text{m}$

- **Epaisseur de la semelle E** (il faut arrondir pour des raisons de coffrage par 5 cm)

$$E \leq H/12$$

- **Largeur de la semelle B :** $1/3 H \leq B \leq 2/3 H$
- **Largeur du patin avant A :** $A=B/3$ ou soit $H/6 < A < 2/9H$
- **Section du voile sur la semelle :** $S=H/12$

VII.2.6 Mur de soutènement type H=5.40m

- **Couronnement C :**

$$C = 5.40 / 24 = 0.225\text{m} \text{ on prend } C= 0.25\text{m}$$

- **Epaisseur de la semelle E :** $E= 5.40/12= 0.38$ on prend $E=0.50$

- **Largeur de la semelle B :** $1/3 \times 5.4 \leq B \leq 2/3 \times 5.4$ donc $B=2.60$ m

- **Largeur du patin avant A :** $A=2.4/3 =0.80$ on prend $A=2.00$ m

Section du voile sur la semelle : $S=5.4/12 = 0.38$ m on prend $S= 0.6$ m

Tableau VII-6 : Récapitulatif des dimensions de MS

H (m)	C (cm)	E (m)	B (m)	A (m)	S(m)
5.4	0.25	0.5	2.60	2.00	0.6

VII.2.7 Schémas de cadre après le pré dimensionnement :

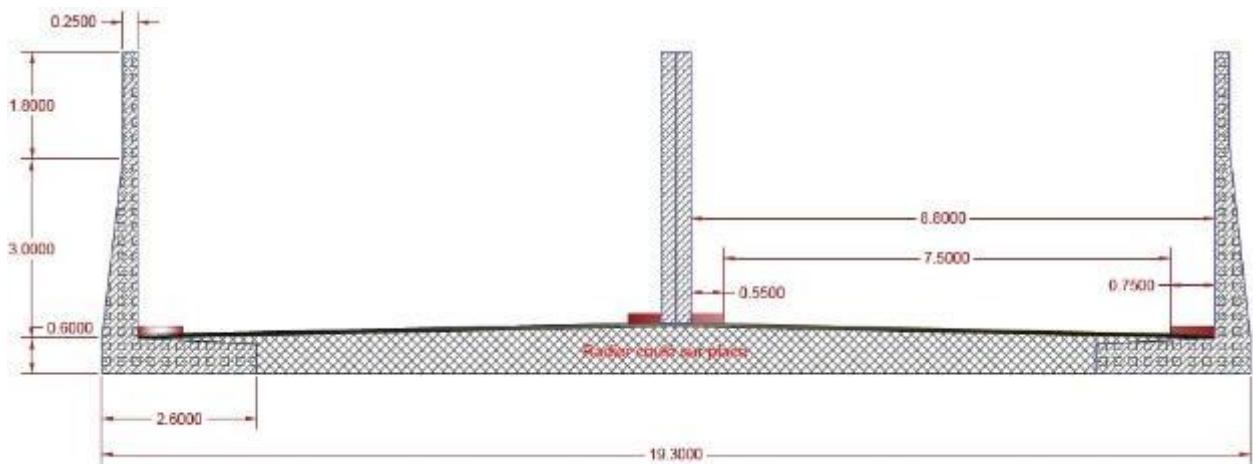


Figure VII.8 : Coupe transversale de MS

VII.3 Calcul de la structure du corps de chaussées

VII.3.1 Méthode de l'indice CBR

1) Données de l'étude

- Le trafic à l'année 2018 TJMA2018 = 28593 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 4 \%$
- La durée de vie estimée de 20 ans

2) Répartition de trafic

- TJMA2018= 28593 (V/j).
- TJMA2018 = 16605 (V/j/sens)
- TPL2018 (calculé)= 514 PL/j/sens

$$\text{TPL2038} = (1 + \tau)^{20} \times \text{PL}_{2018} = (1 + 0.04)^{20} \times 514 \approx 1126 \text{ ((PL/j)/sens)}$$

3) Calcul d'épaisseur

On a C.B.R= 5 %

$$\text{TMJA} \times 365 \times 1.5 \text{ t} \geq 100000 \text{ t/ans} \Rightarrow 28593 \times 365 \times 1.5 = 15654667.5 \text{ (t/ans)} > 100000 \text{ (t/ans)}$$

$$\text{Donc : } e = \frac{100 + 150 \sqrt{p(75 + 50 \log N / 10)}}{I_{\text{CBR} + 5}} \Rightarrow e = \frac{100 + 150 \sqrt{6.5(75 + 50 \log 1126 / 10)}}{5 + 5} = 45.3 \text{ cm}$$

L'épaisseur totale :

$$e = 45.3 \text{ cm} \approx 45 \text{ cm}$$

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

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante : $e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3 = 45\text{cm}$

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

- + Couche de roulement en béton bitumineux (B.B) : $c_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12\text{ cm}$.
- + Couche de base en grave bitume (G.B) : $c_2 \times e_2 = 9 \times 1.5 = 13.5\text{cm}$.

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

$$c_3 \times e_3 = 19.5 \times 1 = 19.5\text{ cm}$$

$$e_{\text{équivalent}} = 6 \times 2 + 9 \times 1.5 + 19.5 \times 1 = 45\text{cm}$$

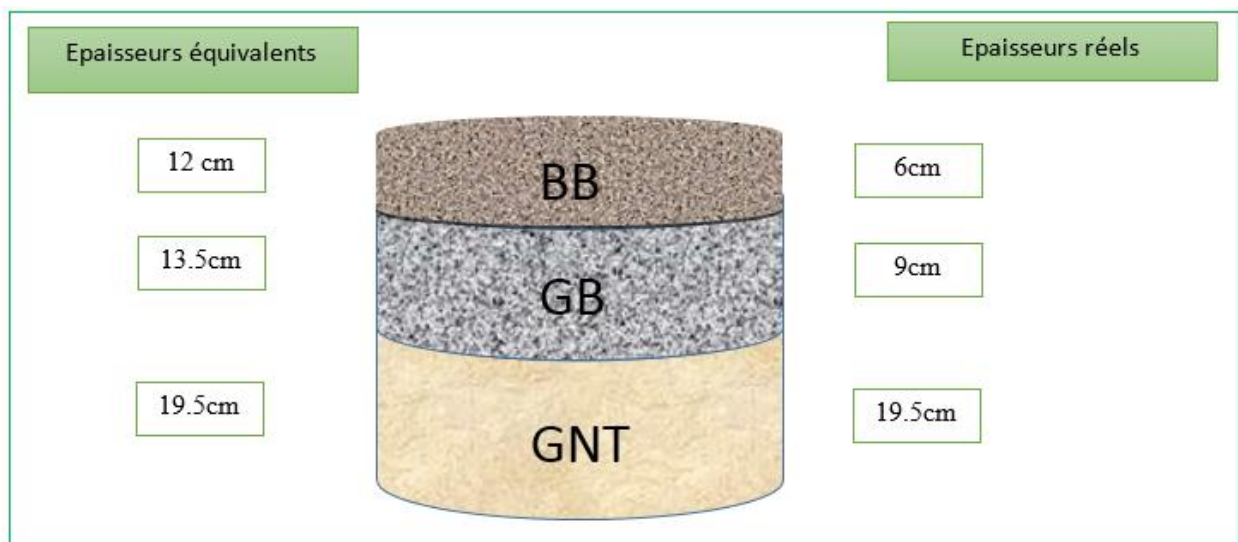


Figure VII.9 : La structure de chaussée I

VII.3.2 Méthode de catalogue des chaussées Neuves (CTTP)

VII.3.2.1 Détermination de la classe de trafic

Réparation transversale du trafic

Chaussée unidirectionnelle à deux voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droit.

$T_c = 514\text{ pl/j/sens}$

- Trafic poids lourds : **T_c est compris entre 300 et 600**

Donc : la classe de trafic est : **TPL4**

VII.3.2.2 Détermination de la classe du sol

$$I_{\text{CBR}} = 5 \rightarrow I_{\text{CBR}} (5 - 10)$$

Donc : **Le sol est classé sur la classe S 3.**

D'après le catalogue des structures on trouve la structure suivante :

Structure souple (**Tableau III.3**) on a sol S3 et trafic TPL4

On a besoin de faire une couche de forme de 40 cm pour augmenter la portance de sol.

Tableau VII-7 : Classement avec couche de forme en matériaux non traité

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

La route est classe dans La zone climatique III (Laghouat).

Dans notre cas la structure ne figure pas dans le catalogue des structures (fascicule 3 du catalogue algérien) dans ce cas on utilisant la méthode du catalogue français (LCPC, SETRA) qui se base sur la nature la plateforme et les valeurs de portance du sol et le trafic, on obtient ce qui suit :

Tableau VII-8 : Structure du corps de chaussées selon (LCPC, SETRA)

Nature du sol support	Plat forme	TCi	structure
Sable	PF2	TC5	CS+8GB+9GB- 35 GNT

- ✚ **CS : couche de Surface** (en béton bitumineux entre **06 et 08 cm**)
- ✚ **couche de base** : Grave bitumineux (GB) en deux couches (**8+9 cm**)
- ✚ **Couche de fondation** : Gravier non traité de (GNT) = **35 cm**

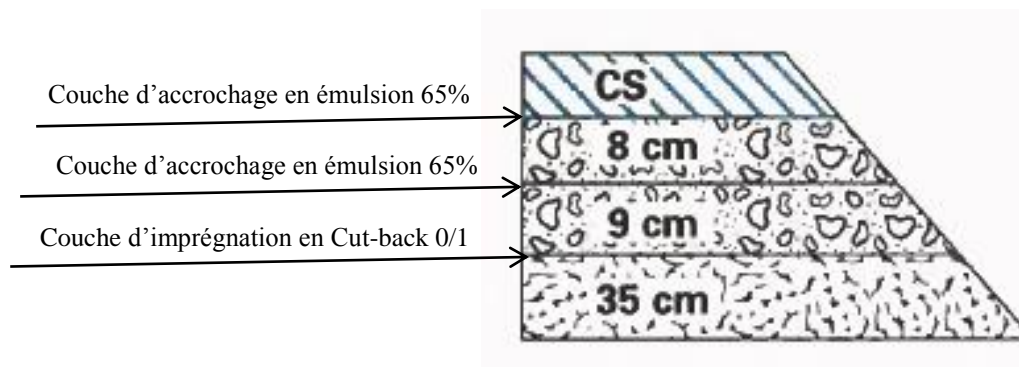


Figure VII.10 : Structure du corps de chaussées selon (LCPC,SETRA)

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

Méthode	C.B.R	Catalogue des structures
Corps de chaussée	6BB+09GB+19.5GNT	CS+8GB+9GB+35GNT

Remarque :

Pour les travaux sur une ancienne chaussée il est recommandé ce qui suit :

- ✚ Fraisage des couches hydrocarbonées sur 12 cm d'épaisseur ;
- ✚ Mise en place d'une couche d'accrochage en émulsion cationique ;
- ✚ Mise en œuvre d'une couche de base en GB sur 09 cm d'épaisseur ;
- ✚ Mise en place d'une couche d'accrochage en émulsion cationique ;
- ✚ Mise en œuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux 0/14 sur 6 cm d'épaisseur.

VII.4 Conclusion

A la lumière des résultats obtenus par les deux méthodes, on adopte pour la totalité des travaux neufs les épaisseurs obtenues à travers la méthode CBR, pour des raisons économique :

- ✚ Couche de roulement (BB) de 6 cm.
- ✚ Couche de base (GB) de 09 cm
- ✚ Couche de fondation en (GNT) de 20 cm.

VIII. Etudes complémentaires

VIII.1 Assainissement

Le réseau d'assainissement dans un projet routier ou d'un ouvrage d'art est le régime d'évacuation des eaux pluviales ou souterrain hors ces infrastructures (route ou ouvrages d'art) a pour objet de les protéger et d'assurer une longue durée de vie.

VIII.1.1 Assainissement de la plateforme :

Le système d'assainissement c'est l'ensemble des dispositifs constructifs contribuant à assainir la route, concerne les volets suivants :

- e) Le rétablissement des écoulements naturels ;
- f) La collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route ;
- g) La collecte et l'évacuation des eaux internes c'est-à-dire le drainage ;
- h) La lutte contre la pollution routière.

VIII.1.1.1 Dispositif d'assainissement

1) Caniveau :

Famille d'ouvrages de collecte et de transport longitudinal des eaux de ruissellement de la route.

2) Cunette :

Fossé peu profond engazonné ou revêtu et aux formes douces pour améliorer la sécurité des usagers.

3) Chambre de visite :

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage, ainsi que pour faciliter l'entretien des canalisations.

En gardant une distance qui ne dépassant pas de 80 à 100 m entre deux chambres constructives.

4) Collecteur (canalisation) :

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, allant de regard en regard avec un diamètre et une pente constante.

5) 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.

6) Cueille de loup, grille d'introduction et gueulard :

Ils permettent l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

7) Poste de relèvement :

Un poste de relèvement est destiné à relever les eaux, généralement sur place et sur une faible hauteur, pour permettre à un collecteur devenu trop profond de retrouver un niveau économiquement acceptable.

