

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics**

المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

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

Thème

CONCEPTION ET ETUDE D'UN
ECHANGEUR A CHLEF
—LOCALITE DE CHETTIA—

Encadré par :

Mr. MADANI Said

Présenté par :

M^{lle} . ADJRAD Nadia

Promotion 2012

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

SOMMAIRE :

| | |
|----------------------------------------------------------|--------------|
| INTRODUCTION GENERALE : | ...1 |
| PROGRAMME AUTOROUTIER EN ALGERIE | ...1 |
| HORIZON ET DEVELOPPEMENT 2005 /2025 | |
| L'AUTOROUTE EST- OUEST (1216KM) . | ...1 |
| LES 2EME, 3EME ET 4EME ROCADES AUTOROUTIERES . | ...1 |
| L'AUTOROUTE DES HAUTS PLATAUX (1020KM) . | ...1 |
| LES PENETRANTES NORD-SUD . | ...1 |
| ELABORATION DES POINTS D'ECHANGES . | ...2 |
| CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET : | ...3 |
| 1 .1 INTRODUCTION | ...4 |
| 1 .2 OBJECTIF DE L'ETUDE | ...4 |
| 1.3 DESCRIPTION GENERALE DU PROJET | ...5 |
| CHAPITRE 2 : ETUDE DU TRAFIC : | ...6 |
| 2.1 ANALYSE DU TRAFIC | ...7 |
| 2.2 DIFFERENT TYPES DE TRAFIC | ...7 |
| 2.3 MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC | ...7 |
| 2.4 CALCUL DE LA CAPACITE | ...8 |
| 2.5 APPLICATION AU PROJET | ...10 |
| CHAPITRE 3 : CHOIX ET CONCEPTION D'UN ECHANGEUR : | ...12 |
| 3.1 CONCEPTION DU SYSTEME D'ECHANGES | ...13 |
| 3.2 CONCEPTION D'UN POINT D'ECHANGE | ...14 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.3 PRINCIPAUX TYPES D’ECHANGEURS | ...15 |
| 3.4 ETUDE APS -CHOIX DU TYPE D’ECHANGEUR - | ...20 |
| 3.5 APPLICATION AU PROJET | |
| CHAPITRE 4 : ETUDE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE : | ...24 |
| 4.1 INTRODUCTION | ...25 |
| 4.2METHODE CBR (California – Bearing – Ratio) | ...25 |
| 4.3 METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES (CTTP) | ...27 |
| 4.4 DONNEES D’ENTREE DU PROJET | ...28 |
| 4.5 APPLICATIONS NUMEIQUES | ...32 |
| CHAPITRE 5 : PROGRAMME GEOTECHNIQUE : | ...35 |
| 5.1 INTRODUCTION | ...36 |
| 5.2 APERÇU GEOLOGIQUE DE LA REGION | ...37 |
| 5.3 RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE | ...38 |
| 5.4 PROGRAMME D’INVESTIGATION GEOTECHNIQUE | ...38 |
| 5.5 CONCLUSION DE L’ETUDE GEOTECHNIQUE | ...41 |
| CHAPITRE6 : TRACE – NORMES GEOMETRIQUES : | ...42 |
| 6.1GENERALITES . | ...43 |
| 6.2ECHANGEUR . | ...43 |
| 6.3 VOIE EXPRESSE CROISANT L’ECHANGEUR . | ...49 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| CHAPITRE7 : HYDRAULIQUE : | ...54 |
| 7.1 OBJET . | ...55 |
| 7.2 FACTEURS INFLUENT SUR LA CONCEPTION . | ...55 |
| 7.3 METHODES DE CALCULS ET DEBITS . | |
| 7.4 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT . | ...60 |
| 7.5 VERIFICATION . | ...67 |
| 7.6 ASSAINISSEMENT DE L'EMPRISE ET DE LA CHAUSSEE . | ...68 |
| | |
| CHAPITRE 8 :OUVRAGES D'ART : | ...70 |
| 8.1 GENERALITES . | ...71 |
| 8.2 PASSAGE SUPERIEUR (PS) DE L'ECHANGEUR AU PK40+600 . | ...71 |
| 8.3 DALOT AU PK1+925 (O.C) . | ...72 |
| | |
| CHAPITRE 9 : INSTALLATIONS AUXILIERES : | ...73 |
| 9.1 INTRODUCTION . | ...74 |
| 9.2 DISPOSITIFS DE RETENUE DES VEHICULES CONTRE LES SORTIES ACCIDENTELLES DE CHAUSSEE . | ...74 |
| | |
| CHAPITRE 10 :DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF : | ...90 |
| | |
| CONCLUSION | |
| | |
| ANNEXES. | |

SOMMAIRE :

INTRODUCTION GENERALE :

PROGRAMME AUTOROUTIER EN ALGERIE

HORIZON ET DEVELOPPEMENT 2005 /2025

L'AUTOROUTE EST- OUEST (1216KM) .

LES 2EME, 3EME ET 4EME ROCADES AUTOROUTIERES .

L'AUTOROUTE DES HAUTS PLATAUX (1020KM) .

LES PENETRANTES NORD-SUD .

ELABORATION DES POINTS D'ECHANGES .

INTRODUCTION GENERALE

E.N.S.T.P 2012

Programme autoroutier en ALGERIE

Horizon et développement 2005/2025

La nécessité de disposer à moyen et long termes, d'un réseau adapté, dont les principaux axes structurants sont constitués par quatre catégories de routes, sans omettre l'axe stratégique africain qu'est la route TRANSAHARIENNE et considérée comme vital.

L'AUTOROUTE EST- OUEST (1216KM) :

Constituée à moyen terme le trait d'union au Maghreb, et au plus tard, la ceinture rive sud de la méditerranée.

LES 2EME, 3EME ET 4EME ROCADES AUTOROUTIERES :

L'accroissement de l'agglomération périurbaine et l'intensité du trafic font que l'actuel réseau routier a atteint ses limites de saturation. Face à cet état de fait, la réalisation de la 2ème, 3ème et 4ème rocares autoroutières, qui relient respectivement ZERALDA à BOUDOUAOU, TIPAZA à BORDJ MENAIEL et KHEMIS MELIANA à BORDJ BOU ARRERIDJ, est devenue une nécessité incontournable.

L'AUTOROUTE DES HAUTS PLATEAUX (1020KM) :

Le projet, dont l'étude de faisabilité a démontré la rentabilité, va permettre de satisfaire les besoins en transport routier dans la zone des Hauts Plateaux afin de contribuer à la fixation des populations qui y résident. Elle constitue une voie de développement et de desserte.

LES PENETRANTES NORD-SUD :

Il s'agit d'aménager les principaux axes routiers nord –sud pour assurer la liaison entre l'Autoroute des Hauts Plateaux et de canaliser vers celle-ci les flux routiers le plus rapidement possible.

ELABORATION DES POINTS D'ECHANGES :

Si l'intensité de la circulation devient trop forte , et lorsque l'importance des itinéraires n'est pas compatible avec le système d'arrêt et de reprise , on est amenés à faire le croisement des routes à des niveaux différents, ce qui est le cas actuellement sur la RN 19 ; vu la difficulté de déplacement dans de bonnes conditions , on est amenés à raccorder entre les voies de circulation sans croisement à niveau sur la RN 19 et l'évitement d'OULED FARES à l'aide d'un dispositif permettant d'y accéder ou d'en sortir.

L'échangeur a pour but d'assurer la continuité du réseau routier et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance , et de faciliter aux usagers un déplacement dans de bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents , et les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérables.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET

1 .1 INTRODUCTION

1 .2 OBJECTIF DE L'ETUDE

1.3 DESCRIPTION GENERALE DU PROJET

1.1 INTRODUCTION :

La wilaya de CHLEF est une ville située dans la partie occidentale du nord de l'ALGERIE centrale, entre les deux plus grandes villes ALGER et ORAN.

Elle est limitée au nord par la méditerranée, au sud par la wilaya de TISSEMSILT, à l'est par les wilayas de TIPAZA et AIN DEFLA et à l'ouest par RELIZANE.

Sa superficie est de 4800km², et elle compte près d'un million d'habitant.

Située dans le prolongement de la plaine du Cheliff, la nouvelle ville de CHETTIA constitue un lieu de transit pour les échanges entre le sud (chef lieu de la wilaya), le nord (ville de TENES avec son port) et l'ouest de la wilaya.

1.2 OBJECTIF DE L'ETUDE :

L'évolution de la demande de transport générée par le développement de l'extension du tissu urbain, se traduit par des niveaux de trafics croissants sur la RN 19.

Ceci nécessite la mise en œuvre d'infrastructures routières afin de régler les mouvements interurbains.

L'objectif de cette étude est de désengorger la circulation dans la RN 19, ce qui se fera avec la mise en place d'un échangeur au niveau du PK 40+600 de cette dernière, qui permettra les échanges suivants :

- Mouvement CHLEF – nouvelle ville de CHETTIA et évitement d'OULED FARES.
- Mouvement CHLEF (RN 19) – CW 63.
- Mouvement évitement OULED FARES –CHLEF.
- Mouvement OULED FARES (venant de TENES)- évitement d'OULED FARES.
- Mouvement évitement d'OULED FARES – OULED FARES ville.

- Mouvement OULED FARES (venant de TENES)- CW 63.
- Mouvement CW 63 –CHLEF.
- Mouvement évitement d’OULED FARES – nouvelle ville de CHETTIA.
- Mouvement nouvelle ville de CHETTIA – TENES.

1.3 DESCRIPTION GENERALE DU PROJET:

Le projet comprend :

- Une liaison directe de 940 m de long, reliant la RN 19 à l’évitement d’OULED FARES est projetée en voie large 5,50m, permettant la continuité de la voie express venant de CHLEF vers TENES.
- Un échangeur sur la RN 19 qui permettra la diffusion vers les différentes directions.
- La liaison routière de l’évitement d’OULED FARES vers le CW 63 passant par l’échangeur (de 2120m de long), liaison projetée en 2× 2voies (unidirectionnelle) de 920 m de longueur sur la section évitement OULED FARES échangeur, et 1×2 voies (bidirectionnelle) sur 1200 m de longueur sur la section échangeur CW 63.
- La sortie de la nouvelle ville est assurée par un passage inférieur en trémie de 125m de longueur, et raccordée à la liaison CHLEF – OULED FARES par une bretelle de jonction.

CHAPITRE 2 : ETUDE DU TRAFIC

2.1 ANALYSE DU TRAFIC

2.2 DIFFERENT TYPES DE TRAFIC

2.3 MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC

2.4 CALCUL DE LA CAPACITE

2.5 APPLICATION AU PROJET

2.1 ANALYSE DU TRAFIC :

Pour connaître en un point et un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriée.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration de plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

Statistique générale.

Comptage sur route.

Enquête de circulation.

2.2 DIFFERENT TYPES DE TRAFICS :

Trafic normal : trafic existant sur l'ancien aménagement indépendamment du nouveau projet.

Trafic dévié : trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement d'autres routes ayant la même destination.

Trafic induit : trafic résultant de nouveau déplacements des personnes vers d'autres déviations.

Trafic total : trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

2.3 MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :

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

Pour notre étude, nous utilisons la méthode « prolongation de l'évolution passée » .

Cette méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

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

Où : T_0 : est le trafic à l'arrivée pour origine.

τ : est le taux de croissance.

n : l'année de référence .

2.4 Calcul de la capacité :

❖ Définition de la capacité :

C'est le plus fort débit, même de courte durée, que l'on puisse observer (généralement pendant des durées inférieures à 1 h). Ramenée à l'heure, la capacité C est de l'ordre de 2 000 uvp par heure et par file, quelles que soient les caractéristiques géométriques en tracé en plan, profil en long et profil en travers de la chaussée.

Cette capacité correspond à des conditions de circulation difficiles et instables. On la désigne parfois sous le nom de capacité maximale ou capacité physique pour la distinguer de la capacité économique ou débit à partir duquel un élargissement se justifie.

❖ Calcul de TJMA horizon :

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

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

T_0, τ, n : sont définies précédemment.

❖ Calcul des trafics effectifs:

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de :

- Type de route et de l'environnement :

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif est donné par la formule :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ] \cdot T_n$$

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence.*

❖ Débit de pointe horaire normal :

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

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$

$$\left(\frac{1}{n}\right) 1/n = 0.12 \text{ en général}$$

Q : est exprimé en UVP/h .

* voir annexe 1 tab 1

❖ Débit horaire admissible :

Le débit que supporte une section donnée ,est donné par :

$$Q_{adm} \text{ (uvp/h)} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

K_1 : coefficient lié à l'environnement. **

K_2 : coefficient de réduction de capacité.**

C_{th} : capacité théorique pour des conditions normales de trafic . ***

❖ Calcul du nombre de voies :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle : on compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche de Q .