Un poste de relèvement pourra être équipé de pompes centrifuges ou à canaux à vis de relevage, d'éjecteurs ou d'émulseurs. Ces derniers, malgré leur faible rendement énergétique, sont à recommander pour le faible débit en raison de leur sécurité de fonctionnement.

VIII.1.1.2 Conception et projection du réseau d'assainissement

Pour assurer une évacuation rapide des eaux de ruissellement la surface du projet, on prévoit :

- 1) Des cunettes sur tous le long de la bordure à la rive extérieure de chaque voie ;
- 2) Des regards, chambre de visite sont implantés à côté du trottoir ;
- 3) Des collecteurs (de diamètre min \varnothing 300).

Les regards sont liés aux chambres de visite qui sont par suite liée au réseau d'assainissement existant ou à l'exutoire

VIII.1.2 Assainissement du passage souterrain :

Le profil en long du passage souterrain prend une forme concave, d'écoulement gravitaire des eaux est impossibilité, donc il faut prévoir une station de relevage. Il convient que les bâches de recueillement des eaux aient une capacité suffisante, non seulement pour servir de réservoir tampon pour limiter le débit d'exhaure à une valeur acceptable, mais aussi pour stocker les eaux de lavage et les liquides provenant d'un déversement accidentel de citernes qui, en règle générale, ne peuvent être évacués directement dans un réseau d'assainissement.

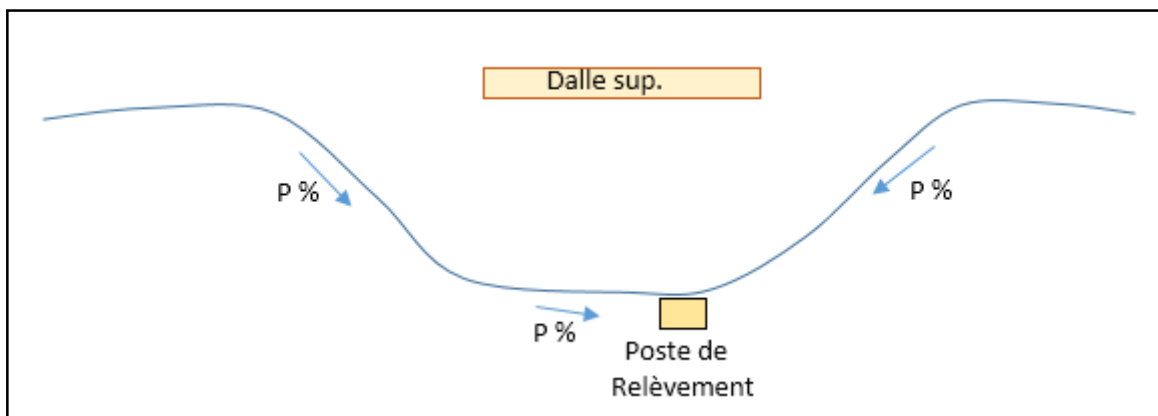


Figure VIII.1: Système d'assainissement dans le passage souterrain

VIII.2 Sécurité routière

La signalisation a été projetée conformément à l'instruction interministérielle sur la signalisation routière (modifiés par le circulaire n° 73-138 du 11 juillet 1973).

VIII.2.1 Signalisation horizontale

Le marquage sur chaussée qu'il est appliqué dans cette étude représenté dans le tableau suivant :

Tableau VIII-1 : Récapitulatif des caractéristiques des marques au sol

Désignation des marques	modulation	Largeur	
		voie principale u = 6 cm	Autres voies u = 5 cm
Ligne axiale chaussée	T1, T'1, T3 ou continue	2u	2u
Ligne de rive chaussée	T'3	3u	3u
	T2	3u	3u
Délimitation de TPC ou contour des ilots	continue	3u	3u
Marquant l'emplacement d'un arrêt d'autobus	Continue zigzag	2u	2u
Ligne « STOP »	Continue	50 cm	50 cm
Ligne « CEDEZ LE PASSAGE »	T'2	50 cm	50 cm
Flèche de rabattement et de sélection	(Voir annexe)		

VIII.2.2 Signalisation verticale

Les différents types de panneaux et balises de signalisation (les figures de chaque type des panneaux sont figurés dans l'annexe) utilisés pour notre étude sont :

- 1) Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A)
- 2) Panneaux de signalisation de priorité (type B)
- 3) Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C)
- 4) Panneaux de signalisation d'obligation (type D)
- 5) Panneaux de signalisation (type E2, E4)
- 6) Panneaux de signalisation de localisation de (type E6)
- 7) Balises (J5, J12, J14, J15)

Tableau VIII-2 : Dimensions des panneaux utilisées dans le projet

Gamme	Triangle	Disque	Octogone	Carré
Normale	1000	850	800	700
Petit	700	650	600	500
Miniature	500	450	400	350

Les panneaux peuvent être placés à une hauteur allant jusqu'à 2,30 m pour tenir compte notamment des véhicules qui peuvent masquer, ainsi que de la nécessité de ne gêner qu'au minimum la circulation des piétons.

Lorsque les panneaux sont placés au-dessus de la chaussée, sur portique ou haut mât, ils sont fixés à une hauteur minimale correspondant au gabarit de la route auquel s'ajoute une revanche de 0,10 m pour l'entretien de la chaussée et une revanche de 0,50 m pour la protection de la signalisation.

La signalisation horizontale et verticale du projet est représentée sur plan (voir annexe).

VIII.2.3 Dispositif de retenue en béton

Dans cette étude, et suivant l'ICTAVRU, les retenues qui sont projetés représentés dans le tableau suivant :

Tableau VIII-3 : Type et emplacement des retenue en béton (ICTAVRU)

Type de retenue	Emplacement
Bordures	- Sur tous les rives extérieures des voies ; - Contour des anneaux et des ilots ; - TPC dans le passage souterrain.
Glissières en béton, type GBA	- Sur les deux bandes dérasés gauche de TPC, en d'hors du passage souterrain.

VIII.3 Eclairage public

L'éclairage des voies urbaines constitue un élément important de sécurité pour les piétons et pour les automobilistes, en même temps qu'un agrément évident pour le cadre de vie. Il doit faciliter le déplacement des piétons sur les trottoirs et les rendre visibles par l'automobiliste lorsqu'ils traversent la chaussée. En section courante, le but à rechercher est qu'ils se détachent sur le fond général constitué par la chaussée éclairée.

Pour cela il faut une luminance importante, de telle façon que les automobilistes perçoivent la présence du passage en même temps que celle des piétons.

En milieu urbain, Sauf dans les cas particuliers ou l'espace est restreint, les supports doivent être implantés à au moins 1,50 m du bord de la chaussée, ou bien isolés par des dispositifs de retenue.

Au niveau de l'anneau, on peut les classer en deux catégories : Implantation centrale ou périphérique. En réalité, on trouve toutes les implantations mixtes possibles selon les dimensions de l'îlot central.

VIII.3.1 Choix de l'implantation de l'éclairage sur voie urbaine

VIII.3.1.1 Éclairage axial

Son coût d'installation est plus faible.

- Il assure un meilleur éclairage de la voie de gauche (voie rapide).
- Le système à tubes suspendus à une caténaire offre une régularité d'éclairage inégalée et un guidage parfait.
- Son installation nécessite soit l'implantation des câbles d'alimentation sur le terre-plein central, soit, comme les réseaux de fourreaux (RAU, PTT) sont en général latéraux, prévoir des raccordements à ces réseaux latéraux (changement de lampes – nettoyage) qui neutralisent la voie la plus rapide, posant de nombreux problèmes de sécurité et de capacité sur la chaussée.

VIII.3.1.2 Éclairage bilatéral

- Il constitue un bon balisage à droite.
- Quand il est bien conçu, il souligne bien le tracé des bretelles de sortie.
- Les opérations d'entretien sont exécutées à partir de la bande d'arrêt d'urgence sans neutraliser de voie de circulation.
- Il exige un câble d'alimentation de chaque côté de la voie.
- L'implantation de supports en bordure de chaussée peut nécessiter de les protéger par des glissières.

L'éclairage a alors surtout un rôle de guidage et se fait à partir de sources de faible luminance et de faible puissance, le plus souvent des tubes fluorescents. Ce type d'éclairage – surtout employé sur ouvrage d'art – pose, comme tous les systèmes continus, des problèmes de maintenance (chocs avec les poids lourds), même si une source en panne n'a pas les mêmes conséquences photométriques que sur un système discontinu.

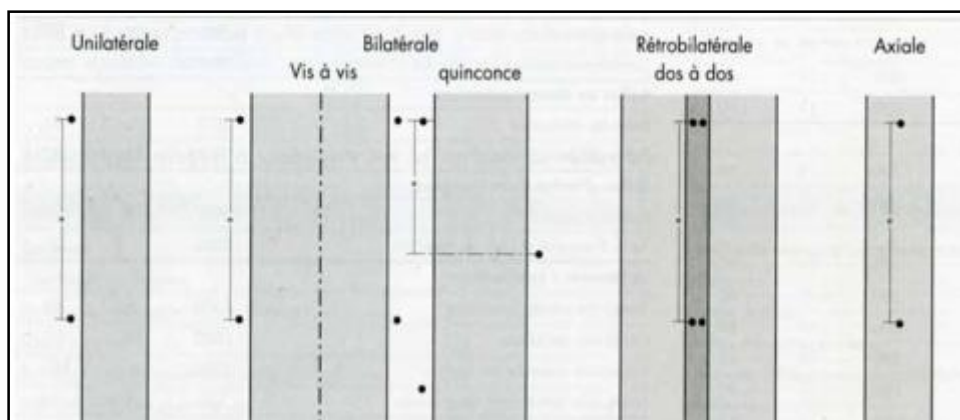


Figure VIII.2: Type d'implantation d'éclairage**VIII.3.2 Application au projet :**

La conception d'éclairage est représentée sur plan jointé dans l'annexe.

Tableau VIII-4 : Type et implantation d'éclairage dans le projet

Catégorie	Type	Implantation
voie principale (2 x 3 voies)	Axial + unilatéral	Milieu de TPC
voie principale (2 x 2 voies)	Axial	Milieu de TPC
voie secondaire (2 x 2 voies)	Axial	Sur trottoir (> 1,50 m du bord de la chaussée)
voie secondaire (2 voies)	Bilatéral	Sur trottoir (> 1,50 m du bord de la chaussée)
Giratoires	Unilatéral	Sur le contour intérieur et extérieur (> 1,50 m du contour du giratoire)
Passage souterrain	Bilatéral	Sous la dalle
Trottoirs et passage pour piétons	Bilatéral	Sur trottoir (> 1,50 m du bord de la chaussée)

VIII.4 Déplacement des canalisations :

Le carrefour giratoire est situé en zone urbaine où existe un multi-réseau de canalisations un peu dense.

Il s'agit de réseaux de canalisation de télécommunication, conduites de distribution d'eau, conduite d'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales.

Après la projection du plan de réaménagement du projet sur le plan de l'état actuel des réseaux souterrain, on peut délimiter les réseaux qui sont situés sous la surface des travaux du creusement dans le cas de réalisation d'un passage souterrain (7000 m², soit (profondeur varie entre 0 et 6,5 m ; largeur de 22 m ; longueur de 360 m)

Chaque réseau géré par une direction qui reste la plus informée, expérimentée et favorisée de faire les traitements de déplacement, correction ou élimination de ces réseaux, ainsi que son traitement en cas des dégâts au cours d'exécution des travaux.

Les réseaux qui demandant un traitement dans la zone d'étude sont :

VIII.4.1 Conduites des eaux usées et des eaux pluviales :**VIII.4.1.1 Problématique**

Dans le schéma représenté dans la figure VIII.3, il est remarqué qu'il y a deux zones de croisement entre les conduites et la surface du projet :

- 1) Croisement transversal par la conduite des eaux usées sur une longueur de 20 m ($\varnothing 600$, environ de 3 m de profondeur), dans cet endroit les creusements s'étalent à 6 mètre de profondeur.
- 2) Franchissement transversal et longitudinal par une conduite de refoulement sur une longueur de 40 m ($\varnothing 500$ et un collecteur des eaux pluviale sur une longueur de 100 m.



Figure VIII.3 : Schéma des conduites des eaux usées et eaux Pluviales dans la zone d'étude

VIII.4.1.2 Solutions proposées

Pour assurer la fonctionnalité des conduites après la réalisation du projet, on va proposer des solutions représentées dans la figure ci-dessous, comme suit :

- 1) **Solution 1** : représentée par une ligne rouge ; déplacement de la conduite des eaux usées ($\varnothing 600$) vers le côté ouest du giratoire pour :
 - i) Assurer le sens d'écoulement ;
 - j) Traverser sous la chaussée des accès de trémie avec une profondeur plus de 3 m ;
 - k) Raccorder avec la conduite principale après une longueur de 180 ml.
- 2) **Solution 2** : représentée par une ligne jaune discontinue ; déplacement de la conduite de refoulement des eaux pluviales ($\varnothing 500$) vers le côté Est du giratoire pour :
 - l) Traverser sous la chaussée des accès de trémie avec une profondeur plus de 1 m ;
 - m) Raccorder avec l'ancienne conduite après une longueur de 80 ml.
- 3) **Solution 3** : représentée par une ligne jaune continue ; réalisation d'un nouveau collecteur des eaux pluviale (150 ml) sur le côté Nord du giratoire pour :
 - n) Assurer la continuité de collecteur dans le même sens.



Figure VIII.4: Schéma des solutions proposées pour déplacement des conduites des eaux usées et eaux Pluviales dans la zone d'étude

VIII.4.2 Conduite d'eau potable :

Par observation visuel sur le schéma représenté dans la figure VIII.5, on remarque qu'il n'y a pas de chevauchement entre les conduites des eaux potable et la surface du creusement de la trémie.

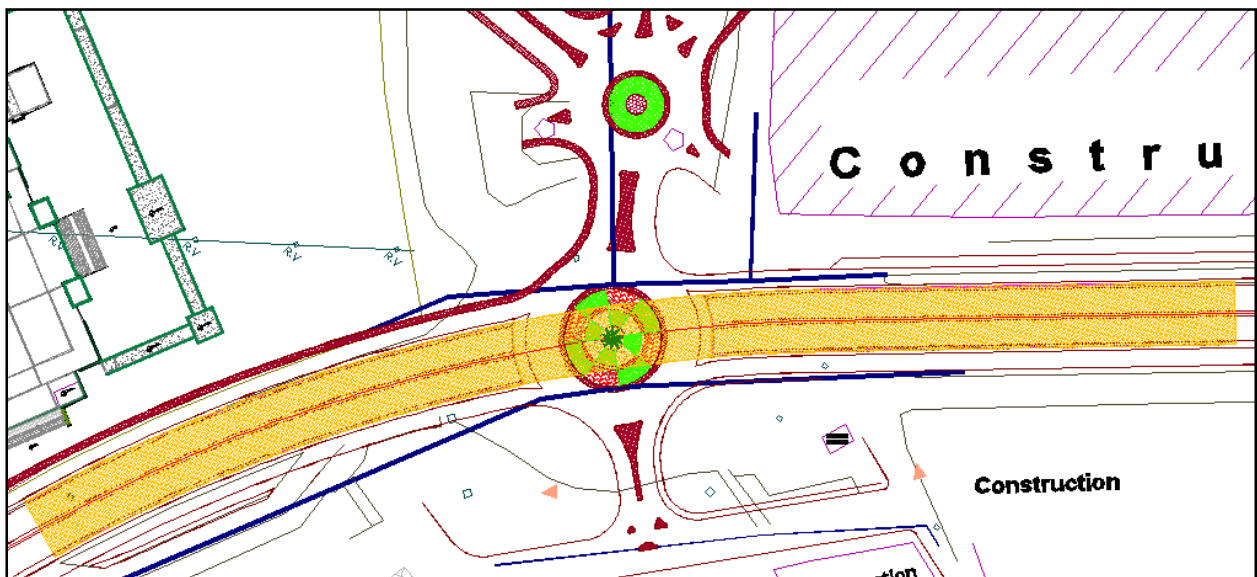


Figure VIII.5 : Schéma des conduites d'eaux potables dans la zone d'étude

VIII.4.3 La ligne électrique :

VIII.4.3.1 Problématique

La figure VIII-6 du schéma de réseau électrique (30 kv), présente un chevauchement entre la ligne électrique (ligne orange discontinue) et la zone de creusement de la trémie sur une traversée de 60 m de longueur.

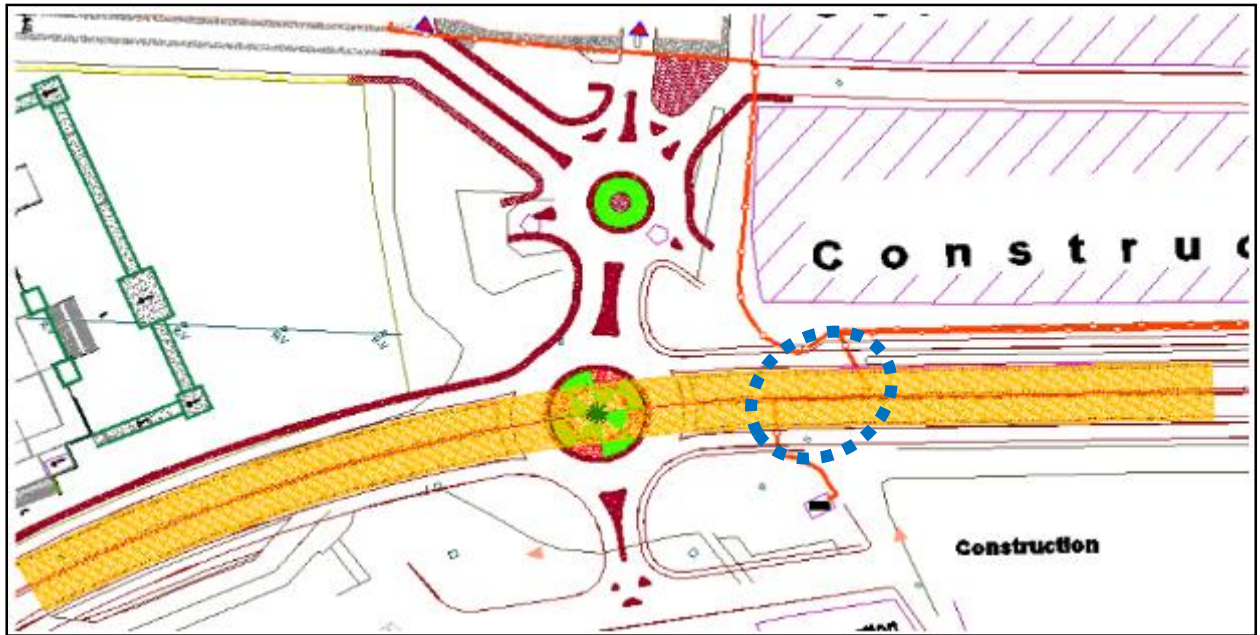


Figure VIII.6 : Schéma du câble électrique (30 kv) dans la zone d'étude

VIII.4.3.2 Solution proposée

Pour le rétablissement de câble électrique, on propose le déplacement du câble vers le côté du giratoire sur une longueur de 165 ml, comme représentée dans de la figure VIII.7 (représenté par des flèches verte)



Figure VIII.7 : Schéma de la solution proposée pour le déplacement du câble électrique dans la zone d'étude

VIII.4.4 La Ligne de fibre optique :

Problématique et solution : la fibre longe la surface des travaux sur une longueur de 400 m, (figure VIII.8) la solution proposé est le déplacement définitif hors la zone des travaux.

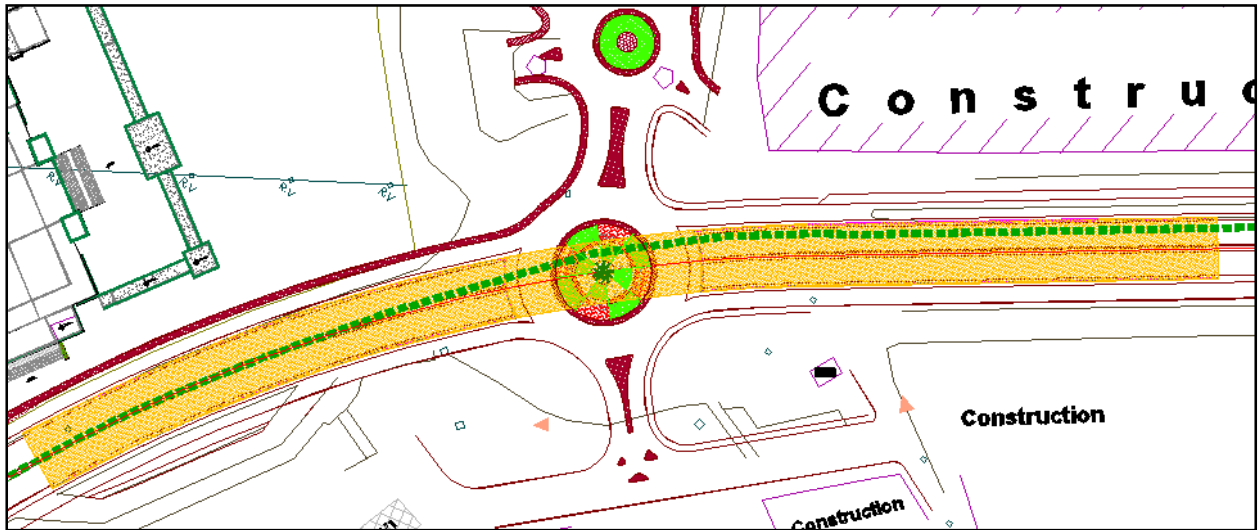


Figure VIII.8 : schéma de la fibre optique dans la zone d'étude

VIII.4.5 La conduite de gaz :

Problématique et solution : les conduites de gaz (PE 150, PE 125) s'étale sur la zone d'étude dans le sens transversal et longitudinal, à cet effet il est obligatoire de déplacer ces conduites hors la zone de creusement de la trémie, les conduites concernées sont les suivantes :

- 1) PE 125 : croisement transversal, sur une longueur de 20 m ;
- 2) PE 150 : croisement longitudinal, sur une longueur de 180 m.

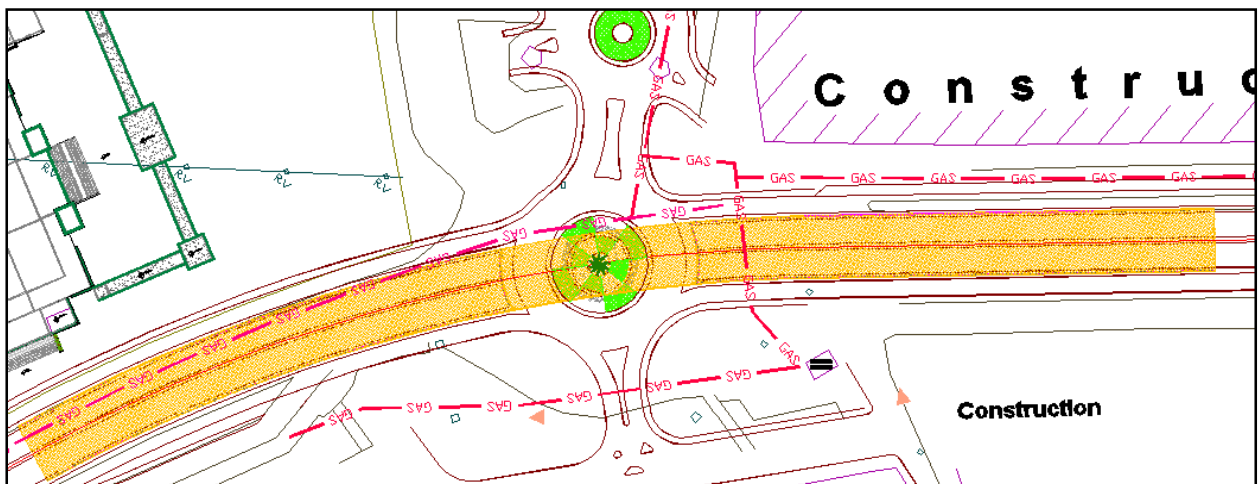


Figure VIII.9 : Schéma de la conduite de gaz

VIII.5 Avant métré et estimation du cout de projet :

C'est le processus qui consiste à calculer une approximation des ressources monétaires nécessaires à l'accomplissement des activités du projet. A partir des détails qu'on a fait et à partir des informations ramenées au près des gens spécialisés, on a réussi à estimer les couts pour l'accomplissement des activités du projet. Pour plus de détail voir le devis estimatif ci-dessous.