Cas d'une chaussée unidirectionnelle :Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport : $S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec : S : coefficient dissymétrie en général = 2/3 .

2.5 APPLICATION AU PROJET :

Donnée du trafics :

Durée de vie : 20 ans avec un taux d'accroissement de 4%

Classe de la route : réseau principal de niveau 1 (Rp1)

Portance du sol support : classe S3

Classe de trafic : TPL6 (1500-3000 pl /j/direction)

Année de mise en service :2013

TJMA 2010 : 7350 V /J

Environnement : E3

** voir annexe 1 tab 2 , *** voir annexe 1 tab 3

CHAPITRE 2 : ETUDE DU TRAFIC

E.N.S.T.P 2012

Application sur les bretelles :

Le calcul se fait en connaissance du pourcentage des poids lourds.

on prend 10% du taux de poids lourds circulant sur la RN 19 .

Les calculs pour la voie expresse et les bretelles sont notés dans le tableau suivant :

| | Voie expresse | Bretelle |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TJMA horizon | $TJMA_n = (1+\tau)^n \times TJMA_{2010}$ $TJMA_{2013} = (1+0.04)^3 \times 7350$ $TJMA_{2013} = 8268 \text{ v/j}$ $TJMA_{2033} = (1+0.04)^{20} \times 8268$ $TJMA_{2033} = 18116 \text{ v/j}$ | $TJMA_{2010} = 0.1 \times TJMA_{2010}$ $TJMA_{2010} = 0.1 \times 7350 = 735 \text{ v/j}$ $TJMA_{2013} = (1+0.04)^3 \times 735 = 827 \text{ v/j}$ $TJMA_{2033} = (1+0.04)^{20} \times 827 = 1911 \text{ v/j}$ |
| Trafics effectifs | $P = 8$ $T_{\text{eff}} = [(1-0.2)+8 \times 0.2] \times 18116$ $T_{\text{eff}} = 43478 \text{ uvp/j.}$ | $P = 8$ $T_{\text{eff}} = [(1-0.2)+8 \times 0.2] \times 1911$ $T_{\text{eff}} = 4586 \text{ uvp/j.}$ |
| Débit de pointe horaire normal | $Q = 0.12 \times 43478$ $Q = 5217 \text{ uvp/h}$ | $Q = 0.12 \times 1911$ $Q = 550 \text{ uvp/h}$ |
| Débit admissible | $C_{\text{th}} = 1800 \text{ uvp/h/sens}$ $Q_{\text{adm}} = 0,95 \times 0,91 \times 1800$ $Q_{\text{adm}} = 1556 \text{ uvp/h/voie}$ | $C_{\text{th}} = 1800 \text{ uvp/h/sens}$ $Q_{\text{adm}} = 0,95 \times 0,91 \times 1800$ $Q_{\text{adm}} = 1556 \text{ uvp/h/sens}$ |
| Nombre de voies | $N = (2/3) \times (5098/1539) = 2.1$ On prendra $N = 2$ voies. | $N = (2/3) \times (550/1556) = 0.23$ On prendra $N = 1$ voie. |

Conclusion :

Pour la voie expresse 2x2 voies

Pour les bretelles : 1 voie

CHAPITRE 3 : CHOIX ET CONCEPTION D'UN ECHANGEUR

3.1 CONCEPTION DU SYSTEME D'ECHANGES

3.2 CONCEPTION D'UN POINT D'ECHANGE

3.3 PRINCIPAUX TYPES D'ECHANGEURS

3.4 ETUDE APS -CHOIX DU TYPE D'ECHANGEUR -

3.5 APPLICATION AU PROJET

3.1 CONCEPTION DU SYSTEME D'ECHANGES :

Chaque point d'échanges (carrefour ou échangeur) constitue un point singulier pour l'utilisateur . Celui-ci doit :

- Etre informé :
 - De sa proximité ;
 - Des choix d'itinéraires qui lui sont offerts ;
 - Des types de mouvements que cela suppose pour lui ;
 - Des types de conflits avec les autres usagers auxquels il lui faut adapter son comportement.
- Bénéficier d'une perception visuelle claire, lisible de ce point singulier.
- Disposer de l'espace et du temps nécessaires pour adapter son comportement (moduler sa vitesse , changer éventuellement de file , anticiper le comportement des autres usagers)

D'où , la qualité de service , les conditions de confort et de sécurité , sont fonction :

- Du nombre de points d'échanges ;
- De leur nature (carrefour , diffuseurs ,nœud autoroutier) ;
- De la distance entre les points d'échanges et de ses conséquences sur le fonctionnement de l'infrastructure elle-même ;
- De leur interaction fonctionnelle : deux diffuseurs par exemple peuvent être soit complets , soit couplés ou complémentaires suivant les possibilités de la voirie existante raccordée à la voie rapide nouvelle considérée ;
- De leur homogénéité : la succession de points d'échanges , même indépendants , mais de natures différentes (dénivelés /non dénivelés) risque, si elle ne correspond pas à un ensemble de facteurs liés au site , au trafic et à l'aménagement , d'induire des problèmes de confort et de sécurité .

Aussi , tout à l'amont de la conception du projet , un certain nombre de principes méritent d'être rappelés et des éléments de choix proposés au chef de projet.

3.2 CONCEPTION D'UN POINT D'ECHANGE :

3.2.1 COMPARAISON D'AMENAGEMENT : CRITERE DE CHOIX :

Une analyse multicritère est nécessaire pour réaliser une telle comparaison. Les principaux critères de choix à prendre en compte sont les suivants :

- les différents trafics (volume, nature) à prendre en compte et les caractéristiques ou aménagements du point d'échanges qui y sont liés ;
- le niveau de service ;
- la sécurité ;
- les impacts sur le réseau de voirie.

Pour plus de détail , se rapporter à l'annexe 2.

3.2.2 CRITERES D'ENVIRONNEMENT ET DE SITE :

a) Le relief :

Intervient dans :

- l'adaptation de la configuration de l'échange au terrain ;
- la visibilité, par exemple : problème de la réalisation d'un carrefour plan entre deux voies en déblai ;
- le coût de l'aménagement.

b) Les emprises :

Un objectif « d'emprise minimale » doit se justifier par des arguments d'urbanisme (rareté du sol) ou d'occupation du sol car les économies auxquelles il peut conduire ne sont pas toujours réelles :

- la présence d'habitations très proches du projet peut entraîner par ailleurs des dépenses en désenclavement de parcelles et en protection acoustique ;
- l'évolution ultérieure de l'aménagement peut devenir difficile sinon impossible ;
- une emprise « étriquée » conduit le plus souvent à des aménagements médiocres pour les piétons et sur le plan du paysage.

Il convient aussi, pour chaque configuration de lieu, dans le cas où un aménagement à niveau ou dénivelé est différent sur le plan du fonctionnement, de comparer les accès aux espaces respectifs des solutions « carrefour plan » et « échangeur dénivelé ».

c) La vie locale :

Il faut examiner les conséquences de l'aménagement sous deux aspects :

- la vie des riverains ;
- la vie des quartiers traversés.

Les éléments à considérer sont classiques. Parmi les plus importants :

- la coupure des cheminements ;
- le bruit : par les modifications de circulation qu'il entraîne, le point d'échanges peut engendrer des nuisances sonores non négligeables dans les quartiers proches.

d) Le paysage :

Cet élément qui concerne également la vie locale est aussi à apprécier comme moyen de repérage pour l'usager et de traitement de la transition voie rapide urbaine – voie raccordée.

3.2.3 CRITERE ECONOMIQUE :

Les aspects « consommation énergétique » et « temps de parcours » sont à observer plus pour l'aménagement global qu'en un point d'échanges particulier.

On peut se limiter :

- au coût d'investissement qui intègre de nombreux éléments (emprise, réseaux, nappe aquifère, terrassements...) ;
- au coût d'entretien.

3.3 PRINCIPAUX TYPES D'ECHANGEURS :

3.3.1 Diffuseurs :

Les diffuseurs, points d'échanges dénivelés, assurent le raccordement de la voie rapide urbaine à la voirie traditionnelle par des carrefours plans (exploités à feux ou non) situés sur la voie secondaire.

Les diffuseurs sont des losanges, des trèfles, toutes les configurations tronquées, aménagées ou intermédiaires entre ces deux solutions, ainsi que des trompettes.

Le type de diffuseur à implanter est déterminé par :

- le nombre de mouvements à assurer ;
- le volume du trafic ;
- l'emprise disponible ;
- les probabilités d'évolution de la demande de trafic ;

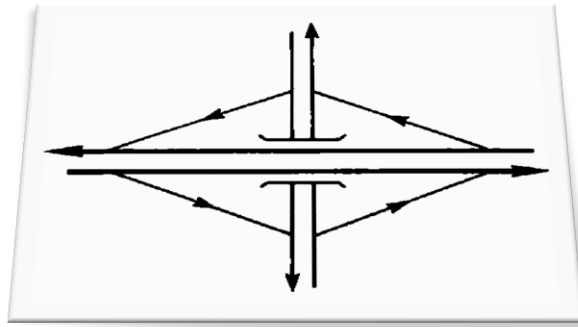
a) Les losanges:

La solution losange a la géométrie la plus simple. La voie rapide est raccordée à la voie transversale par quatre attaches diagonales : deux bretelles d'entrée et deux bretelles de sortie.

Les cisaillements entre les différents mouvements d'échanges s'effectuent aux carrefours de tête des bretelles à la hauteur de la voie raccordée : le fonctionnement de ces carrefours est souvent traité à l'aide de feux tricolores.

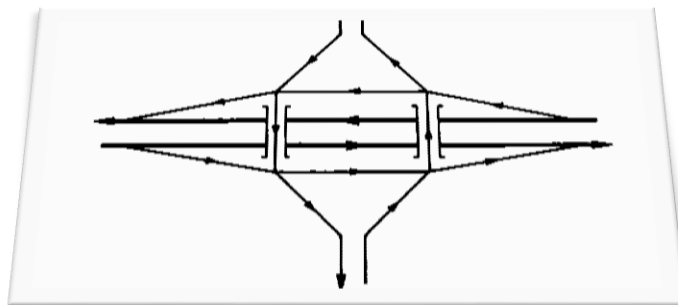
On distingue :

I. Des losanges classiques :



- avec séparation des courants directs et des courants tournants sur les différents ouvrages franchissant la voie rapide urbaine ;
- avec un marquage au sol directionnel : le « tourne-à-gauche » est traité comme mouvement prédominant ;
- avec circulation à gauche sur ouvrage de franchissement de la voie rapide urbaine ;
- avec des mesures d'exploitation en heure de pointe (mise en sens unique alterné de l'ouvrage de franchissement...) ;

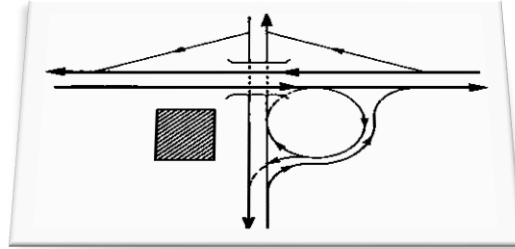
II. Des losanges éclatés :



La voie traversée par la voie rapide est dédoublée afin de simplifier le fonctionnement des carrefours.

Cette solution nécessite la réalisation d'un second ouvrage sur ou sous la voie rapide.

- III. Des losanges incomplets où l'une des bretelles est remplacée par une boucle :



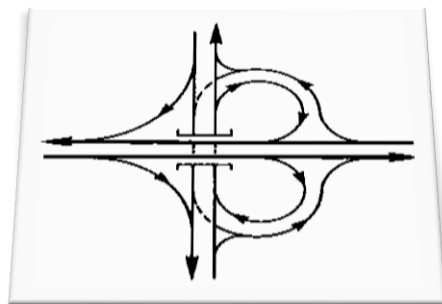
Cette configuration est à envisager si l'un des quadrants comporte du bâti ou si le mouvement (assuré finalement par la boucle) est trop pénalisant en « tourne-à-gauche ». L'autre mouvement assuré par la boucle et qui devient alors un « tourne-à-gauche » doit en revanche être relativement faible.

b) Les trèfles:

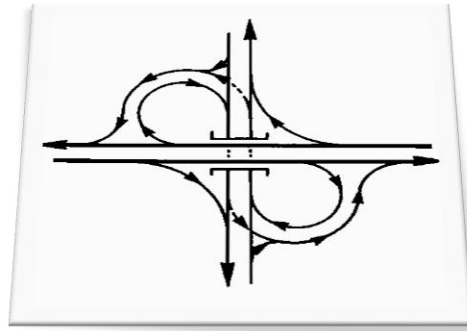
Les solutions de type « trèfles » répondent aux problèmes de cisaillements créés par les « tourne-à-gauche » (capacité ou sécurité) en provenance ou à destination de la voie rapide urbaine, en assurant ces mouvements par une boucle située dans le quadrant adjacent du diffuseur.