Tableau VIII-5 : Devis estimatif du cout de projet

N°	Désignation des travaux	Montant (DA)
01	Etude d'exécution et installation de chantier	10 000 000.00
02	Dégagement des emprises et terrassements généraux	30 000 000.00
03	Construction du corps de chaussée	85 000 000.00
04	Assainissement, drainage et protection	35 000 000.00
05	Ouvrage d'art	120 000 000.00
06	Sécurité routière et dispositif de retenue	25 000 000.00
07	Eclairage public	20 000 000.00
08	Aménagement, végétation et verdure	30 000 000.00
09	Rétablissement des réseaux	40 000 000.00
Estimation global du projet		420 000 000.00

Conclusion et perspectives

La route nationale traversant la ville de Laghouat est passée au fil du temps d'une route périphérique à une artère principale dans le réseau routier de la ville. Cependant l'augmentation du trafic dans cette route à créer un embouteillage considérable au niveau des carrefours. Ce problème est plus lisible au niveau du carrefour à proximité de l'université. Dans cette zone la circulation est devenue pratiquement difficile du fait que ce carrefour dessert l'accès à l'université et la voie allant vers EL Wiam et El M'hafir ainsi que la voie allant vers la zone haute. L'objectif de cette étude était de proposer un réaménagement du carrefour à proximité de l'université afin de rendre la circulation plus fluide. La méthodologie suivie était basée sur une étude d'expertise afin de déceler tous les problèmes liés à la circulation au niveau de ce carrefour. Une campagne de comptage du trafic a été menée afin de déterminer les voies les plus sollicitées par la circulation. En parallèle, une étude du trafic au niveau du carrefour nous a permis de penser à proposer trois variantes d'aménagement et après étude des trois variantes nous avons opté pour celle qui prévoit un ouvrage de passage souterrain dans le prolongement de la route nationale afin de dégorger la circulation dans ce sens. D'autre part nous avons pensé à créer un nouveau carrefour en face de l'université afin de régler la circulation des véhicules sortants et entrants à l'université et les véhicules allant et venant des zones urbaines El Wiam, El M'hafir et de la zone haute et essentiellement la circulation des bus des étudiants qui posent un grand problème de circulation dans cette zone. Une étude complémentaire relative aux différents réseaux a été établie. D'autre part et dans un contexte de mise en œuvre et afin de palier aux contraintes liées aux réseaux d'assainissement, d'eau potable et de gaz, nous avons proposé dans un cadre d'étude à faire dévier ces réseaux afin de permettre la réalisation du passage souterrain.

Enfin de cette étude nous pouvons dire que ce travail nous a permis d'acquérir une bonne expérience en matière de travaux sur le terrain ainsi que la possibilité de proposer sur la base d'étude du trafic des aménagements susceptibles de répondre aux besoins des usagers de la route et de pouvoir donner des solutions techniques à un problème de trafic qui touche notre ville.

Nous pensons enfin que ce travail aura une suite en matière de mise en œuvre ou de perspective pour des futures études dans ce sens nous proposons d'entreprendre les études suivantes:

- Une étude technico-économique de la variante proposée.
- des études au niveau des autres carrefours sur le prolongement de la route nationale.

Références Bibliographiques

- ANIREF. 2011.** « Rubrique monographie Wilaya de Laghouat ». Agence National d'Intermédiation et de Régulation Foncière.
- Annane, Abd-A. 2013.** « Mur de soutènement en zone sismique ». Université de Batna.
- Benkouider, Fatiha, Abdelkader Abdellaoui, Et Latifa Hamami. 2006.** « Le Réseau Routier : Un Indicateur De La Dynamique Urbaine. Cas De La Ville De Laghouat (Algérie) ».
- Certu. 2009.** « Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines ». <http://dtrf.setra.equipement.gouv.fr>.
- Circulaire. 2013.** « Instruction interministérielle sur la signalisation routière du 22 octobre 1963 », 31 mars 2013.
- CTTP. 2001.** « catalogue de dimensionnement des chaussées neuves ».
- FLANDRIN, J. 1952.** « Monographies Régionales, 1re série: Algérie-N°14 les chaînes Atlastiques et la bordure Nord du Sahara, Aperçu d'ensemble. »
- GERARD P., BERTNARD H. 2002.** *Fondations et ouvrages en terre.*
- GTAR.** « Guide technique d'assainissement routier ».
- Hachi, S. 2016.** « Hachi.S,"Effet de l'incertitude dans les paramètres mécanique et dynamique sur la performance et le coefficient de comportement global des structure ». Master acadimique, Djelfa.
- .LCPC, SETRA. 1998.** « Catalogue des structures types de chaussées neuves ».
- SETRA. 1991.** « Guide technique, Éclairage de carrefour à sens giratoire ».
- Zeroual, F.** « Etude du comportement d'un mur de soutènement soumis à des sollicitations dynamiques, ». Batna : Université Batna.
- wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Laghouat** ». Population de la commune de Laghouat

Annexe

Annexe du Chapitre IV
Présentation du projet

IV. PRESENTATION DU PROJET

IV.1 Etat actuel et problématique



FigureIV.1: Etat de débouchage dans le carrefour giratoire



FigureIV.2 : Aire de stationnement du transport de l'université



FigureIV.3 : Poids lourd - Semi-remorque



FigureIV.4 : Poids lourd – 3 essieux



FigureIV.5 : Transport commun – autobus et minibus



FigureIV.6 : Transport commun – Autocar -



FigureIV.7 : Etat de conflit dans le carrefour N°02

*Annexe du Chapitre V:
Travaux sur le terrain*

V. Travaux sur le terrain

V.1 Etude topographique



FigureIV.8 : Photo de la levée topographique

V.2 Etude géotechnique

RAPPORT DE FORAGE																	
Client :																	
Projet : Masjid pole Laghouat						Dossier N° : sans titre											
Endroit :																	
Date début :			Coordonnées GPS:			Boue de forage :			Etat des échantillons :								
Date fin :			X :			Type forage :			Intact	Remanié	Perdu	Carotte					
Profondeur forée (m) : 6			Y :			Foreuse :											
Niveau d'eau (m) :			Z :														
Échelle (m)	Élévation (m) Profondeur (m)	Récupération				Nb coups/15cm	N ou RQD	Tubage	Type et Numéro	Etat	Profondeur Echantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION	ESSAIS DE LABORATOIRE		
		25	50	75	100												
0.5																	
1.0																	
1.5																	
2.0																	
2.5																	
3.0																	
3.5																	
4.0																	
4.5																	
5.0	-5.00																
5.5	5.00																
6.0	-6.00																
6.5	6.00																
7.0																	
7.5																	
8.0																	
8.5																	
REMARQUES :												TYPE D'ECHANTILLON :		ABREVIATIONS :			
												CF : Carottier fendu		AG : Analyse granulométrique		CIS : Cisaillement rectiligne	
												TM : Tube à paroi mince		S : Sédimentométrie		TR : Cisaillement Triaxial	
												PS : Tube à position fixe		L : Limites d'Atterberg(WL,IP)		Rc : Résistance à la compression	
												CR : Tube carottier		W : Teneur en eau		OED : Essai oedométrique	
												TO : Tube ouvert		PV : Poids volumique(Sd, Gh)		GL : Gonflement libre	
														AC : Analyse chimique		R : Refus à renforcement	
Préparé par :						Vérifié par :						28/05/2016		Page : 1 de 1			

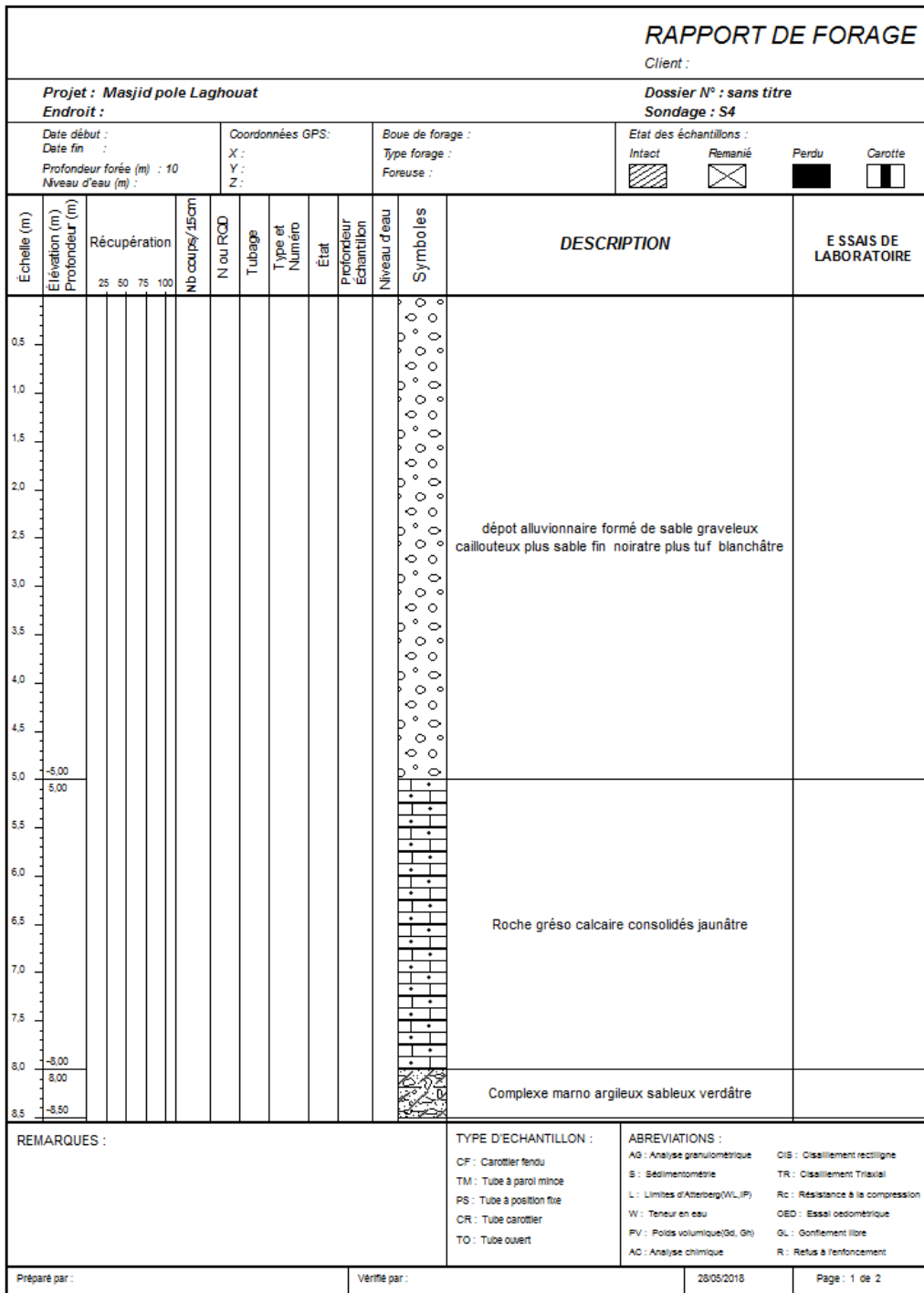
Programme : Soless 2007 ©

FigureIV.9 : Coupe lithologique du sondage 01

RAPPORT DE FORAGE																	
Client :																	
Projet : Masjid pole Laghouat						Dossier N° : sans titre											
Endroit :																	
Date début :			Coordonnées GPS:			Boue de forage :			Etat des échantillons :								
Date fin :			X :			Type forage :			Intact	Remanié	Perdu	Carotte					
Profondeur forée (m) : 8			Y :			Foreuse :											
Niveau d'eau (m) :			Z :														
Échelle (m)	Élévation (m) Profondeur (m)	Récupération			Nb coups/15cm	N ou RQD	Tubage	Type et Numéro	État	Profondeur Echantillon	Niveau d'eau	Symboles	DESCRIPTION	ESSAIS DE LABORATOIRE			
		25	50	75											100		
0.5																	
1.0																	
1.5																	
2.0																	
2.5																	
3.0																	
3.5																	
4.0																	
4.5																	
5.0																	
5.5																	
6.0	-6.00																
6.5	6.00																
7.0																	
7.5																	
8.0	-8.00																
8.5	8.00																
REMARQUES :												TYPE D'ECHANTILLON :		ABREVIATIONS :			
												CF : Carottier fendu		AG : Analyse granulométrique		CIS : Cisaillement rectiligne	
												TM : Tube à paroi mince		S : Sédimentométrie		TR : Cisaillement Triaxial	
												PS : Tube à position fixe		L : Limites d'Atterberg(WL,IP)		Rc : Résistance à la compression	
												CR : Tube carottier		W : Teneur en eau		OED : Essai oedométrique	
												TO : Tube ouvert		PV : Poids volumique(S _d , G _n)		GL : Gonflement libre	
														AC : Analyse chimique		R : Refus à renforcement	
Préparé par :						Vérifié par :			28/05/2016		Page : 1 de 1						

Programme: Solesis 2007 ©

FigureIV.10 : Coupe lithologique du sondage 03



Programme: Soltest 2007 ©

FigureIV.11 : Coupe lithologique du sondage 04

Projet : Masjid pole Laghouat

Client :