- ✓ Le trèfle complet : il est peu utilisé en tant que diffuseur, car il demande des emprises très importantes.
- ✓ Les demi-trèfles :

Demi-trèfle à quadrants adjacents (boucles pour 1 entrée et 1 sortie sur voie rapide urbaine).



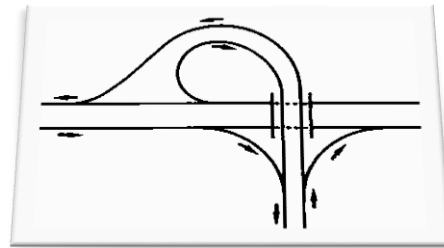
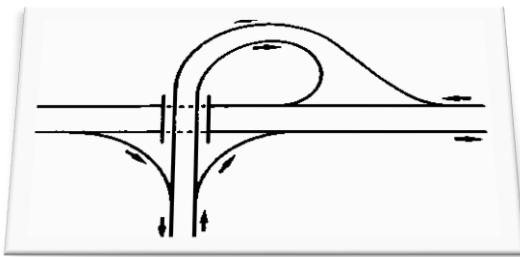
Demi-trèfle à quadrants opposés (boucles pour 2 entrées ou 2 sorties sur la voie urbaine).



c) Les trompettes:

Boucle d'entrée

Boucle de sortie

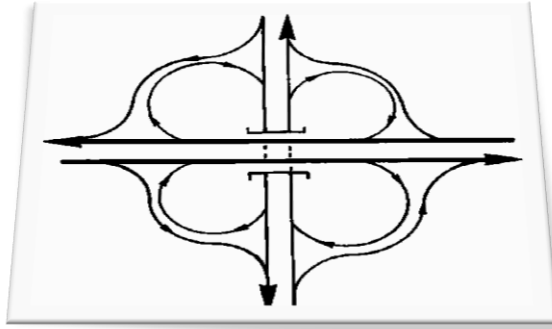


Ce type de diffuseur correspond au raccordement de deux voies (la voie rapide urbaine, une autre voie) dont l'une des deux constitue l'extrémité de l'autre.

3.3.2 Nœuds :

Les nœuds, points d'échanges dénivelés, assurent les échanges entre deux voies rapides sans cisaillement sur les chaussées principales de ces deux voies, ni sur les bretelles.

a) Trèfle complet :



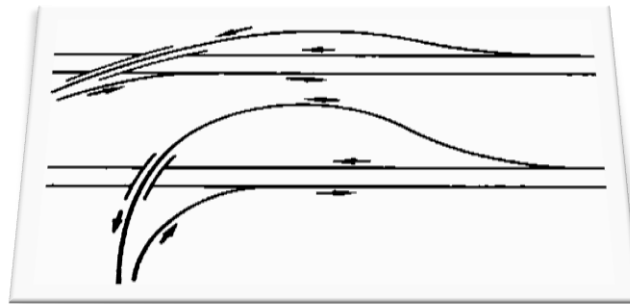
En tissu urbain dense, son implantation est difficile en raison de l'espace qui lui est nécessaire. Toutefois, il présente un certain intérêt à l'exploitation pour les trafics allant de 1 000 à 1 500 uvp/h sur les boucles.

Le seul problème concerne les zones d'entrecroisements qu'il y a lieu de situer sur les collectrices dans le cas de la voie rapide.

b) Nœuds à anses:

Dans un nœud, les mouvements de véhicules supérieurs à 1 500 uvp/h nécessitent des bretelles directionnelles ou anses, qui peuvent être portées à 2 voies.

Un exemple de nœud à anses est le « saut de mouton » qui permet d'envisager une capacité par voie sensiblement équivalente à celle des chaussées principales. De plus, une exploitation à deux voies est possible.



3.4 ETUDE APS -CHOIX DU TYPE D'ECHANGEUR - :

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés, et la limite de leurs utilisation, permettent de choisir la configuration la mieux adaptée au cas qui se présente.

Donc le choix du type d'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre, pour cela, on suit l'itinéraire suivant :

1-Détermination du tracé à partir de :

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

2-Configuration du tracé à adopter :

L'échangeur à adopter doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, ceci en respectant les normes de conception qui se résument en :

- Tracé respectant les valeurs limites de conception « valeurs de rayons d'alignement... »
- Longueur des voies « insertion, décélération » réglementaires.

3.5 APPLICATION AU PROJET:

1/Détermination du tracé à partir :

❖ Du terrain :

- Terrain plat.
- Terres avoisinantes agricoles.
- Présence de pylônes électriques.

❖ Du type de routes à raccorder :

L'échangeur doit assurer neuf mouvements cités dans le chapitre 1.

❖ De a vitesse sur les bretelles :

La vitesse de référence de véhicule d'une section de l'autoroute est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ces points particuliers.

Le respect des conditions liées à cette vitesse minimal permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, et par la même la sécurité et le confort de conduite. D'après le B40 : « normes techniques d'aménagement des routes » :

Vitesse sur l'échangeur : 40 à 60 km/h.

Vitesse sur la RN 19 : 80 km/h.

Vitesse sur boucle : 40 à 50 km/h.

❖ De a distribution du trafic :

L'échangeur distribue le trafic dans quatre directions.

❖ Conclusion:

Terrain plat.

Vitesse sur les bretelles : 40km/h

Vitesse sur l'échangeur : 40km/h

Echangeur à quatre sens.

2/CONFIGURATION DU TRACE A ADOPTER :

❖ Tracé :

Pour une vitesse de 40 km/h sur bretelles on a les valeurs limites suivantes :

$$R_{\min} = 40\text{m}$$

$$R_{\max} = 300\text{m}$$

❖ Voies d'accélération et de décélération :

Longueur de la voie d'accélération : 140m.

Longueur de la voie de décélération : 100 à 160m.

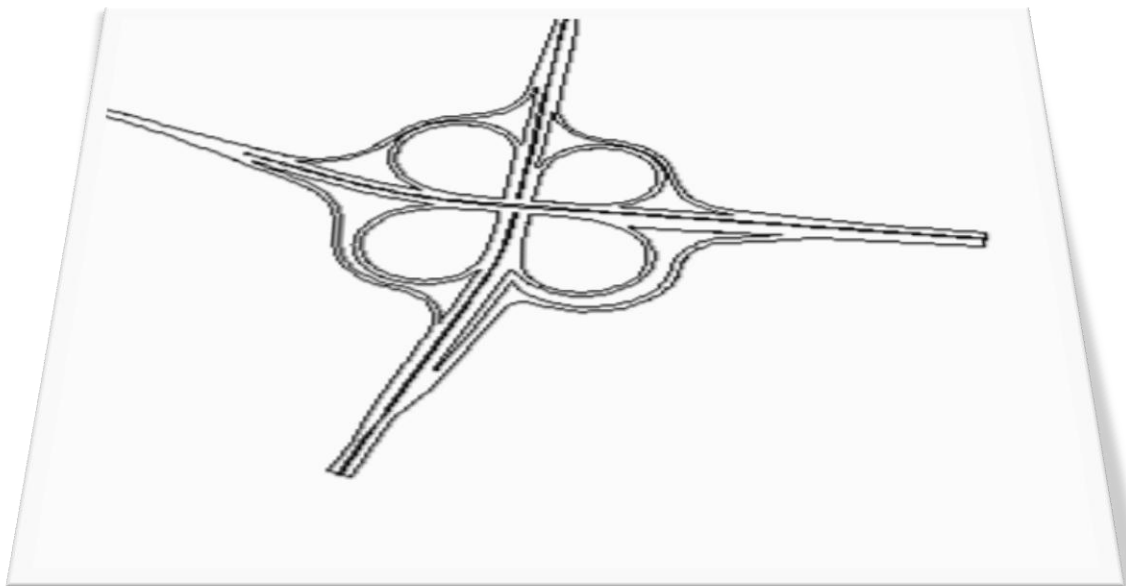
(Référence ICTAAL).

3/ANALYSE DES RESULTATS :

Le carrefour RN 19 – évitement d'OULED FARES doit assurer neuf mouvements, nous proposons les configurations qui suivent :

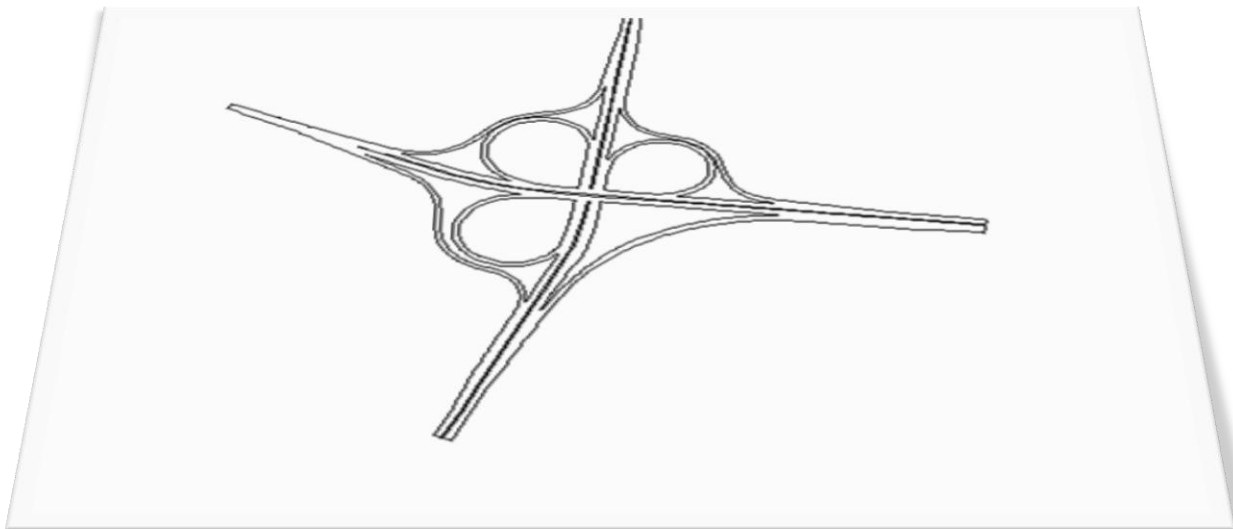
a) trèfle complet :

| Avantages | Inconvénients |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">a. Bonne géométrieb. Schéma simplec. Assure un écoulement sans conflitd. S'adapte au carrefour à quatre branchese. Offre la visibilité la plus élevée | <ul style="list-style-type: none">a. Ouvrage de franchissement largeb. Perte de l'espace agricole et des habitatsc. Difficulté de la mise en œuvred. Cout de construction élevée. Demande d'emprises importante |



b) 3/4 de trèfle avec une bretelle :

| Avantages | Inconvénients |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">a. Plus économiqueb. Assure un écoulement sans conflitsc. Offre une bonne visibilitéd. Assure tous les mouvements exigése. Présente un intérêt à l'exploitation pour les trafics allant de 1000 à 1500 uvp/h sur les boucles | <ul style="list-style-type: none">a. Implantation difficile en raison de l'espace offert. |

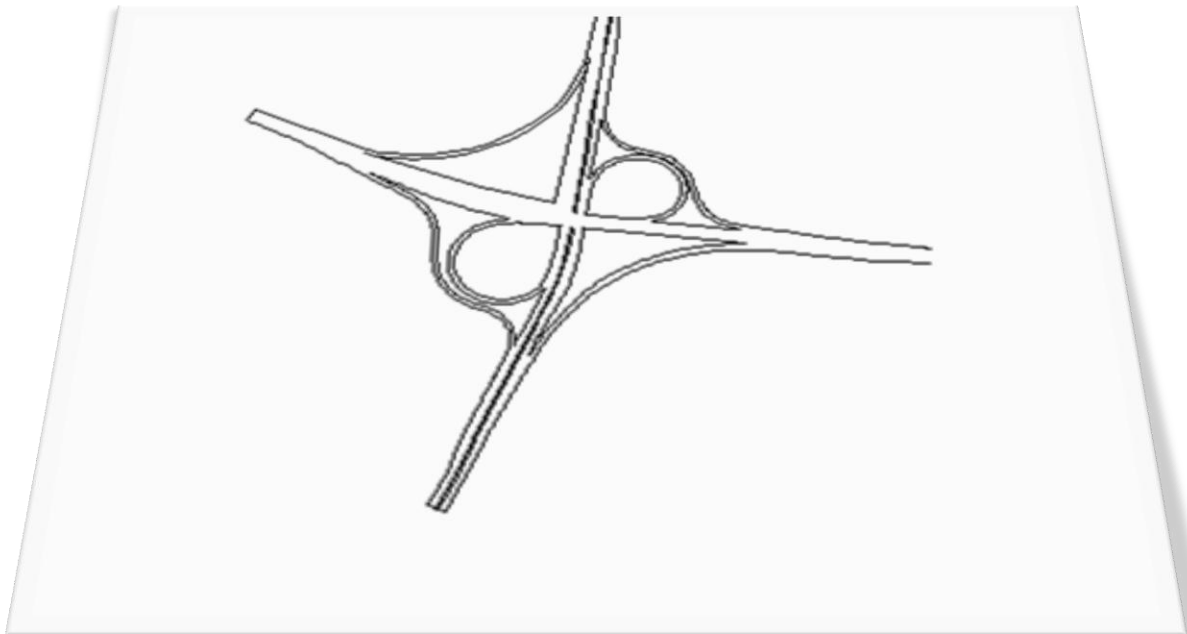


CHAPITRE 3 : CHOIX ET CONCEPTION D'UN ECHANGEUR

E.N.S.T.P 2012

c) demi-trèfle à quadrants opposés avec deux bretelles :

| Avantages | Inconvénients |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">a. Occupe' un espace plus petitb. Plus économiquec. Réalisation plus rapided. Cout de construction moins élevé | <ul style="list-style-type: none">a.n'assure pas toutes les liaisons. |



4/CONCLUSION DU CHOIX DU TYPE D'ECHANGEUR :

De l'analyse des trois types d'échangeurs proposés , notre choix se tourne vers l'échangeur $\frac{3}{4}$ de trèfle avec une bretelle , que nous considérons comme étant le plus avantageux.