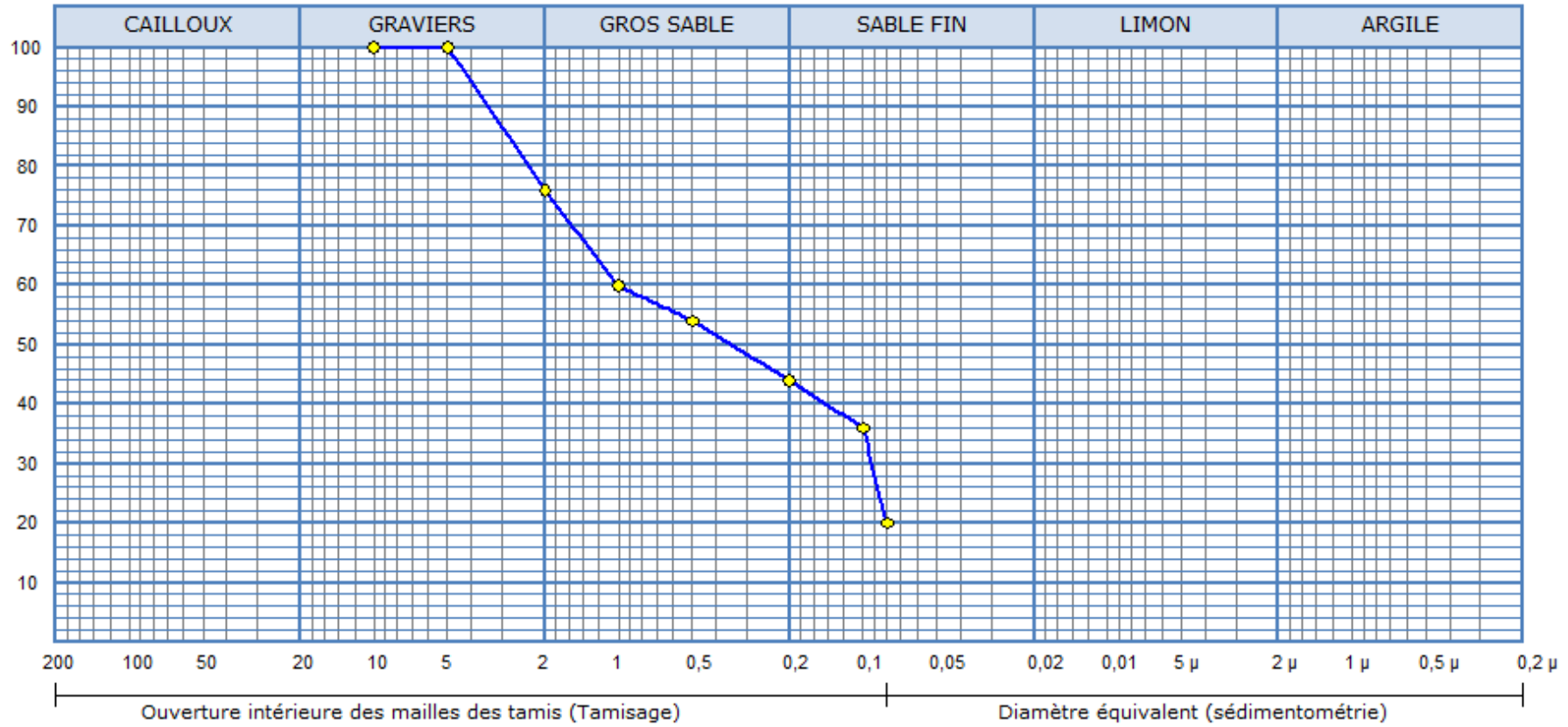
Localisation :

Date essai :

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Selon NFP 94-056

—●— S 2 (Depot alluvionnaire:



FigureIV.13 : Courbe d'analyse granulométrique s1 (dépôt alluvionnaire)

Projet : Masjid pole Laghouat

Client :

Localisation :

Date essai :

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Selon NFP 94-056

—●— S 5 (complexe marneux argileux sableux):

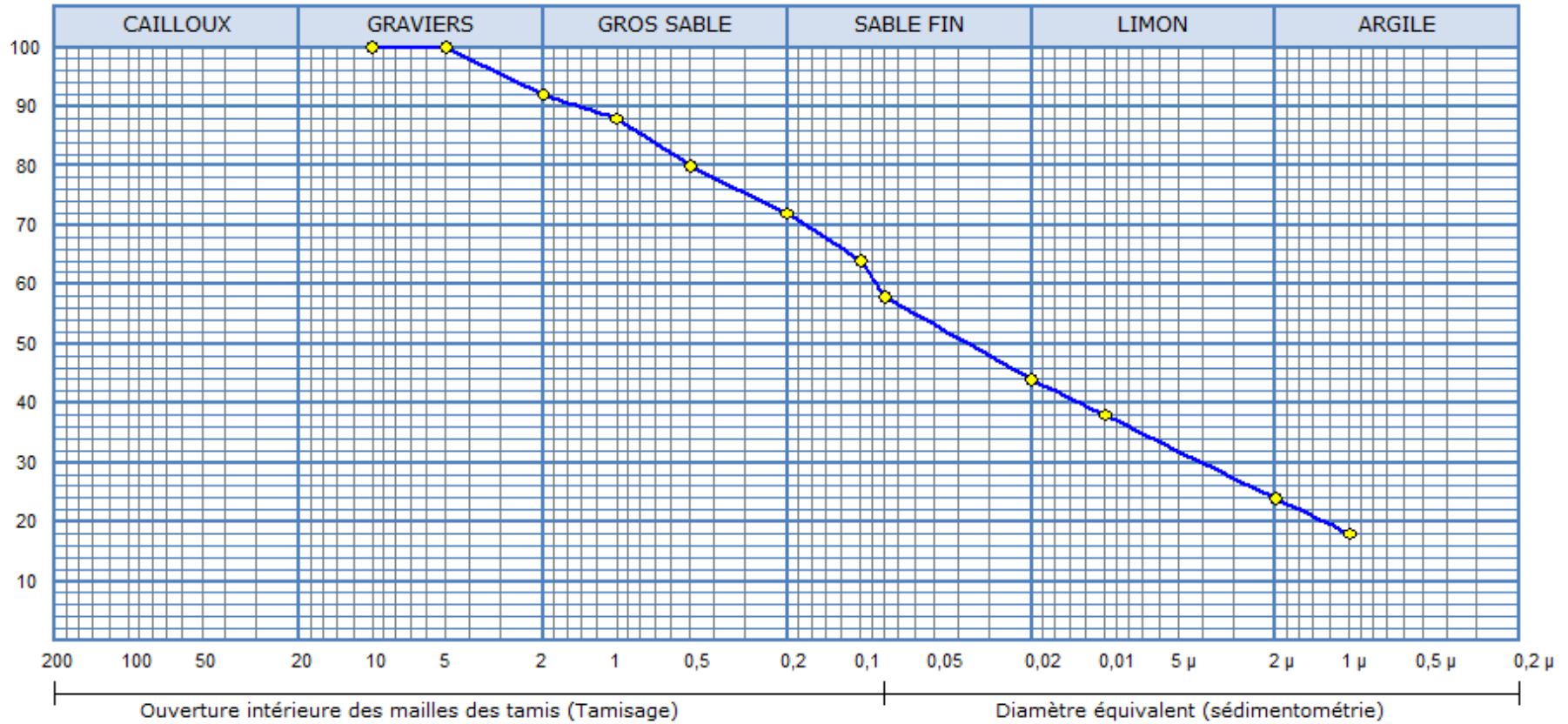
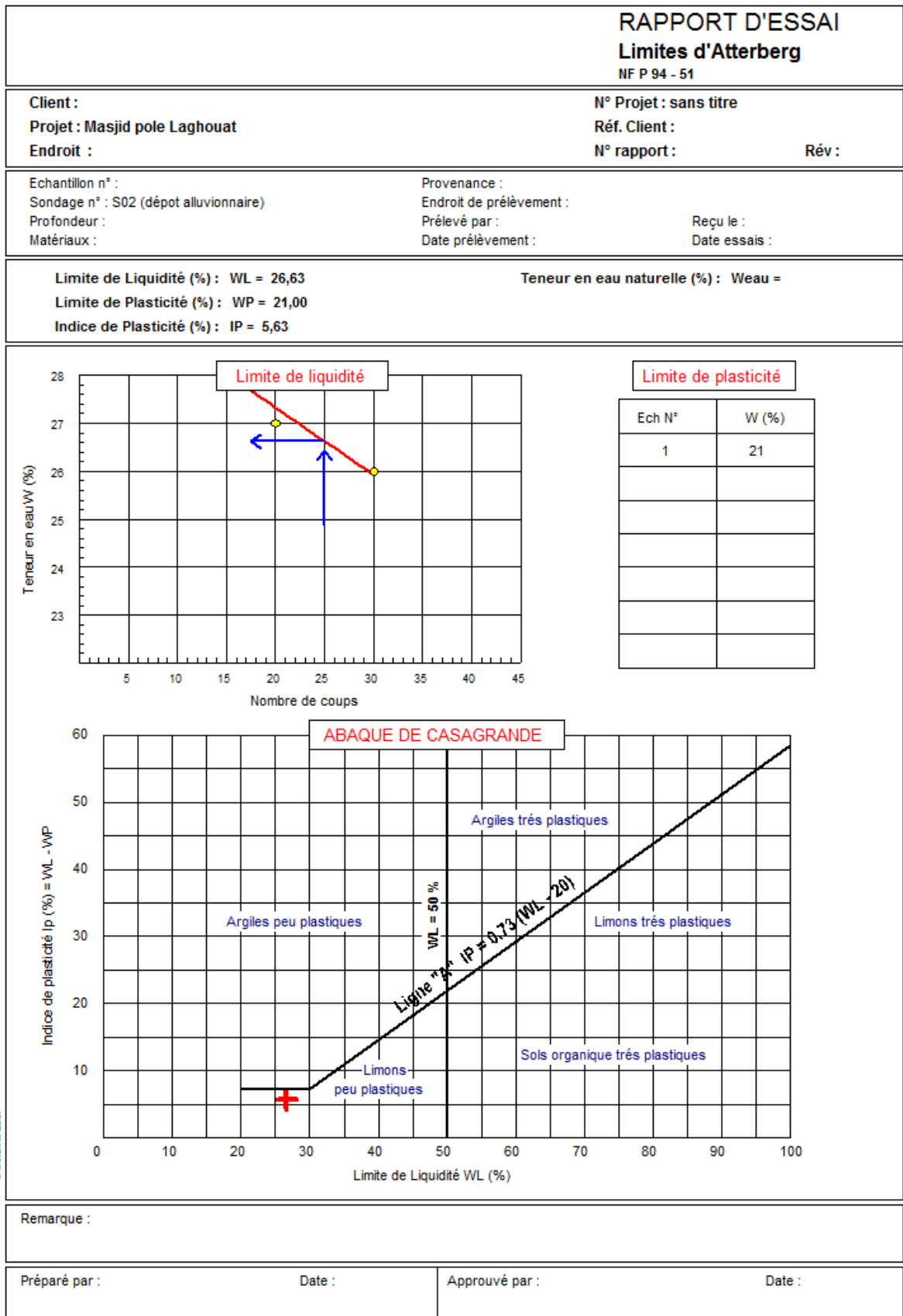


Figure IV.14 : Courbe d'analyse granulométrique s5 (complexe marneux argileux sableux)



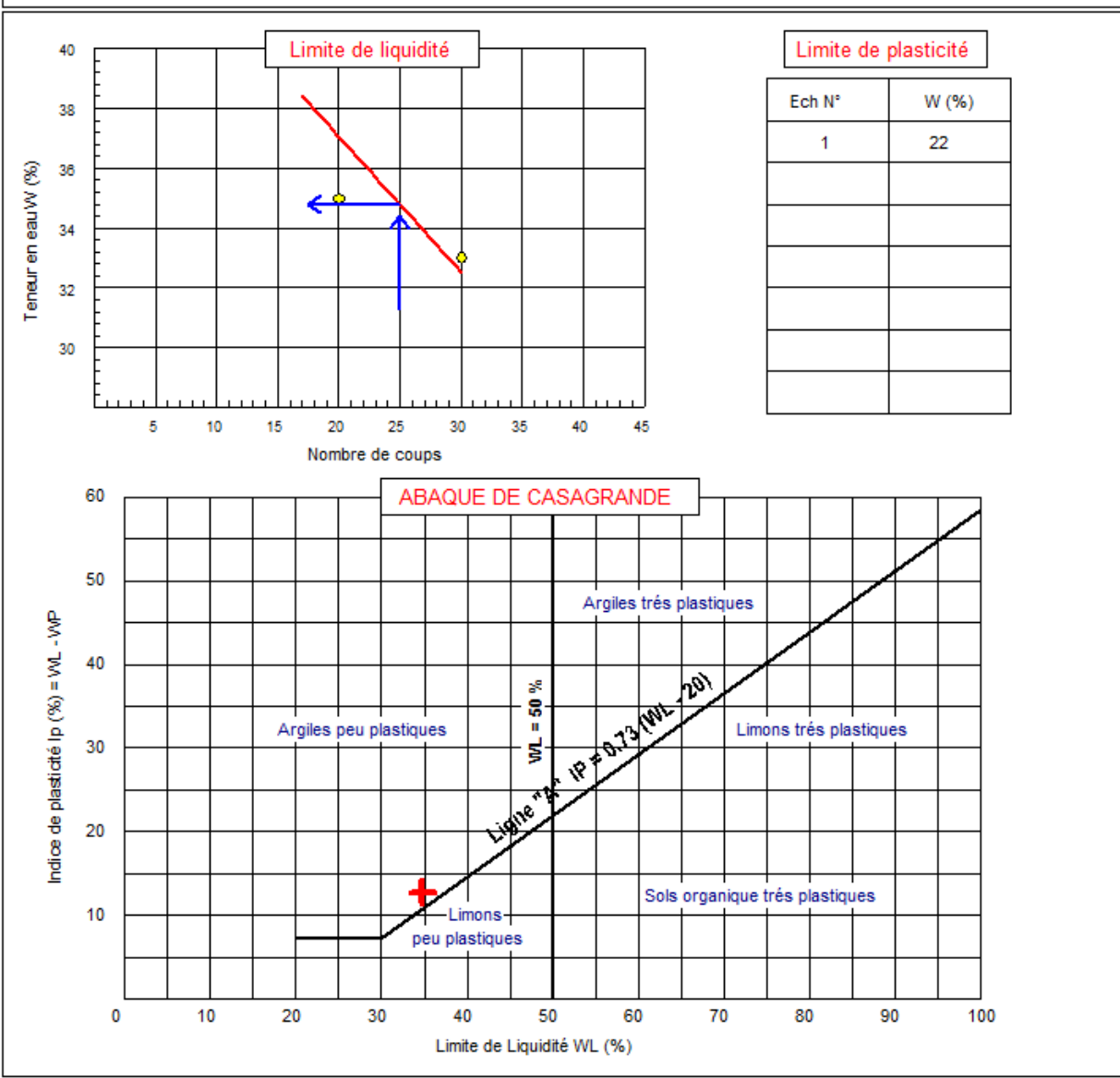
FigureIV.15 : Limite d'Atterberg S1 (dépot alluvionnaire)