CHAPITRE 4 : ETUDE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE

4.1 INTRODUCTION

4.2. Méthode CBR (California – Bearing – Ratio)

4.3 METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES (CTTP)

4.4 DONNEES D'ENTREE DU PROJET

4.5 APPLICATIONS NUMEIQUES

4.1 INTRODUCTION :

Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois paramètres, qui sont :

- ❖ Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds).
- ❖ La portance du sol support désignée par son indice **C. B. R.**
- ❖ La durée de service.

Pour le dimensionnement du corps de chaussée, deux méthodes sont appliquées en ALGERIE :

⇒ La Méthode CBR,

⇒ La Méthode du catalogue de dimensionnement Algérien,

Pour dimensionner notre chaussée, on effectuera une analyse comparative des deux méthodes, et les résultats retenus seront basés sur des critères économiques.

4.2. Méthode CBR (California – Bearing – Ratio) :*

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{100 + \sqrt{p}(75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{I + 5} ; \text{Où :}$$

E : épaisseur totale équivalente de la chaussée (en cm) ;

P : charge maximale par roue = 6,5t ;

I : indice de portance C.B.R ;

N : trafic journalier moyen annuel (véhicules > 1,50t (T.J.M.A))

Pour les calculs, on prend en considération le trafic à l'horizon 2033, pour une durée vie de 20ans , et un nombre de poids lourds N de 20% du trafic.

*voir annexe 4 , pour plus de détails

CHAPITRE 4 : ETUDE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE

E.N.S.T.P 2012

| VOIE EXPRESSE | BRETELLE |
|---------------------------------|-------------------------------|
| TJMA ₂₀₃₃ =18116 V/J | TJMA ₂₀₃₃ =1911V/J |
| N ₂₀₃₃ =20% . 18116 | N ₂₀₃₃ =20% 1911 |
| N ₂₀₃₃ =3623 PL/J | N ₂₀₃₃ =382 PL/J |

NOTION D'ÉPAISSEUR EQUIVALENTE :

L'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique « a » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée sera la somme des épaisseurs équivalentes des différentes couches la constituant.

$$E_q = \sum E \times a = E_1 a_1 + E_2 a_2 + E_3 a_3$$

$E_1 a_1$: couche de roulement ;

$E_2 a_2$: couche de base ;

$E_3 a_3$: couche de fondation.

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée , on fixe « E_1 » et « E_2 » , puis on calcul E_3 . Les épaisseurs adoptées sont :

BB : de 6 à 8 cm

GB : de 10 à 12 cm

GC : de 15 à 25 cm

GNT : de 15 à 30 cm

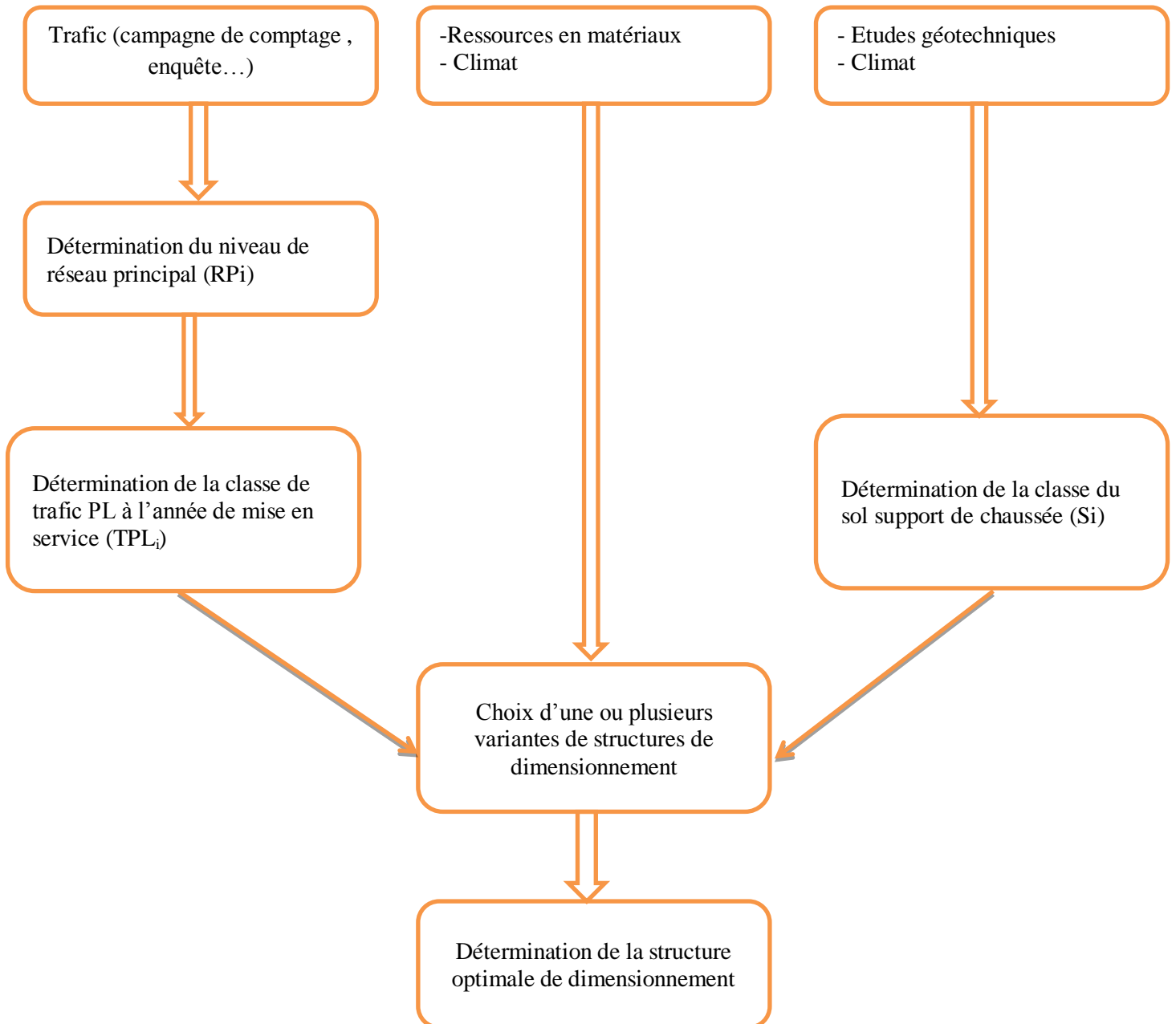
TVO 25 cm et plus.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence sont données dans le tableau 1**

** voir tableau 1 , annexe 4

4.3 METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES (CTTP) :***

DEMARCHE DU CATALOGUE :



***voir annexe 4 pour plus de détails

4.4 DONNEES D'ENTREE DU PROJET :

- Réseau principal de niveau RP1 ****.
- Classe de trafic (TPL_i) :

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

Répartition transversale du trafic :

En l'absence d'informations précises sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera les valeurs suivantes :

Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90 % du trafic poids lourds sur la voie lente de droite.

Trafic PL = trafic total (TJMA) de la direction la plus sollicitée X 20 % (pourcentage total de poids lourds) X 90 % (pourcentage de poids lourds sur la voie de droite).

Les bretelles sont à une seule voie donc sollicitées entièrement.

| VOIE EXPRESSE | BRETELLES |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $TPL_{2013} = 90\% \times 20\% \times 8268$ | $TPL_{2013} = 100\% \times 20\% \times 827$ |
| $TPL_{2013} = 1488 \text{ PL/J}$ | $TPL_{2013} = 165 \text{ PL/J}$ |
| $\Rightarrow TPL_5$ | $\Rightarrow TPL_3$ |

- Portance du sol support de chaussée :

La classification des sols supports a été faite selon le système universel USCC***

*** voir annexe 4 pour plus de détails

CHAPITRE 4 : ETUDE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE

E.N.S.T.P 2012

Sur classement des sols supports de chaussées :

En cas de sols de faible portance (égal à S3 pour notre cas), le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans des conditions acceptables .

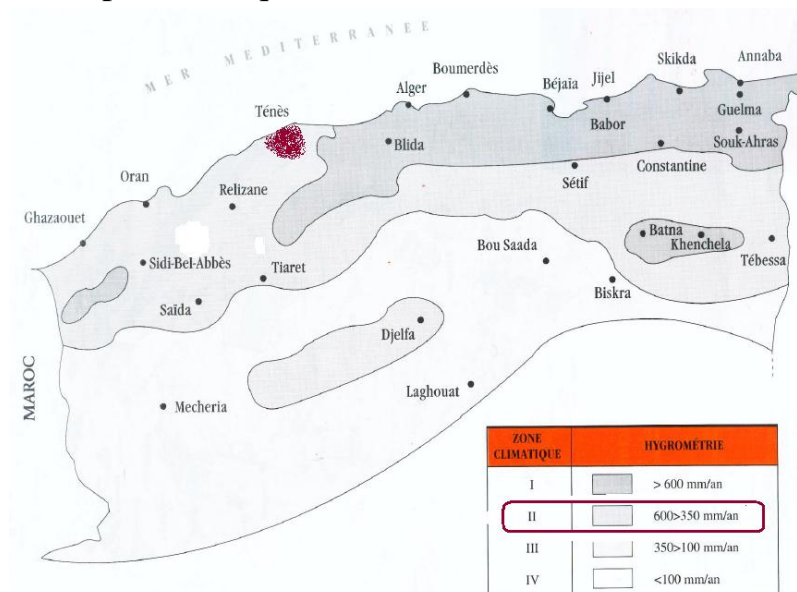
Pour notre projet , nous avons un sol de faible portance (S3 en RP1) , on aura recours à une couche de forme de 40 cm en TVO.***

Notre CBR initial étais de 8 % , après surclassement on la ramené à 10%.

Le sol support devient S2.

DONNEES D'ENTREES DU DIMENSIONNEMENT :

- ⇒ Durée de vie : 20 ans ***
- ⇒ Risque de calcul : probabilité d'apparition de dégradation structurelles impliquant des travaux de renforcement de la chaussée pour une période x donnée.***
- ⇒ Données climatiques : notre projet se situe dans la zone climatique II , la température équivalente est de 20°C. ***



- ⇒ Trafic :
 - ✓ Trafic cumulé de PL : (TCi) sur la période considérée pour le dimensionnement, il est donné par :

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

***voir annexe 4 pour plus de détails

CHAPITRE 4 : ETUDE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE

E.N.S.T.P 2012

i : taux d'accroissement géométrique (= 4 %) ;

n : durée de vie considérée.

- ✓ Trafic cumulé équivalent TCEi : correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

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

A : coefficient d'agressivité = 0.6 ***

| Voie expresse | bretelles |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $TCEi = 1488 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6$ $TCEi = 9.7 \times 10^6$ essieux équivalents de 13 tonnes | $TCEi = 165 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6$ $TCEi = 1.07 \times 10^6$ essieux équivalents de 13 tonnes |

⇒ Sol support :

Les caractéristiques mécaniques nécessaires pour la modélisation

(Alize III) sont : le module de Young (E) et le coefficient de poisson (ν).

- Le coefficient de poisson pour les sols est en général pris égal à 0,35.

- Le calcul de dimensionnement (Alize III) a été fait en considérant la valeur limite inférieure de chaque classe. ***

- ✓ Calcul des déformations admissibles sur le sol support ($\epsilon_{z, adm}$)

La déformation verticale ϵ_z calculée par le modèle Alize III, devra être limitée à $\epsilon_{z, adm}$, avec :

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

| Voie expresse | Bretelles |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\epsilon_{z, adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (9.7 \times 10^6)^{-0.235}$ $\epsilon_{z, adm} = 501.8 \times 10^{-6}$ | $\epsilon_{z, adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (1.07 \times 10^6)^{-0.235}$ $\epsilon_{z, adm} = 842.4 \times 10^{-6}$ |

⇒ Matériaux :

Les matériaux utilisés dans notre projet sont traités au bitume, leurs performances mécaniques sont donnés dans le tableau***.

- ✓ Calcul des sollicitation admissibles pour les MTB :

$$\epsilon_{t, adm} = \epsilon_6(10^\circ, 25\text{Hz}) \cdot K_{ne} \cdot K_{\theta} \cdot K_r \cdot K_c.$$

*** voir annexe 4 pour plus de détails.

Avec :

$\varepsilon_6(10^\circ\text{c}, 25\text{hZ})$: déformation limite détenue au bout de 10^6 cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue).

$K\theta$: facteur lié à la température ; $K\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}}$

Kne : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée ; $Kne = (TCE_i / 10^6)^b$

Kr : facteur lié au risque et aux dispersions ; $Kr = 10^{-tb\delta}$;

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

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

$E(10^\circ\text{c})$: module complexe du matériau bitumineux à 10°C .

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

δ : La dispersion $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b}Sh\right)^2}$

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : dispersion sur les épaisseurs.

c : coefficient égal à 0.02

t : fonction du risque adopté (r %).***

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6(10^\circ\text{c}, 25\text{hZ}) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc.$$

4.5 APPLICATIONS NUMERIQUES :

Les données utilisées sont les suivantes :

METHODE C BR

| | |
|-----------------|------------------|
| <u>Voie exp</u> | <u>bretelles</u> |
| N=3623PL/J | N=382 PL/J |

$$I_{CBR} = 10$$

$$E = \frac{100 + \sqrt{p}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I + 5}$$

$$E = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{3623}{10})}{10 + 5}$$

$$E = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{382}{10})}{10 + 5}$$

$$E = 42 \text{ cm}$$

$$E = 33 \text{ cm}$$

$$E_q = \sum E \times a = E_1 a_1 + E_2 a_2 + E_3 a_3$$

$$E_q = 0.2 E_1 + 1.6 E_2 + 1.5 E_3$$

$$42 = 8. 0,2 + 12. \quad 33 = 6. 0,2 + 1,6 .12 +$$

$$1,6 + 1,5 E_3$$

$$1.5 E_3$$

$$E_3 = 14 \text{ cm}$$

$$E_3 = 9 \text{ cm}$$

Nous choisissons les structures suivantes:

| | |
|----------------|----------------|
| 8BB+12GB+25GNT | 6BB+12GB+25GNT |
| + 40TUF | + 40TUF |

METHODE DU CATALOGUE ALG

| | |
|------------------|------------------|
| <u>Voie exp</u> | <u>bretelles</u> |
| TPL ₅ | TPL ₃ |

sol support S2

$$TCE_i = 9.7 \times 10^6$$

$$TCE_i = 1.07 \times 10^6$$

Ess eq de 13t

Ess eq de 13t

$$\epsilon_{z, adm} = 501.8 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{z, adm} = 842.4 \times 10^{-6}$$

les sollicitations admissible:

$$b = -0.146$$

$$E(10^\circ C) = 12500$$

$$E_{\Theta_{eq}} = E(20^\circ C) = 7000$$

$$r\% = 10\%$$

$$r\% = 20\%$$

$$\Rightarrow t = -1.282$$

$$\Rightarrow t = -0.845$$

$$\delta = \sqrt{0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146}\right)^2}$$

$$\delta = 0.61$$

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times$ $\sqrt{\frac{12500}{7000}} \times$ $10^{-1,282.0,146.0,61}$ $\times 1.3$ | $\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^6 \times$ $\sqrt{\frac{12500}{7000}} \times$ $10^{-0,845.0,146.0,61}$ $\times 1.3$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $\epsilon_{t,adm} = 133.76 \times 10^{-6}$ | $\epsilon_{t,adm} = 145.92 \times 10^{-6}$ |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|

Le programme ALIZEEII vérifie

$\epsilon_t < \epsilon_{t, ad}$ et $\epsilon_z < \epsilon_{z, ad}$ *****

le fascicule 3 du catalogue alg.

propose les structures:

| | |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p>6BB+11GB+12GB</p> <p>OU</p> <p>6BB+20GB+30GNT</p> | <p>6BB+ 15 GB+</p> <p>30GNT</p> |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|

***** Voir annexe

CHAPITRE 4 : ETUDE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE

E.N.S.T.P 2012

Récapitulatif :

| <u>METHODE CBR</u> | | <u>METHODE DU CATALOGUE ALG</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------|--------|
| <u>V.E</u> | <u>BRETELLES</u> | <u>V.E</u> | <u>BRETELLES</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><tr><td>8 BB</td></tr><tr><td>12 GB</td></tr><tr><td>25 GNT</td></tr><tr><td>40 TUF</td></tr></table> | 8 BB | 12 GB | 25 GNT | 40 TUF | <table border="1"><tr><td>6 BB</td></tr><tr><td>12 GB</td></tr><tr><td>25 GNT</td></tr><tr><td>40 TUF</td></tr></table> | 6 BB | 12 GB | 25 GNT | 40 TUF | <table border="1"><tr><td>6 BB</td></tr><tr><td>11 GB</td></tr><tr><td>12 GB</td></tr><tr><td>40 TUF</td></tr></table> | 6 BB | 11 GB | 12 GB | 40 TUF | <table border="1"><tr><td>6 BB</td></tr><tr><td>12 GB</td></tr><tr><td>30 GNT</td></tr><tr><td>40 TUF</td></tr></table> | 6 BB | 12 GB | 30 GNT | 40 TUF |
| 8 BB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 GB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 GNT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 TUF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 BB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 GB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 GNT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 TUF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 BB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 GB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 GB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 TUF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 BB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 GB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 GNT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 TUF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Conclusion :

Pour des raisons économiques, la structure retenue est celle donnée par la méthode CBR.

CHAPITRE 5 : PROGRAMME GEOTECHNIQUE.

5.1 INTRODUCTION

5.2 APERÇU GEOLOGIQUE DE LA REGION

5.3 RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

5.4 PROGRAMME D'INVESTIGATION GEOTECHNIQUE

5.5 CONCLUSION DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE

5.1 INTRODUCTION :

Le présent chapitre traite la reconnaissance géotechnique entrant dans le cadre de l'étude du projet.

La reconnaissance géotechnique porte sur la description lithologique des affleurements des terrains encaissants de part et d'autre de la RN19, ainsi qu'éventuellement sur l'identification de points singuliers.

Faisant suite aux observations sur le terrain, il a été proposé un programme d'essais géotechnique in situ et de laboratoire pour la caractérisation des matériaux rencontrés le long du tracé.

5.2 APERÇU GEOLOGIQUE DE LA REGION :

Le site du projet appartient à la partie orientale du bassin du Chelif qui représente une cuvette intra-montagneuse de la chaîne tellienne dont les limites sont les monts du Dahra et du Bou-Mâad au Nord et par les monts de l'Ouarsenis au Sud.

Le bassin du Chelif (autochtone post-nappe) est formé de terrains d'âge moi-plio-quadernaire, reposant sur un substratum anté-néogène. Ce dernier est constitué de terrains flyschoides (complexe allochtone) et de massifs épi-métamorphiques affleurant à Temoulga et Doui.

Ils sont composés d'une série schisto-calcaire du Siluro-Dévonien et d'une couverture calcar-dolomitique du Jurassique (d'après Kireche, 1977).

5.2.1 Tectonique :

La structure actuelle de la région s'est formée à la suite de la juxtaposition de nombreuses phases de plissement.

Dans la région, on note des structures d'orientation sublatitudinale et de direction SW-NE.

Sur le plan tectonique, la dépression du Chelif, limitée par des failles et des flexures, forme un gradin synclinal dont la structuration date des dernières étapes de l'orogénèse alpine (Perrodon, 1957).

Elle montre trois niveaux structuraux :

- ✓ Inférieur : constitué des formations disloquées du Miocène ;
- ✓ Moyen : constitué des formations à plissement doux du Pliocène inférieur ;
- ✓ Supérieur : constitué de formations continentales des complexes villafranchien et quaternaire.

Les structures plissées sont intensivement affectées de failles d'orientation SW-NE et SE-NW qui ont conditionné le compartimentage de cette dépression à fortes amplitudes verticales.

Les accidents les plus importants correspondent à :

- ✓ la faille d'El-Asnam connue pour avoir été à l'origine du séisme du 10 Octobre 1980 ;
- ✓ la faille de Relizane qui semble se prolonger vers l'Ouest ;
- ✓ et la faille de Boukadir.

5.2.2 Géomorphologie :

Le relief devant accueillir l'échangeur est un terrain plat sur plusieurs hectares, légèrement pentu vers l'ouest.

5.2.3 Litho-stratigraphie locale :

La litho-stratigraphie locale est caractérisée par des dépôts quaternaires développés sur les terrasses alluvionnaires au nord de l'Oued Chelif.

5.3 RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :

Une campagne de reconnaissance géotechnique a été menée sur terrain et sera approfondie par des essais d'identification dont le programme est établi à la fin du présent document.

L'absence d'affleurements ne permet pas une observation directe de la lithographie des formations en place.

En surface, les terrains sont représentés principalement, et d'une façon homogène, par des sols argileux rougeâtres refermant des cailloutis et des galets émoussés de dimensions voisines de 10cm.

La nature des terrains de surface au voisinage de l'échangeur : sol argileux rougeâtre renfermant des cailloutis et des galets émoussés.

5.4 PROGRAMME D'INVESTIGATION GEOTECHNIQUE :

Un programme d'investigation géotechnique a été établi pour permettre au laboratoire d'entamer les différents essais in situ et de laboratoire.

La campagne de reconnaissance géotechnique sera lancée afin de :

- ❖ Déterminer la nature géologique du sol support.
- ❖ Déterminer les caractéristiques physico-mécaniques des formations traversées.

- ❖ Dimensionner les fondations de l'ouvrage et la structure du corps de chaussée.

Un rappel des différents essais géotechniques à faire dans ce cadre est mentionné ci-après :

5.4.1 Lot Ouvrage d'Art :

Essais In Situ

a) Sondages carottés

Deux (02) sondages carottés, implantés allant jusqu'à 15m de profondeur seront effectués sur les deux culées de l'ouvrage et un (01) sondage carotté au droit de la trémie.

b) Essais pressiométriques

Deux (02) sondages au pressiomètre de menard seront réalisés avec une profondeur de 20m.

c) Essais au pénétromètre statique

Deux (02) essais de pénétration statique (à défaut pénétromètre dynamique) au droit de chaque appui (culée) seront également prévus, allant jusqu'au refus.

Essais de laboratoire

Essais d'identification : Granulométrie et sédimentométrie - Limites d'Atterberg (W_l et I_p).

Essais physiques : Mesure des densités sèches et humides - Mesure de la teneur en eau.

Essais mécaniques : Essais de cisaillement à la boîte de CASAGRANDE

Analyse chimique sommaire : pour connaître le degré d'agressivité ou non du sol.

5.4.2 Lot Route :

Essais In Situ

Puits de reconnaissance : Quatre (04) puits de reconnaissance, seront réalisés à la pelle mécanique, dont la profondeur peut atteindre 2,5m.

Essais de laboratoire

Essais d'identification : Granulométrie et sédimentométrie - Limites d'Atterberg (Wl et Ip).

Essais physiques : Mesure des densités sèches et humides - Mesure de la teneur en eau.

Essais mécaniques : Essais Proctor modifié - Essais C.B.R imbibé à 04 jours.

5.4.3 Recherche des gites d'emprunts et inventaire des carrières :

Gites d'emprunts

Essais d'identification : Granulométrie et sédimentométrie - Limites d'Atterberg (Wl et Ip).

Essais physiques : Mesure des densités sèches et humides - Mesure de la teneur en eau.

Essais mécaniques : Essais Proctor modifié - Essais C.B.R imbibé à 04 jours.

Les granulats

Los Angeles - Coefficient Micro Deval - Coefficient d'aplatissement - E.S à 10 % de fines.

Essai au bleu de Méthylène - Indice de plasticité.

5.5 CONCLUSION DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE :

Le programme d'investigation géotechnique du projet dans sa phase APD, n'ayant pas été exécuté, l'étude géotechnique s'est essentiellement basée sur les descriptions géomorphologique et lithologique.