RAPPORT D'ESSAI
Limites d'Atterberg
NF P 94 - 51

Client : N° Projet : sans titre
Projet : Masjid pole Laghouat **Réf. Client :**
Endroit : N° rapport : **Rév :**

Echantillon n° : Provenance :
Sondage n° : S05 (complexe marneux argileux sableux) Endroit de prélèvement :
Profondeur : Prélèvement par : Reçu le :
Matériaux : Date prélèvement : Date essais :

Limite de Liquidité (%) : WL = 34,79 **Teneur en eau naturelle (%) :** Weau =
Limite de Plasticité (%) : WP = 22,00
Indice de Plasticité (%) : IP = 12,79



Remarque :

Préparé par : Date : Approuvé par : Date :

FigureIV.16 : Limite d'Atterberg S5 (complexe marneux argileux sableux)

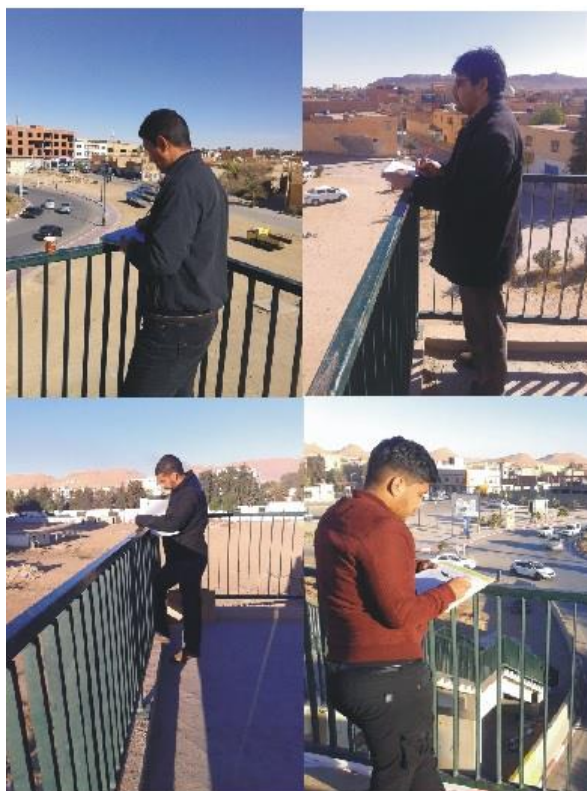
Annexe du Chapitre V II :
Etude d'expertise et diagnostique

VI. Etude d'expertise et diagnostique

VI.1 Réalisation du comptage



FigureIV.17 : Réalisation de comptage carrefour (02)



FigureIV.18 : Réalisation du comptage au niveau du giratoire



FigureIV.19: comptage directionnel

Nom de l'agent : A. hak

Date 15/1/2019

N° du poste : 01

Nom du tronçon : giratoire université

PA 51

Nom du Poste : giratoire vers Alger

Direction : De giratoire Vers Alger

Heure	Véhicule Particulier	Véhicule Utilitaire (Camionnette, Fourgon,)	Minibus	Autocars	Petit camion à 2 essieux	Grand camion à 3 essieux et plus	Ensemble articulé 2 roues
17h00	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 100 150 200 250 300	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
17h15	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 100 150 180 200 250	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
17h30	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 100 150 200 250 300	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
17h45	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 100 150 200 250 300	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
18h00	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 100 150 200 250 300	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
18h15	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 100 150 200 250	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

2017 / 2018 - Université de Laghouat – Faculté De Génie Civil Et D'architecture – Département De Génie Civil - VOA Master 2

FigureIV.20: Feuille de comptage

Tableau IV-1 : Résultat du comptage de poste 01 – sens 01

POSTE 01	Sens 01 : Du Alger vers Giratoire							TOTAL (VP)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
7H00-7H15	205	13	7	4	12	0	0	241
7H15-7H30	218	12	6	2	10	0	0	248
7H30-7H45	225	18	5	3	13	1	0	265
7H45-8H00	222	25	8	3	12	0	0	270
8H00-8H15	230	38	11	6	16	0	0	301
8H15-8H30	270	42	7	3	24	1	0	347
8H30-8H45	240	42	15	4	20	3	1	325
8H45-9H00	340	50	9	5	22	1	0	427
9H00-9H15	250	46	14	3	21	0	0	334
9H15-9H30	290	61	11	5	8	3	2	380
9H30-9H45	270	66	11	3	16	0	0	366
9H45-10H00	325	60	5	3	11	0	0	404
10H00-10H15	280	69	13	4	12	0	0	378
10H15-10H30	305	74	15	3	16	0	0	413
10H30-10H45	310	66	11	5	10	2	0	404
10H45-11H00	320	71	12	4	11	1	0	419
11H00-11H15	340	77	15	5	8	0	0	445
11H15-11H30	350	76	9	3	16	0	2	456
11H30-11H45	290	62	10	4	10	1	0	377
11H45-12H00	310	47	19	4	17	1	0	398
12H00-12H15	334	78	16	3	14	0	1	446
12H15-12H30	235	35	11	2	9	0	0	292
12H30-12H45	255	26	12	3	15	0	0	311
12H45-13H00	280	41	12	4	11	0	0	348
13H00-13H15	282	42	12	4	14	0	0	354
13H15-13H30	275	46	16	4	16	0	0	357
13H30-13H45	265	48	7	6	4	0	1	331
13H45-14H00	311	53	8	5	9	0	0	386
14H00-14H15	300	47	7	5	6	0	0	365
14H15-14H30	317	72	11	8	9	0	0	417
14H30-14H45	300	74	11	5	12	0	0	402
14H45-15H00	270	63	12	8	14	0	0	367
15H00-15H15	250	46	12	8	14	0	0	330
15H15-15H30	265	41	8	7	10	2	0	333
15H30-15H45	250	55	15	8	10	0	0	338
15H45-16H00	270	40	11	5	10	0	1	337
16H00-16H15	293	42	13	6	12	0	0	366
16H15-16H30	260	58	8	10	12	0	0	348
16H30-16H45	340	58	13	4	9	0	0	424
16H45-17H00	320	56	7	7	7	0	0	397
17H00-17H15	300	67	8	4	9	0	0	388
17H15-17H30	345	65	9	5	7	0	1	432
17H30-17H45	320	75	6	11	7	0	0	419
17H45-18H00	336	61	4	5	7	0	0	413
18H00-18H15	300	51	4	2	10	0	0	367
18H15-18H30	325	49	3	2	5	0	0	384
18H30-18H45	307	42	4	2	5	0	1	361
18H45-19H00	340	60	5	4	9	0	0	418
TOTAL	12965	2438	452	211	514	15	10	16605

Tableau IV-2: Résultat du comptage de Poste 01 – sens 02

POSTE 01	Sens 02 : Du Giratoire vers Alger							TOTAL (VP)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
7H00-7H15	155	8	5	4	7	0	0	179
7H15-7H30	148	11	6	2	8	0	0	175
7H30-7H45	140	12	5	3	10	1	0	171
7H45-8H00	145	10	7	3	12	0	0	177
8H00-8H15	143	11	4	4	3	1	0	166
8H15-8H30	150	14	8	9	6	1	0	188
8H30-8H45	173	19	16	10	10	4	0	232
8H45-9H00	176	19	9	6	7	4	1	222
9H00-9H15	180	18	11	9	9	4	1	232
9H15-9H30	177	12	11	6	10	1	0	217
9H30-9H45	190	18	13	4	15	0	1	241
9H45-10H00	177	14	13	4	12	1	0	221
10H00-10H15	157	15	9	5	8	4	0	198
10H15-10H30	166	16	10	5	8	0	0	205
10H30-10H45	178	7	15	4	13	0	1	218
10H45-11H00	182	12	16	3	6	2	0	221
11H00-11H15	188	21	11	4	6	2	0	232
11H15-11H30	214	18	18	7	14	0	1	272
11H30-11H45	174	20	13	8	13	3	0	231
11H45-12H00	168	12	7	5	5	0	0	197
12H00-12H15	227	22	17	5	14	1	0	286
12H15-12H30	235	48	15	4	20	0	0	322
12H30-12H45	200	49	9	5	10	0	1	274
12H45-13H00	240	47	11	4	10	1	0	313
13H00-13H15	232	37	12	4	8	0	0	293
13H15-13H30	264	40	14	3	6	1	0	328
13H30-13H45	259	32	9	2	0	0	0	302
13H45-14H00	250	30	7	4	8	1	0	300
14H00-14H15	239	39	11	4	8	2	0	303
14H15-14H30	225	32	15	4	7	2	0	285
14H30-14H45	216	29	7	3	6	1	0	262
14H45-15H00	207	27	9	6	8	0	2	259
15H00-15H15	218	23	9	2	6	6	0	264
15H15-15H30	198	22	8	2	7	1	0	238
15H30-15H45	230	20	8	5	4	1	1	269
15H45-16H00	273	38	10	5	9	1	0	336
16H00-16H15	264	40	9	5	5	0	0	323
16H15-16H30	282	37	14	4	7	2	0	346
16H30-16H45	308	41	11	6	11	2	0	379
16H45-17H00	277	32	8	5	5	0	0	327
17H00-17H15	286	25	9	4	8	0	0	332
17H15-17H30	263	30	8	4	7	0	1	313
17H30-17H45	273	37	4	4	5	1	0	324
17H45-18H00	282	39	3	5	10	0	0	339
18H00-18H15	256	19	2	7	7	0	0	291
18H15-18H30	283	23	3	5	4	0	0	318
18H30-18H45	260	21	4	3	2	0	0	290
18H45-19H00	255	12	3	3	5	1	0	279
TOTAL	9795	1137	433	210	352	51	10	11988

Tableau IV-3: Résultat du comptage de Poste 02 – sens 01

Poste 02	sens 01 : du giratoire vers Ghardaïa droite							TOTAL (VP)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
7H00-7H10	46	12	6	1	3	0	0	68
7H10-7H20	45	15	5	2	5	0	0	72
7H20-7H30	48	17	8	2	5	0	0	80
7H30-7H40	50	18	8	1	6	0	0	83
7H40-7H50	50	19	7	3	10	0	0	89
7H50-8H00	65	13	1	4	7	1	0	91
8H00-8H10	105	22	13	5	7	0	0	152
8H10-8H20	130	21	9	3	9	1	0	173
8H20-8H30	90	13	3	1	11	1	0	119
8H30-8H40	100	25	8	4	4	1	1	143
8H40-8H50	105	24	11	1	4	0	0	145
8H50-9H00	80	16	3	4	9	1	0	113
9H00-9H10	140	29	9	2	10	0	0	190
9H10-9H20	160	29	13	1	9	1	0	213
9H20-9H30	160	24	5	5	4	0	2	200
9H30-9H40	100	20	6	4	5	0	0	135
9H40-9H50	130	23	3	1	8	1	0	166
9H50-10H00	170	27	7	4	7	1	0	216
10H00-10H15	180	25	12	3	10	0	0	230
10H15-10H30	190	35	10	4	7	0	0	246
10H30-10H45	190	35	8	3	13	1	0	250
10H45-11H00	190	31	9	3	10	1	0	244
11H00-11H15	220	50	13	6	4	0	0	293
11H15-11H30	250	60	9	1	13	0	1	334
11H30-11H45	190	24	11	3	8	3	0	239
11H45-12H00	190	33	11	4	11	0	0	249
12H00-12H15	240	40	14	2	10	0	1	307
12H15-12H30	170	28	7	6	8	0	0	219
12H30-12H45	206	25	8	3	11	0	0	253
12H45-13H00	210	31	10	4	11	0	0	266
13H00-13H15	190	33	19	9	11	3	0	265
13H15-13H30	210	35	28	11	8	0	0	292
13H30-13H45	190	35	21	12	11	1	0	270
13H45-14H00	200	35	26	14	15	1	0	291
14H00-14H15	210	35	11	7	8	0	0	271
14H15-14H30	190	35	15	9	10	1	0	260
14H30-14H45	210	35	22	6	15	1	0	289
14H45-15H00	240	35	13	7	7	1	0	303
15H00-15H15	300	29	21	5	9	0	0	364
15H15-15H30	350	35	13	8	5	0	0	411
15H30-15H45	300	35	11	5	2	1	0	354
15H45-16H00	250	45	15	8	6	1	0	325
16H00-16H15	280	35	10	5	5	1	1	337
16H15-16H30	240	34	7	7	15	3	0	306
16H30-16H45	250	45	10	5	5	3	0	318
16H45-17H00	350	35	14	7	5	3	0	414
17H00-17H15	400	75	16	4	2	1	0	498
17H15-17H30	370	35	15	5	5	1	0	431
17H30-17H45	330	45	8	7	4	0	0	394
17H45-18H00	400	55	4	5	4	0	0	468
18H00-18H15	300	35	9	5	7	0	0	356
18H15-18H30	240	35	3	0	8	0	0	286
18H30-18H45	270	35	3	3	5	0	1	317
18H45-19H00	240	35	4	4	3	1	0	287
TOTAL	10710	1705	565	248	414	36	7	13685

Tableau IV-4 : Résultat du comptage de Poste 02 – sens 02

Poste 02	sens 02 : du giratoire vers Ghardaïa gauche							TOTAL (VP)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
7H00-7H10	45	11	6	4	4	0	0	70
7H10-7H20	48	10	5	3	5	0	0	71
7H20-7H30	44	11	4	1	4	0	0	64
7H30-7H40	50	11	6	3	6	0	0	76
7H40-7H50	50	8	8	3	0	0	0	69
7H50-8H00	50	5	7	1	0	0	0	63
8H00-8H10	140	32	14	7	11	5	1	210
8H10-8H20	130	16	12	3	15	2	0	178
8H20-8H30	80	18	3	5	4	0	0	110
8H30-8H40	120	14	6	2	4	2	0	148
8H40-8H50	80	26	9	5	6	2	0	128
8H50-9H00	80	26	4	3	8	2	0	123
9H00-9H10	140	24	10	3	6	0	0	183
9H10-9H20	140	26	11	4	8	0	1	190
9H20-9H30	140	22	11	4	9	0	1	187
9H30-9H40	120	14	6	3	4	0	0	147
9H40-9H50	90	30	6	4	6	0	0	136
9H50-10H00	170	15	7	3	6	0	0	201
10H00-10H15	240	22	12	6	12	1	0	293
10H15-10H30	250	40	9	5	3	0	0	307
10H30-10H45	210	33	16	5	12	0	1	277
10H45-11H00	210	46	12	3	8	0	1	280
11H00-11H15	200	60	10	3	4	0	0	277
11H15-11H30	240	55	12	4	8	0	1	320
11H30-11H45	200	45	12	5	6	1	0	269
11H45-12H00	210	35	9	5	13	0	0	272
12H00-12H15	250	45	8	5	10	0	0	318
12H15-12H30	190	26	14	6	16	0	0	252
12H30-12H45	210	35	11	5	7	0	1	269
12H45-13H00	190	33	10	3	15	1	0	252
13H00-13H15	190	34	18	6	11	2	0	261
13H15-13H30	190	35	21	10	11	0	0	267
13H30-13H45	190	35	28	15	15	0	0	283
13H45-14H00	170	35	11	15	16	0	0	247
14H00-14H15	280	85	12	5	4	2	0	388
14H15-14H30	286	42	8	5	7	0	0	348
14H30-14H45	258	35	11	3	7	0	1	315
14H45-15H00	287	41	10	7	12	1	1	359
15H00-15H15	260	26	10	5	10	0	0	311
15H15-15H30	250	46	11	2	7	0	0	316
15H30-15H45	227	48	7	6	3	0	1	292
15H45-16H00	233	28	11	6	6	0	0	284
16H00-16H15	300	39	10	3	3	0	0	355
16H15-16H30	310	41	14	4	9	0	0	378
16H30-16H45	290	31	6	6	9	0	0	342
16H45-17H00	300	49	10	6	8	0	0	373
17H00-17H15	350	42	10	6	9	0	0	417
17H15-17H30	254	44	5	6	4	0	0	313
17H30-17H45	392	49	6	5	10	0	0	462
17H45-18H00	350	49	6	6	16	0	0	427
18H00-18H15	420	49	5	8	9	0	0	491
18H15-18H30	300	47	8	5	7	0	0	367
18H30-18H45	300	42	3	3	3	0	0	351
18H45-19H00	240	42	2	1	3	1	0	289
TOTAL	10944	1808	513	260	419	22	10	13976

VII. Calcul et dimensionnement de la variante adopté

Tableau IV-5: Eléments de l'axe en plan de l'axe principal

Elément	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0	486487.652	3739628.41
D2	ANG = 85.518g	83.472			
			83.472	486506.477	3739709.74
LI1	XC= 486993.596				
	YC= 3739596.970				
	R = -500.000	313.398			
			396.87	486665.216	3739974.02
D1	ANG = 45.615g	265.191			
			662.061	486865.196	3740148.19
Longueur de l'axe			662.061		

Tableau IV-6 : Eléments du profil en long de l'axe principal

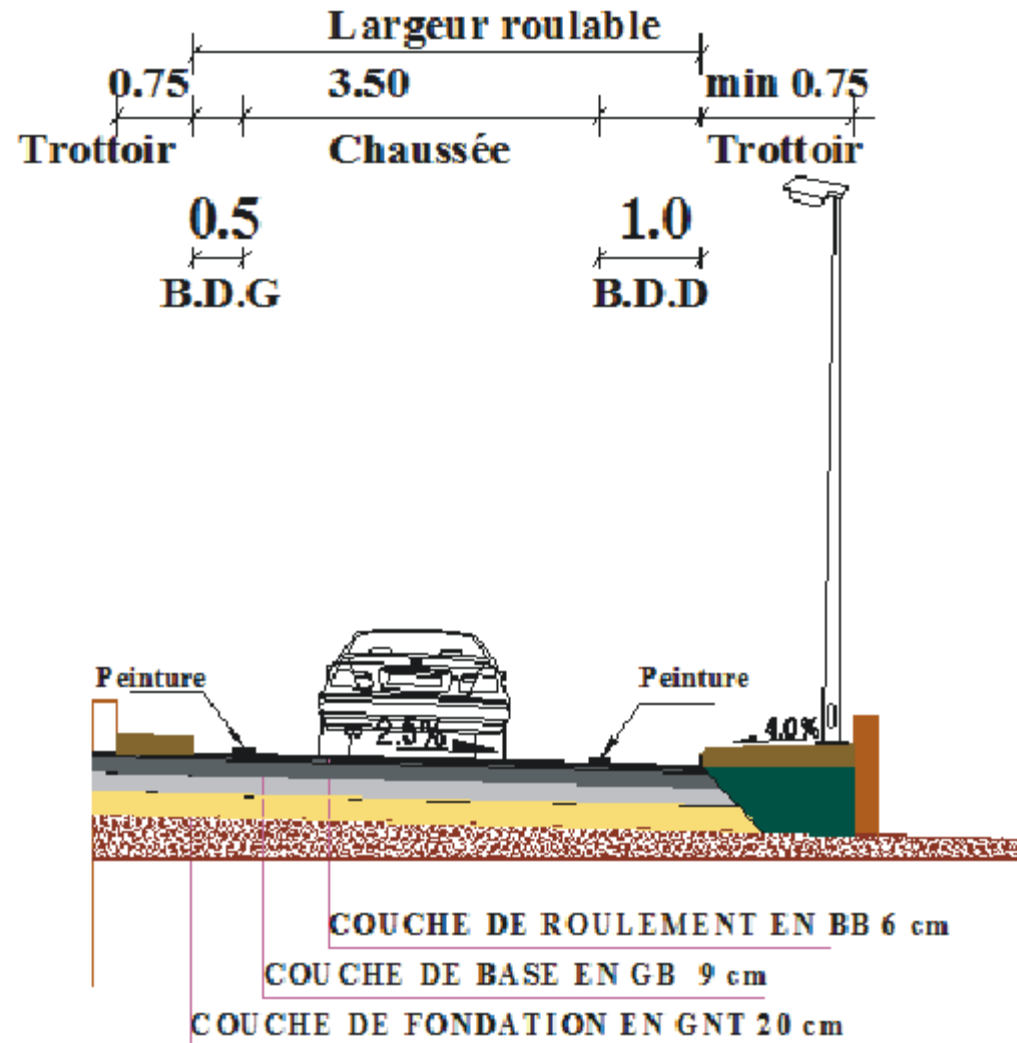
Elément	caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0	771.1
D1	PENTE= 0.288 %	131.92		
			131.92	771.48
1	S= 136.2361 Z= 771.4858			
	R = -1500.00	94.317		
			226.236	768.786
D2	PENTE= -6.000 %	25.968		
			252.204	767.228
2B	S= 300.2038 Z= 765.7878			
	R = 800.00	52		
			304.204	765.798
DO1B	PENTE= 0.500 %	62.828		
			367.032	766.112
3B	S= 363.0318 Z= 766.1019			
	R = 800.00	44		
			411.032	767.542
D3	PENTE= 6.000 %	19.931		
			430.963	768.738
4	S= 520.9627 Z= 771.4378			
	R = -1500.00	95.172		
			526.135	771.429
D4A	PENTE= -0.345 %	25.226		
			551.361	771.342
4A	S= 568.6029 Z= 771.3121			
	R = 5000.00	41.017		
			592.378	771.369
D4	PENTE= 0.476 %	69.683		
			662.061	771.7
LONGUEUR DE L'AXE		662.061		