A la lumière de ces descriptions effectuées pour le présent projet, le B.E.T SECOROUT émet les recommandations ci-après :

- ✓ La pente des remblais est de 3 horizontal pour 2 vertical (3H : 2V).
Pour les déblais (quantité insignifiante par rapport aux remblais) ; la pente est de 2 horizontal pour 1 vertical (2H : 1V).
- ✓ Excavation de la terre végétale et des matériaux de remblai avec présence de matériaux délétères et de matières organiques sur toute leur profondeur. Toutefois, la profondeur d'excavation de ces matériaux ainsi que l'assise des remblais doit être validée par un ingénieur géotechnicien familier avec le projet.
- ✓ Décaper le sol support sur 1 à 2m d'épaisseur sous les remblais d'accès, ce décapage se fera d'une manière progressive en partant de la culée jusqu'en aval du talus (soit sur 15m environ).
- ✓ Mise en œuvre du remblai avec des matériaux sélectionnés et compactés conformément aux articles du cahier des clauses techniques particulières.
- ✓ Pour les talus de remblais, réaliser des descentes d'eau (du côté des dévers) dont les eaux déversera dans le fossé bétonné en aval du remblai.
- ✓ Végétalisation des talus de déblais et de remblais.

CHAPITRE6 : TRACE – NORMES GEOMETRIQUES.

6.1GENERALITES .

6.2 ECHANGEUR .

6.3 VOIE EXPRESSE CROISANT L'ECHANGEUR .

6.1 GENERALITES :

Le but de ce chapitre est la présentation des normes géométriques qui ont été la base de l'étude de l'APD.

Les normes qui ont été adoptées sont celles en vigueur en Algérie (B40 - NORMES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DES ROUTES).

Et pour complément ou modification, on a fait référence principalement aux normes françaises, bien qu'à l'occasion certains éléments ont été comparés ou validés avec les normes canadiennes .

- Aménagement des routes principales – ARP – Août 1994 - SETRA
- Instructions sur les Caractéristiques Techniques d'Aménagement des Voies Urbaines (ICTAVRU) - 1990
- Instructions sur les échangeurs (SETRA)
- Aménagement des carrefours interurbains – Décembre 1998 – SETRA

6.2 ECHANGEUR :

La configuration des échangeurs et le nombre de voies sur les bretelles dépendent principalement du trafic à écouler, de l'importance du niveau d'échange, de la topographie du site et de la catégorie de la zone (rurale ou urbaine).

Le cas à traiter pour notre étude est l'échangeur type DIFFUSEUR

6.2.1 Vitesse de référence :

- Vitesse sur bretelle : 40 à 60km/h

6.2.2 Tracé en plan des bretelles :

- $R_{m_{in}}$: 40m
- En boucle le rayon doit être égal ou plus petit que 50m.

Les rayons en plan sont avantageusement encadrés d'arcs clothoïdes sur lesquels peuvent s'effectuer les variations de dévers.

Une boucle doit être encadrée par des spirales et sa valeur est la plus grande des deux méthodes de calculs : $6R^{0.4}$ ou 7Δ des différences des pentes transversales.

6.2.3 Profil en long des bretelles :

En général la déclivité en rampe maximale est de 6%.

Exception : tout près des voiries secondaires le rayon vertical peut être plus faible.

Dans certain cas d'échangeur avec la voirie locale dans des zones topographiquement difficiles, il est permis de déroger des valeurs maximales en autant que la distance reste suffisante pour réagir et que la signalisation est adéquate.

Dans le cas des échangeurs de type DIFFUSEUR, les rayons verticaux sont les suivants :

- R_{\min} saillant : 1200m
- R_{\min} rentrant : 500m

6.2.4 Dévers :

On doit éviter les dévers supérieurs à 5 % en particulier dans les petits rayons.

Dans les rayons déversés, le dévers doit régner sur la totalité de développement du rayon.

Les variations de dévers s'effectuent en totalité sur les arcs de clothoïdes dont les longueurs peuvent être déterminées selon la formule de gauchissement :

$$L = 200 l (\delta + \delta')$$

l : largeur de la chaussée

δ et δ' : valeurs des dévers

Les valeurs limites du dévers deviennent sans signification à l'approche des carrefours plans. Dans cette optique, les rayons ne sont pas nécessairement déversés. Dans certains cas, les conditions d'évacuation des eaux sont prépondérantes.

6.2.5 Élément des profils en travers des bretelles :

Les conditions du trafic et le rayon du bord interne des bretelles et des boucles sont les facteurs principaux qui affectent les dimensions des profils en travers.

Le choix entre une ou deux voies de circulation pour une bretelle est influencé généralement par le trafic, le niveau de service souhaité, le pourcentage de poids lourd et aussi par la longueur de la bretelle.

Bretelle unidirectionnelle à une voie

| | | | | |
|----------------|---|----------------------------------------------------|---|-------------|
| Chaussée | : | 4 m | = | 4 m |
| BDD | : | 1.5m a droite | = | 2.5 m |
| BDG | : | 0.5 m a gauche (Y compris la bande de guidage). | = | |
| Total : | | | = | 6.5m |

6.2.6 Dispositifs d'extrémités

On a adopté les caractéristiques des voies d'insertion et de décélération suivant les prescriptions du B40 - NORMES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DES ROUTES

- **Voies d'insertion (d'accélération) :**

La voie d'insertion permet au conducteur d'augmenter la vitesse jusqu'à atteindre celle pratiquée sur la route principale, elle est de type parallèle, sa longueur est donnée en fonction de la vitesse d'approche à vide sur la route principale.

| | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| Va (Km/h) | 60 | 80 | 100 | 120 |
| L(m) | 140 | 180 | 240 | 320 |
| l(m) | 40 | 50 | 70 | 80 |

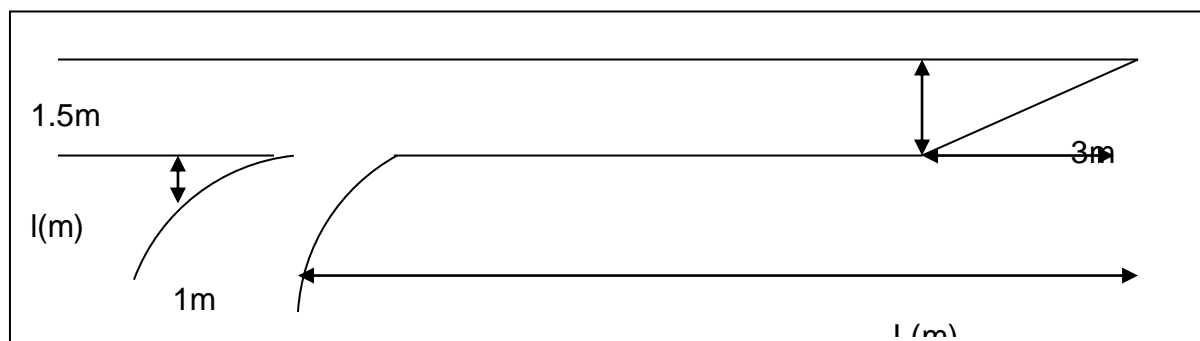
Va : vitesse d'approche à vide

L : longueur de la voie d'insertion comptée du nez d'entrée réduit à 1m jusqu'au point où la longueur se réduit à 1.5m.

Les voies d'insertion ont pour largeur :

3m pour $V_a < 100$ Km/h

3.5m pour $V_a \geq 100$ Km/h



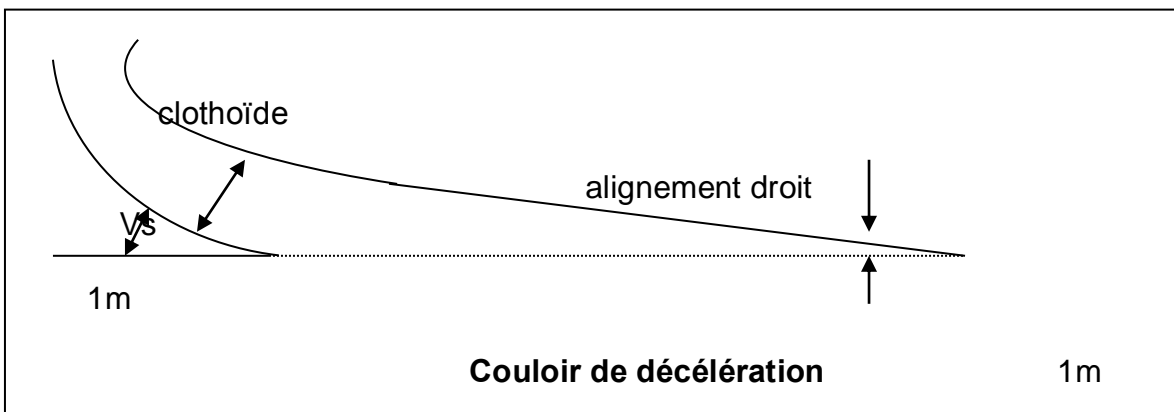
- **Voies de décélération :**

La décélération des véhicules quittant la route principale se fait à l'aide de couloirs de décélération de type parallèle ou diagonal.

- **Voies de décélération de type diagonale :**

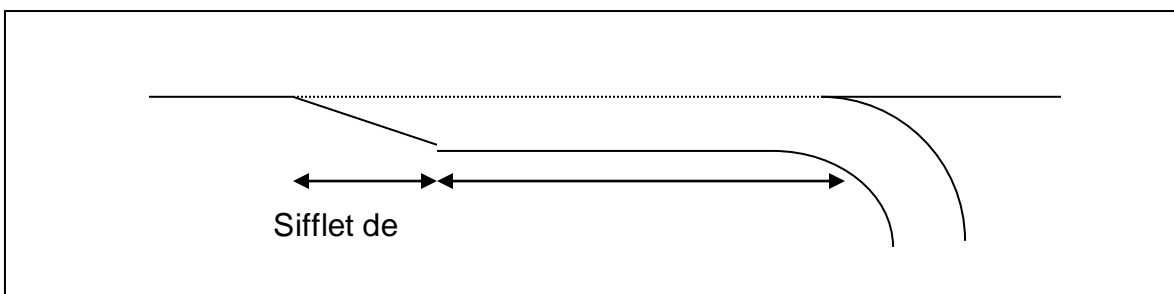
L'usage de tel couloir est recommandé pour les tournes à droite, dans le cas où la vitesse d'approche à vide de carrefour est au moins égale à 80 Km/h, le couloir comporte :

- Un biseau de sortie rectiligne
- Un raccordement progressif.



La voie de décélération de type parallèle comprend un sifflet de raccordement et une voie parallèle à la route principale.

Sa longueur est en fonction de la vitesse d'approche à vide



CHAPITRE 6 : TRACE – NORMES GEOMETRIQUES

E.N.S.T.P 2012

Le tableau ci-dessous donne la longueur de la voie de décélération (L) et longueur de sifflet de raccordement (ls) en fonction de la vitesse d'approche.

| | | | | |
|-----------|----|-----|-----|-----|
| Va (Km/h) | 60 | 80 | 100 | 120 |
| L(m) | 70 | 115 | 170 | 240 |
| ls(m) | 40 | 50 | 60 | 75 |

Les biseaux de voie unique d'entrée et de sortie, les dimensions des voies d'accélération et de décélération, des tronçons d'entrecroisement ainsi que les biseaux eux-mêmes sont variables, plusieurs facteurs d'ajustement ont influencé les longueurs.

Certains obstacles coûteux à déplacer ont diminué la longueur disponible des voies d'accélération et de décélération. De plus, une optimisation a été effectuée afin de limiter les besoins d'expropriation, la sécurité de l'utilisateur a toujours été prise en considération.

En résumé les valeurs suivantes sont utilisées :

- Biseau d'insertion à l'entrée : 40mètres ;
- Biseau d'insertion à la sortie : 50mètres ;
- Longueur de la voie d'accélération : de 140mètres ;
- Longueur de la voie de décélération : de 100 à 160mètres.

6.3 VOIE EXPRESSE CROISANT L'ECHANGEUR :

Les normes qui ont été adoptées pour l'étude de routes croisant l'autoroute sont celles en vigueur en Algérie (B40 - NORMES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DES ROUTES).

Les tableaux suivants résument ces normes avec une fourchette de valeurs pour chaque vitesse de référence.

6.3.1 Vitesse de référence

| Route | Vitesse de référence |
|------------------------|----------------------|
| Routes Nationales (RN) | de 80km/h à 40km/h |

6.3.2 Tracé en plan - Profil en long – Profil en travers

Les caractéristiques géométriques minimales sont résumées dans le tableau ci-après :

CHAPITRE 6 : TRACE – NORMES GEOMETRIQUES

E.N.S.T.P 2012

| Symbole | Vitesse de référence | 40Km/h | 60Km/h | 80Km/h |
|------------------|--------------------------------------------|------------|------------|------------|
| | Normes | B40 | B40 | B40 |
| | Rayon en plan | | | |
| | Rayon minimum absolu (R _{hn}) | 40 | 125 | 250 |
| | Rayon minimum normal (R _{hN}) | 105 | 250 | 450 |
| | Rayon au dévers minimum (R _{dm}) | 200 | 550 | 1 000 |
| | Rayon non déversé (R _{nd}) | 280 | 800 | 1 400 |
| R _{vm} | Rayon en plan saillant | | | |
| | Min absolu | 1 500 | 1 500 | 4 500 |
| | Min normal | 4 500 | 4 500 | 10 000 |
| R _{Vm'} | Rayon en plan rentrant | | | |
| | Min absolu | 1 200 | 1 200 | 2 400 |
| | Min normal | 2 400 | 2 400 | 4 200 |
| | Profil en travers type | | | |
| | Largeur de voie | 3,50 | 3,50 | 3,50 |

| | | | | |
|--|----------------|------|------|------|
| | Dévers minimum | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| | Dévers maximum | 7 | 7 | 7 |

6.3.3 Dévers associés

Les dévers associés pour les différents rayons sont interpolés linéairement en fonction de $1/R$ entre les dévers correspondants au rayon minimal absolu et au rayon minimal normal ainsi qu'entre ce dernier et le rayon au dévers minimal. Cette interpolation est faite suivant les valeurs données par la catégorie de la route en question.

Le raccordement progressif par clothoïde est obligatoire pour les courbes de rayons inférieurs au rayon non déversé.

La longueur de la clothoïde est égale à la plus grande des deux valeurs:

$L = 14 (SI - S0)$ Condition de gauchissement

$L = R/9$ Condition de confort visuel

R est le rayon de la courbe horizontale

$(SI - S0)$ = différence de dévers algébrique en pourcentage.

La constante de la clothoïde est calculée par : $A^2 = R \times L$

6.3.4 Éléments de profils en travers :

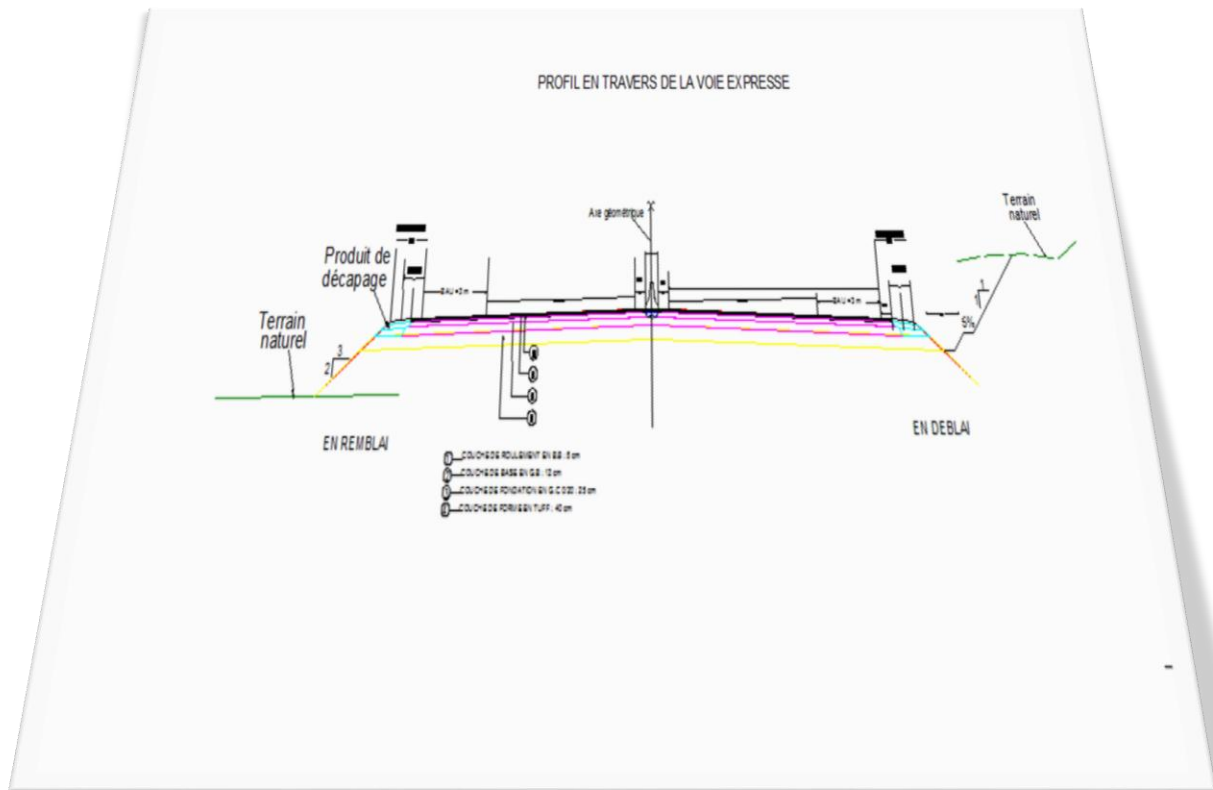
Route Nationale Double :

| | | | | |
|-------------|---|----------------|---|--------------|
| Chaussée | : | 2 x (2 x 3,5m) | = | 14,00m |
| TPC | : | 0.6 m | = | 0.6 m |
| BAU | : | 2 x 3m | = | 6m |
| BDD | : | 0.5m | = | 0.5m |
| BDG | : | 0.5m | = | 0.5m |
| Accotements | : | 2 x 1,5m | = | 3,0m |
| Total : | | | = | 24.6m |

La figure suivante représente le profil en travers type utilisé pour les voies transversales ainsi que le profil en travers au droit de l'ouvrage d'art.

CHAPITRE 6 : TRACE – NORMES GEOMETRIQUES

E.N.S.T.P 2012



CHAPITRE7 : HYDRAULIQUE.

7.1 OBJET .

7.2 FACTEURS INFLUENT SUR LA CONCEPTION .

7.3 METHODES DE CALCULS ET DEBITS .

7.4 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES
D'ASSAINISSEMENT .

7.5 VERIFICATION .

7.6 ASSAINISSEMENT DE L'EMPRISE ET DE LA CHAUSSEE .

7.1 OBJET :

Le but de ce présent chapitre est de dimensionner les ouvrages d'assainissement du projet.

Les ouvrages projetés doivent permettre l'évacuation des eaux pluviales dans des conditions satisfaisantes et protéger ainsi la route des inondations.

7.2 FACTEURS INFLUENT SUR LA CONCEPTION :

Lors de la conception du projet, divers facteurs ont été pris en considérations à savoir :

- données hydrologiques;
- données topographiques;
- données relatives au tracé des voies.

7.3 METHODES DE CALCULS ET DEBITS :

Les ouvrages projetés doivent pouvoir évacuer, dans les conditions satisfaisantes, les volumes d'eau des bassins qu'ils desserrent.

Les ouvrages sont calculés non pour la forte précipitation pluviale connue, mais pour une précipitation donnée dont la probabilité est déterminée. Dans ce projet, la base de calcul est la pluie décennale, c'est à dire la plus forte pluie susceptible de survenir dans une période de 10 ans pour les buses et les fossés et la pluie centennale pour le dalot.

Méthode de calcul :

Pour les bassins non jaugés, la méthode rationnelle est retenue. Elle nécessite de connaître les caractéristiques physiographiques des bassins et l'intensité des précipitations associées au temps de concentration de ces bassins.

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

Le débit des eaux pluviales est calculé par la méthode rationnelle, dont la formule est :

$$Q = 0.00278 CIA$$

Avec :

- ❖ Q : débit d'eau pluviale en m³/s.
- ❖ A : aire de la surface drainée en Ha;
- ❖ I : intensité de la pluie décennale dont la durée est égale au temps de concentration en [mm/h];
- ❖ C : coefficient de ruissellement.

7.3.1 Coefficient de ruissellement : C

Le coefficient de ruissellement est déterminé suivant la couverture et la perméabilité de la surface drainée.

| Type de chaussée | C | Valeurs prises |
|---------------------------------------|-------------|----------------|
| Chaussée revêtement en enrobés | 0.80 à 0.95 | 0.95 |
| Accotement : sol légèrement perméable | 0.15 à 0.40 | 0.35 |
| Talus | 0.10 à 0.30 | 0.25 |
| Terrain naturel | 0.05 à 0.20 | 0.20 |

Le coefficient de ruissellement équivalent est : $C_{eq} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$

7.3.2 Intensité des averses :

Les ouvrages d'assainissement (buses et fossés) sont dimensionnés pour des averses de fréquence f=0.1 (période de retour T= 10 ans), par contre, pour le dalot des averses de fréquences f= 0.01 (T= 100 ans) sont prises en considération.

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

➤ Pluies journalières

La hauteur de pluie journalière maximale de fréquence (f%) est déterminée en utilisant la formule suivante :

$$P_j (f\%) = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u\sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Où : $P_j(f\%)$ hauteur de pluie journalière maximale de fréquence "f" donnée

P_{jmoy} : pluie journalière moyenne (mm).

C_v : coefficient de variation climatique

U : variable de GAUSS, il est donné par le tableau suivant :

| Fréquence | Période de retour (ans) | Variable de GAUSS |
|-----------|-------------------------|-------------------|
| 0.1 | 10 | 1.282 |
| 0.2 | 50 | 2.057 |
| 0.01 | 100 | 2.327 |

➤ Fréquence d'averse :

L'intensité de l'averse de durée t et de fréquence f=0.1 (période de retour T= 10 ans) est estimée par la relation Intensité-Durée-Fréquence de forme suivante :

$$P_t(f\%) = P_j(f\%) \left(\frac{t}{24} \right)^b$$

Où : $P_t(f\%)$ est la pluie maximale de durée t (min) pour la période de retour T (fréquence f)

$P_j(f\%)$ hauteur de pluie journalière maximale de fréquence "f"

b : paramètres climatiques

t : durée de l'averse égale au temps de concentration Tc (heure)

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

➤ Temps de concentration (Tc) :

L'estimation du temps de concentration Tc est un autre paramètre à intégrer dans le calcul des débits.

Le temps de concentration Tc est le temps que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin la plus éloignée "hydrologiquement" de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. Tc est calculé selon les formules empiriques issues de la littérature.

Pour les bassins versant inférieurs à 5 Km² le temps de concentration est estimé par la formule suivante :

$$T_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$$

- ❖ Tc en heures
- ❖ A: surface du bassin versant en Km²
- ❖ P la pente moyenne (en m/m)

Formule de Passini : $T_c = 0.108 \frac{(SL)^{1/3}}{I_m^{1/2}}$ / T_C en heures

S : Surface du bassin versant en km²

L : Longueur du bassin versant principal en km

I_m : pente moyenne

➤ L'intensité horaire :

$$i_h = \frac{P_t(f\%)}{24}$$

i_h : Intensité horaire de la pluie (mm/h).

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

➤ L'intensité d'averse:

$$i_t = i_h \left(\frac{Tc}{24} \right)^{b-1}$$

❖ i_t : Intensité de pluie (mm/h)

❖ Tc : temps de concentration en heures

7.3.3 Débits retenus :

Pour conclure, les débits caractéristiques de crue retenus au droit des ouvrages projetés sont :

| | Surface du BV (m ²) | | | C _{eq} | Tc | I(t,f) | Débit |
|----------------|---------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|--------|-------------------|
| | plate-forme | accot | talus | C | heure | mm/h | m ³ /s |
| Buse 1 | 3405 | 500 | 2450 | 0,63 | 0,25 | 59,77 | 0,067 |
| Buse 2 | 3471 | 490 | 1925 | 0,67 | 0,25 | 59,77 | 0,066 |
| Buse 3 | 3134 | 630 | 815 | 0,74 | 0,25 | 59,77 | 0,057 |
| Fossé Remblais | 2850 | 435 | 1508 | 0,68 | 0,25 | 59,77 | 0,054 |
| Fossé Déblais | 4678 | 870 | 1018 | 0,76 | 0,25 | 59,77 | 0,083 |
| Dalot | 560000 | | | 0,20 | 0,43 | 54,04 | 1,682 |

La pluie de référence pour le dimensionnement des ouvrages correspond à une pluie de durée t (minute) égale à 0.25 heure et une période de retour de 10 ans pour les buses et les fossés et de durée $Tc = 0.43$ h et de période de retour de 100 ans pour le dalot.

7.4 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT :

7.4.1 Conditions d'écoulements :

✓ **Vitesse des eaux**

La vitesse des eaux pluviales dans le réseau est limitée inférieurement et supérieurement, car il faut :

- d'une part, éviter les stagnations susceptibles de provoquer des dépôts risquant de provoquer l'obturation des ouvrages d'assainissement;
- d'autre part, prévenir des érosions des ouvrages par les matières solides charriées par les eaux.

Aux faibles débits, il faut assurer une vitesse d'écoulement empêchant les dépôts des sables, d'où les vitesses minimales à retenir dite « auto-curage » qui devront être satisfaites.