Tableau IV7- : Tabulation de l'axe principal

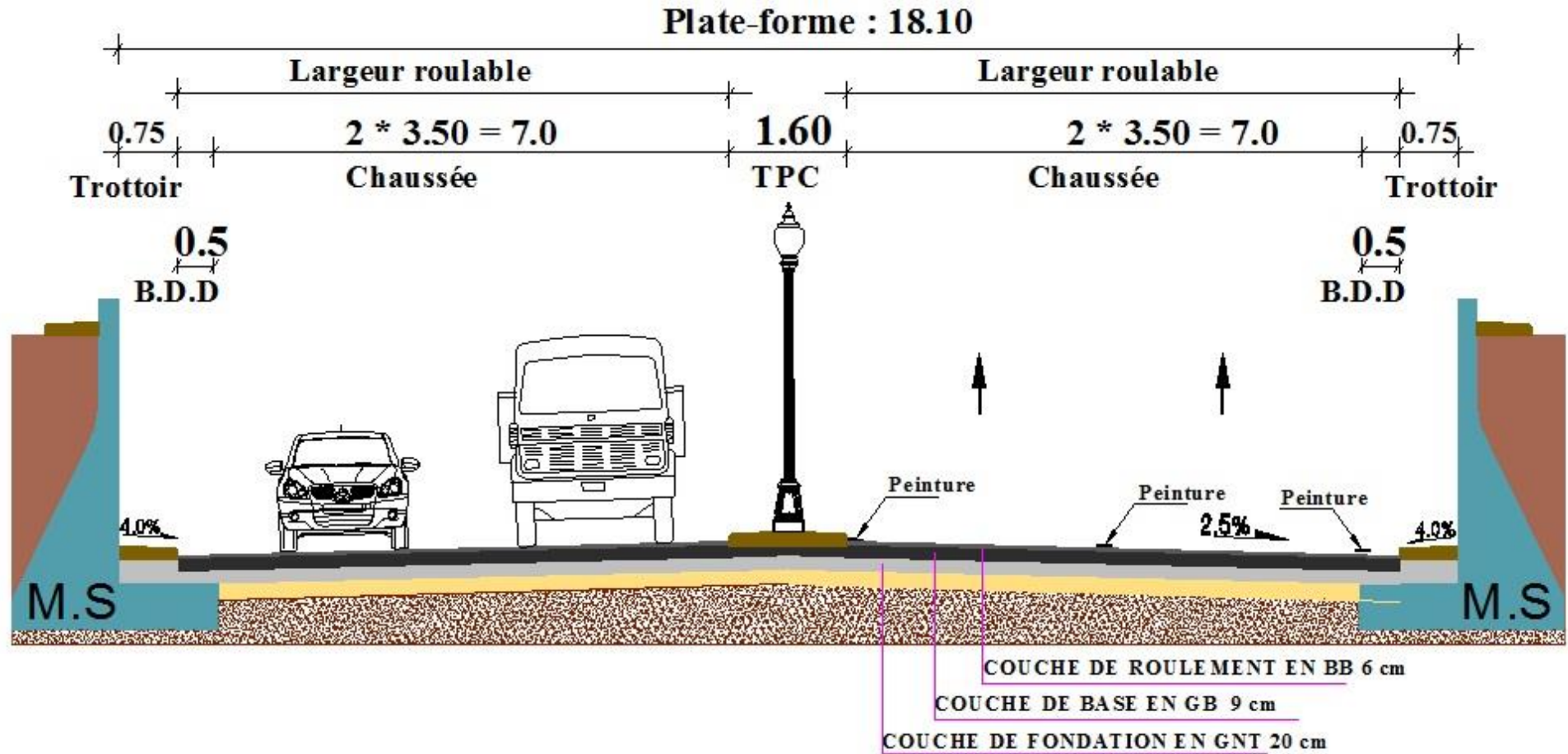
N° PROF	Abcisse Curviligne	X Profil	Y Profil	Cote TN	Cote Projet	Angle Profil	Dev Gau	Dev Dro
1	0+0.00	486487.652	3739628.413	770.992	771.1	385.518g	2.5	-2.5
2	0+13.00	486490.584	3739641.079	771.048	771.137	385.518g	2.5	-2.5
3	0+26.00	486493.516	3739653.744	771.06	771.175	385.518g	2.5	-2.5
4	0+36.00	486495.771	3739663.486	771.069	771.204	385.518g	2.5	-2.5
5	0+46.00	486498.026	3739673.228	771.079	771.232	385.518g	2.5	-2.5
6	0+55.00	486500.056	3739681.996	771.056	771.258	385.518g	2.5	-2.5
7	0+64.00	486502.086	3739690.765	771.039	771.284	385.518g	2.5	-2.5
8	0+73.00	486504.116	3739699.533	771.07	771.31	385.518g	2.5	-2.5
9	0+83.47	486506.477	3739709.735	771.086	771.34	385.518g	2.5	-2.5
10	0+93.00	486508.715	3739718.996	771.127	771.368	384.305g	2.5	-2.5
11	0+104.00	486511.516	3739729.633	771.163	771.399	382.904g	2.5	-2.5
12	0+113.00	486513.982	3739738.289	771.188	771.425	381.758g	2.5	-2.5
13	0+122.00	486516.603	3739746.899	771.204	771.451	380.612g	2.5	-2.5
14	0+139.00	486521.976	3739763.027	771.219	771.483	378.448g	2.5	-2.5
15	0+154.00	486527.169	3739777.098	771.211	771.381	376.538g	2.5	-2.5
16	0+166.00	486531.626	3739788.24	771.212	771.191	375.010g	2.5	-2.5
17	0+186.00	486539.644	3739806.56	771.256	770.66	372.463g	2.5	-2.5
18	0+200.00	486545.69	3739819.187	771.298	770.131	370.681g	2.5	-2.5
19	0+220.00	486554.934	3739836.921	771.345	769.147	368.134g	2.5	-2.5
20	0+235.00	486562.329	3739849.971	771.266	768.26	366.225g	2.5	-2.5
21	0+247.00	486568.525	3739860.247	771.276	767.54	364.697g	2.5	-2.5
22	0+261.00	486576.062	3739872.045	771.194	766.748	362.914g	2.5	-2.5
23	0+274.00	486583.355	3739882.806	771.229	766.217	361.259g	2.5	-2.5
24	0+290.00	486592.71	3739895.785	771.315	765.853	359.222g	2.5	-2.5
25	0+304.65	486601.636	3739907.401	771.083	765.8	357.356g	2.5	-2.5
26	0+308.65	486604.132	3739910.527	771.386	765.82	356.847g	2.5	-2.5
27	0+318.65	486610.481	3739918.253	771.538	765.87	355.574g	2.5	-2.5
28	0+334.65	486620.956	3739930.346	771.527	765.95	353.537g	2.5	-2.5
29	0+350.65	486631.813	3739942.098	771.519	766.03	351.500g	2.5	-2.5
30	0+360.65	486638.787	3739949.264	771.51	766.08	350.226g	2.5	-2.5
31	0+364.65	486641.617	3739952.091	771.502	766.1	349.717g	2.5	-2.5
32	0+379.00	486651.953	3739962.045	771.22	766.261	347.890g	2.5	-2.5
33	0+396.87	486665.216	3739974.02	771.222	766.818	345.615g	2.5	-2.5
34	0+412.00	486676.625	3739983.957	771.183	767.6	345.615g	2.5	-2.5
35	0+427.00	486687.937	3739993.808	771.163	768.5	345.615g	2.5	-2.5
36	0+442.00	486699.248	3740003.66	771.143	769.359	345.615g	2.5	-2.5
37	0+456.00	486709.806	3740012.854	771.125	770.031	345.615g	2.5	-2.5
38	0+470.00	486720.363	3740022.049	771.113	770.572	345.615g	2.5	-2.5
39	0+484.00	486730.921	3740031.244	771.113	770.982	345.615g	2.5	-2.5
40	0+506.00	486747.511	3740045.692	771.096	771.363	345.615g	2.5	-2.5
41	0+520.00	486758.068	3740054.887	771.1	771.437	345.615g	2.5	-2.5
42	0+535.00	486769.38	3740064.738	771.105	771.398	345.615g	2.5	-2.5

43	0+550.00	486780.691	3740074.59	771.119	771.347	345.615g	2.5	-2.5
44	0+564.00	486791.249	3740083.784	771.134	771.314	345.615g	2.5	-2.5
45	0+578.00	486801.806	3740092.979	771.15	771.321	345.615g	2.5	-2.5
46	0+600.00	486818.396	3740107.428	771.252	771.405	345.615g	2.5	-2.5
47	0+620.00	486833.478	3740120.563	771.349	771.5	345.615g	2.5	-2.5
48	0+640.00	486848.56	3740133.698	771.452	771.595	345.615g	2.5	-2.5
49	0+662.06	486865.196	3740148.186	771.566	771.7	345.615g	2.5	-2.5

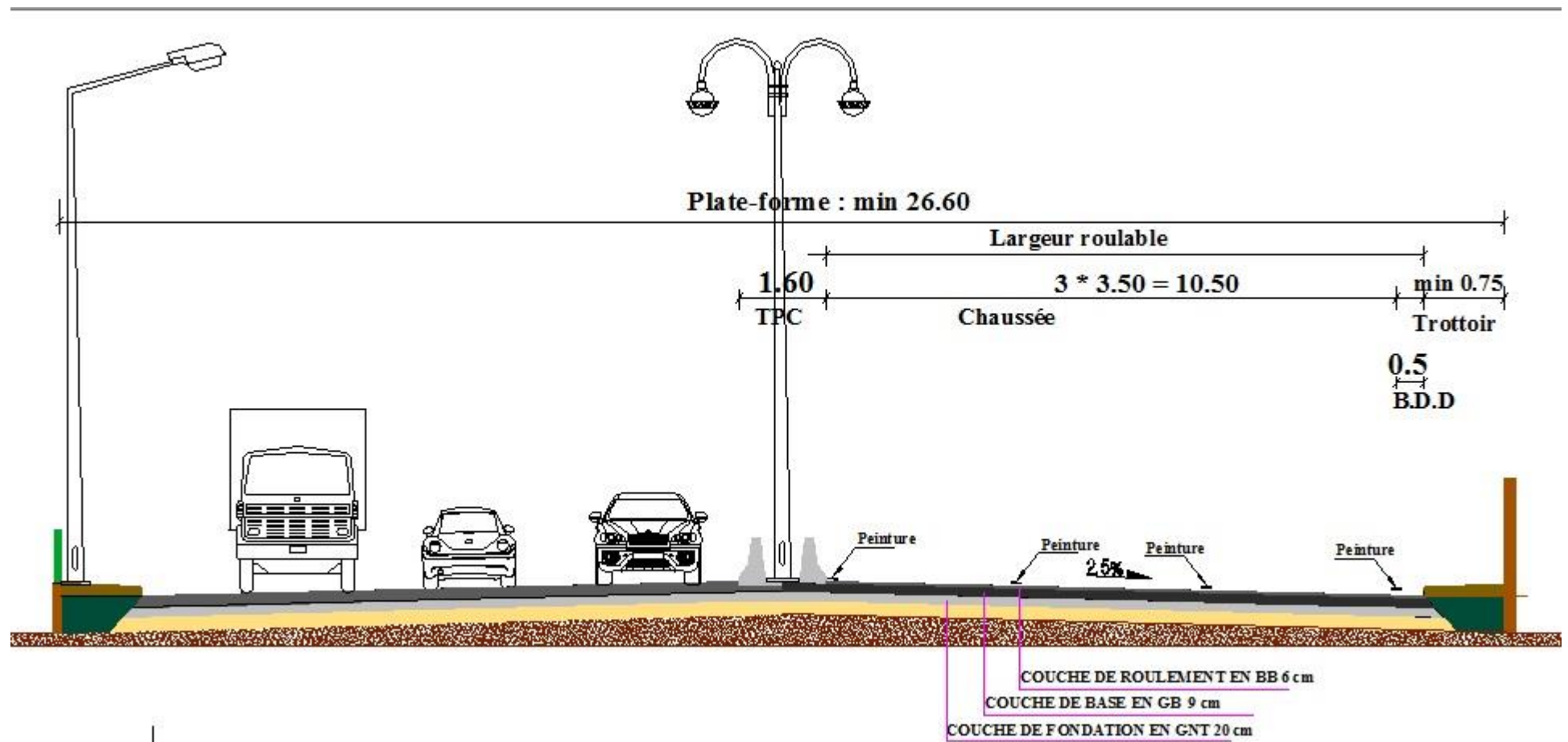
VII.1 Profile en travers



FigureIV.21: Profil en travers type de la voie latérale



FigureIV.22: Profil en travers type du passage souterrain (section ouverte)

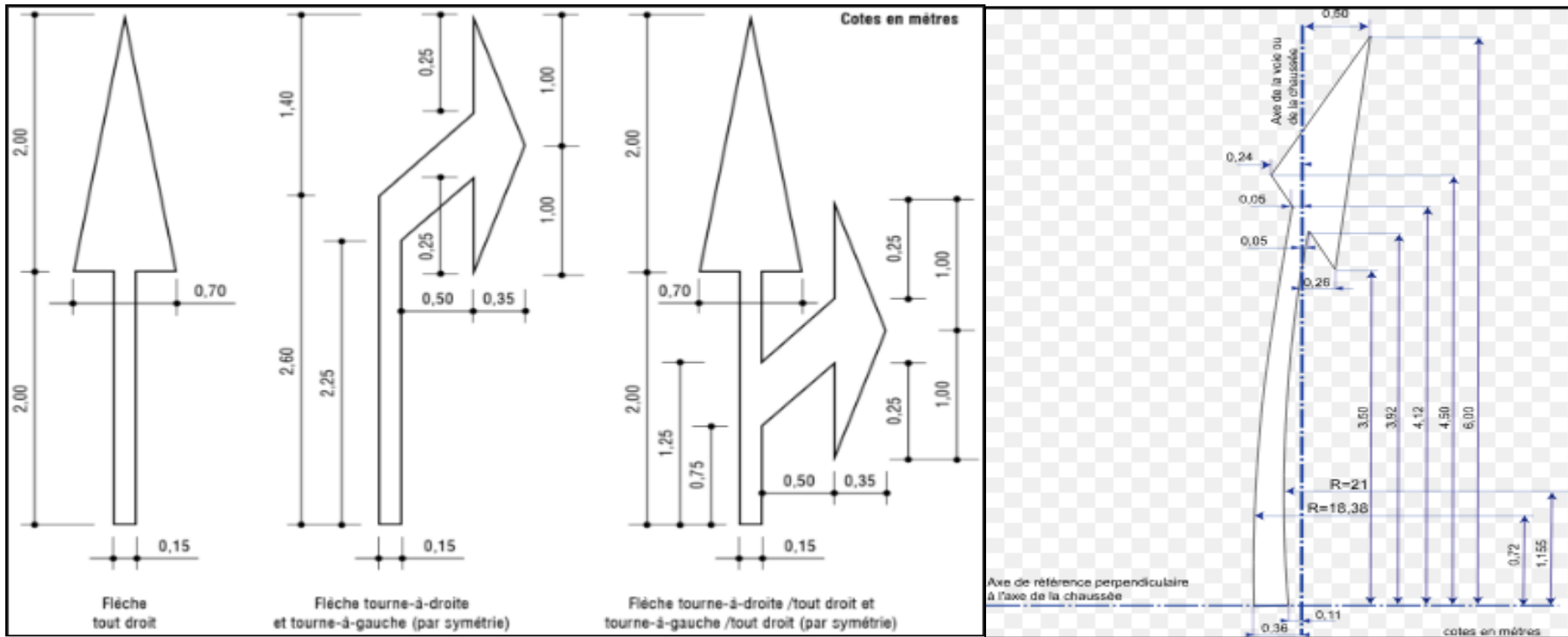


FigureIV.23: Profile en travers type de la section 2x3 voies

Annexe du Chapitre V III :
Etudes complémentaires

VIII. Etudes complémentaires

VIII.1 Signalisation



FigureIV.30 : Flèches de sélection et de rabattement



FigureIV.31 : Plaques de signalisation verticale



FigureIV.32 : Balise de type J5, J12, 14 a



FigureIV.33: Plot retro rafraichissant routier en verre