✓ Les pentes minimales

Les pentes minimales à adopter pour les canalisations doivent être suffisantes pour éviter les dépôts solides.

✓ Aération

L'écoulement présente la particularité de comporter une surface libre soumise généralement à la pression atmosphérique.

7.4.2 Base de calcul :

a) Débit d'écoulement :

Les sections à donner aux ouvrages d'évacuation sont basées sur le principe de l'écoulement libre :

$$Q = V \times S$$

❖ Q : le débit d'écoulement

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

- ❖ V : la vitesse moyenne d'écoulement
- ❖ S : la section mouillée

b) Vitesse d'écoulement :

La vitesse d'écoulement est déterminée par la formule de CHEZY :

$$V = C \sqrt{R_h \times I}$$

avec :

- R_h : le rayon hydraulique
- I : pente longitudinale de l'ouvrage
- C : coefficient déterminé par la formule de « Manning Strickler » :

$$C = K (R_h)^{1/6}$$

K : Coefficient dépendant de la nature des parois

d'où : $V = 70 R_h^{2/3} I^{1/2}$

c) Vitesse d'auto-curage :

L'auto-curage est la capacité d'une conduite à se nettoyer seule, grâce à des vitesses d'écoulement qui permettent d'entraîner les éléments solides.

Les pentes admissibles doivent être respectées pour les différentes sections afin de garantir les conditions d'auto-curage pour tous les ouvrages :

✓ $V > 0.6 \text{ m/s}$ pour $Q/Q_{ps} = 0,1$

✓ $V > 0.3 \text{ m/s}$ pour $Q/Q_{ps} = 0,01$

avec : Q_{ps} le débit à pleine section

7.4.3 Débit de saturation (débit pleine section Q_{ps}) :

Pour le calcul de la vitesse pleine section V_{ps} et du débit pleine section Q_{ps} , on a utilisé la formule de « Manning Strickler » :

$$V_{ps} = 70 Rh^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q_{ps} = V_{ps} \cdot S = 70 Rh^{2/3} I^{1/2} \cdot S$$

- Q_{ps} : Débit dans la conduite (m³/s)
- K : Coefficient d'écoulement ($K=70$)
- S : Section mouillée (m²)
- Rh : Rayon hydraulique (m)
- I : Pente de conduite (m/m)

Ensuite, on détermine le rapport $Rq = Q/Q_{ps}$ avec Q débit de projet (calculé pour une durée t et une période de retour T) et on en déduit les rapports Rv et Rh représentant successivement le rapport des vitesses V/V_{ps} et le rapport des hauteurs de remplissage.

On calcul la vitesse d'écoulement correspondant à :

✓ $Q/Q_{ps} = 0.1 : V(Q/Q_{ps}=0.1) = 0.64 \cdot V_{ps}$.

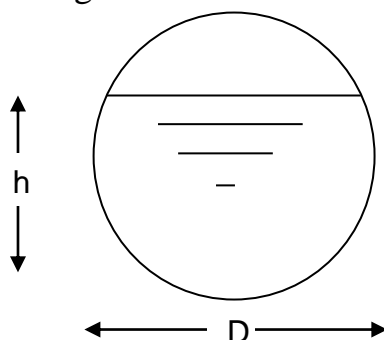
✓ $Q/Q_{ps} = 0.01 : V(Q/Q_{ps}=0.01) = 0.34 \cdot V_{ps}$.

On doit vérifier les conditions d'auto curage pour tous les ouvrages.

7.4.4 Application :

a) Buses circulaires :

Les buses sont des ouvrages de forme circulaire de diamètre D



A pleine section on a :

$$\text{Périmètre mouillé} : P_m = \pi D$$

$$\text{Section mouillée} : S_m = \pi D^2/4$$

$$\text{Rayon hydraulique} : R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{D}{4}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage : I

D'où :

$$Q_{ps} = 70 \cdot \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

Le débit rapporté par le bassin versant (Q calculé), doit être inférieur ou égal au débit de saturation des buses (Q_{PS} : débit pleine section) $Q \leq Q_{PS}$.

Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

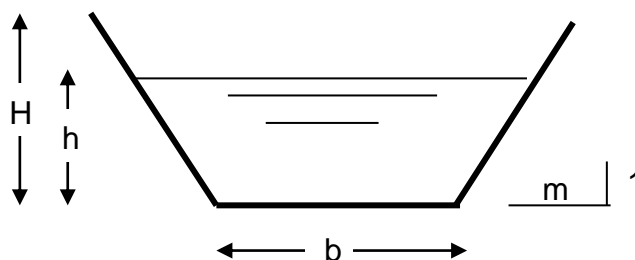
E.N.S.T.P 2012

| BUSE | Q | Pente | D | Sm | Rh | Vps | Qps | Q/Qps | V/Vps | h/D | V | V | V |
|--------|-------------------|-------|------|----------------|------|------|-------------------|-------|-------|------|------|-------------|--------------|
| | m ³ /s | % | mm | m ² | m | m/s | m ³ /s | | | | m/s | (Q/Qps=0.1) | (Q/Qps=0.01) |
| Buse 1 | 0,07 | 1,82 | 1000 | 0,79 | 0,25 | 3,75 | 2,94 | 0,023 | 0,41 | 0,1 | 1,54 | 2,40 | 1,27 |
| Buse 2 | 0,07 | 0,9 | 1000 | 0,79 | 0,25 | 2,63 | 2,07 | 0,032 | 0,46 | 0,12 | 1,21 | 1,69 | 0,90 |
| Buse 3 | 0,06 | 0,5 | 1000 | 0,79 | 0,25 | 1,96 | 1,54 | 0,037 | 0,47 | 0,13 | 0,92 | 1,26 | 0,67 |

Les dimensions retenues permettront d'évacuer les débits calculés et vérifient les conditions d'auto curage.

b) Fossé trapézoïdale :

Les fossés sont des ouvrages de forme trapézoïdale de largeur : b et de hauteur : H et de pente des berges : m



A pleine section on a :

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

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

Section mouillée : $S_m = (b + mh)h$

Rayon hydraulique : $R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$

Pente longitudinale de l'ouvrage : I

D'où :

$$Q_{ps} = 70 \cdot \left(\frac{(b + mh) \cdot h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot (b + mh) \cdot h$$

Le débit rapporté par le bassin versant (Q calculé), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du fossé (Q_{PS} : débit pleine section) $Q \leq Q_{PS}$.

Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

| Fossé | Q | Pente | b | H | m | Sm | Pm | Rh | Vps | Qps | Q/Qps | V (Q/Qps=0.1) | V (Q/Qps=0.01) |
|--------------------|------|-------|-----|------|---|----------------|------|------|------|------|-------|------------------|-------------------|
| | m3/s | % | m | m | | m ² | m | m | m/s | m3/s | | m/s | m/s |
| Fossé sur Remblais | 0,05 | 2 | 0,4 | 0,30 | 1 | 0,21 | 1,25 | 0,17 | 3,01 | 0,63 | 0,085 | 1,93 | 1,02 |
| Fossé sur Déblais | 0,08 | 2 | 0,5 | 0,50 | 1 | 0,50 | 1,91 | 0,26 | 4,04 | 2,02 | 0,041 | 2,59 | 1,37 |

Le tableau suivant représente les calculs des hauteurs et taux de remplissage ainsi que les vitesses d'écoulement :

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

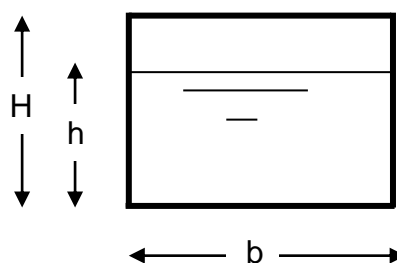
E.N.S.T.P 2012

| Fossé | Q | Pente | b | h | h/H | V |
|-------------------|-------------------|-------|-----|------|-----|------|
| | m ³ /s | % | m | m | % | m/s |
| Fossé Remblais | 0,05 | 2 | 0,4 | 0,07 | 23 | 1,43 |
| Fossé Déblais | 0,08 | 2 | 0,5 | 0,09 | 17 | 1,63 |

Les dimensions retenues permettront d'évacuer les débits calculés et vérifient les conditions d'auto curage.

c) Dalot rectangulaire :

Le dalot est un ouvrage de forme rectangulaire de largeur : b et de hauteur : H



A pleine section on a :

$$\text{Périmètre mouillé : } P_m = b + 2h$$

$$\text{Section mouillée : } S_m = bh$$

$$\text{Rayon hydraulique : } R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{bh}{b + 2h}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage : I

D'où :

$$Q_{ps} = 70 \cdot \left(\frac{bh}{b + 2h} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot b \cdot h$$

CHAPITRE 7 : HYDRAULIQUE

E.N.S.T.P 2012

Le débit rapporté par le bassin versant (Q calculé), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot (Q_{PS} : débit pleine section) $Q \leq Q_{PS}$.

Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

| Collecteur | Débit | Pente | b | H | Sm | Pm | Rh | Vps | Qps | Q/Qps | V (Q/Qps=0.1) | V (Q/Qps=0.01) |
|------------|-------------------|-------|---|---|----------------|----|------|------|-------------------|-------|---------------|----------------|
| | m ³ /s | % | m | m | m ² | m | m | m/s | m ³ /s | | m/s | m/s |
| Dalot | 1,682 | 0,5 | 4 | 4 | 16 | 12 | 1,33 | 6,00 | 95,95 | 0,018 | 3,84 | 2,04 |

Les dimensions retenues permettront d'évacuer les débits calculés et vérifient les conditions d'auto curage.

7.5 VERIFICATION :

7.5.1 Condition d'auto-curage :

✓ $V > 0.6 \text{ m/s}$ pour $Q/Q_{ps} = 0,1$

✓ $V > 0.3 \text{ m/s}$ pour $Q/Q_{ps} = 0,01$

La vitesse d'écoulement V est être inférieure à : 4 m/s (les ouvrages d'assainissement ne subissent pas d'érosion).

7.5.2 Condition de remplissage :

Le taux de remplissage de chaque ouvrage ne dépasse pas 80% de la hauteur de l'ouvrage.

$$H / D \leq 0.80 \quad \text{ou} \quad h / H \leq 0.80$$

7.5.3 Condition sur les pentes :

Les conditions de pentes sont respectées à savoir :

- I minimum $\geq 0.5 \%$
- I maximum $\leq 10 \%$

Toutes les conditions sont vérifiées pour les ouvrages d'assainissement projetés.

7.6 ASSAINISSEMENT DE L'EMPRISE ET DE LA CHAUSSÉE :

Le système de drainage de l'emprise de la route est constitué par un ensemble d'ouvrages élémentaires ponctuels ou linéaires, superficiels ou enterrés. Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise de la route.

Les ouvrages d'assainissement sont décrits dans les paragraphes qui suivent :

7.6.1 Caniveau de déblai : (réseau de pied de talus de déblai)

Ce caniveau est placé au pied du talus de déblais. Il récupère et draine les eaux superficielles issues de la chaussée, l'accotement et du talus vers l'exutoire (fossé bas du talus de remblai, buse d'évacuation ou collecteur (buse)).

Ce fossé est peu profond, de section trapézoïdale, soit engazonné ou soit revêtu. Si la pente est supérieure ou égale à 3%, le fossé est alors revêtu. Aux endroits où la capacité est insuffisante, le fossé est alors doublé par une buse souterraine.

7.6.2 Descente d'eaux et bordure :

Dans les sections de bretelles et boucles en remblai (hauteur de remblai supérieure à 3,0m), des bordures longent l'extérieur de la bande, et ce pour collecter les eaux de ruissellement de la chaussée et les évacuer par les descentes d'eau. En effet, les descentes d'eau sont disposées de telle sorte que la hauteur

d'eau sur la bande ne dépasse pas 6cm. La distance entre ces descentes d'eau garantissant une bonne évacuation des eaux est déterminée en fonction de la hauteur d'eau, de la pente longitudinale ainsi que des dévers.

7.6.3 Fossés :

Les fossés sont destinés à collecter les eaux en provenance du réseau d'assainissement de la plate-forme ainsi que celles venant des talus adjacents.

Fossé de pied de talus de remblai :

Ces fossés sont prévus au pied des talus de remblai lorsque le terrain naturel est en contre-pente, et de afin que les eaux ne stagnent pas sous les assiettes de remblai. De plus, ces fossés collectent les eaux de ruissellement à partir des descentes d'eau pour les drainer le long des talus vers les dépressions naturelles. Ces fossés sont revêtus lorsque la pente est égale ou supérieure à 3%.

7.6.4 Regard sous fossé (regard avaloir) :

C'est un regard à grille collectant les eaux du fossé vers le collecteur.

CHAPITRE 8 : OUVRAGES D'ART

8.1 GENERALITES .

8.2 PASSAGE SUPERIEUR (PS) DE L'ECHANGEUR AU
PK40+600 .

8.3 DALOT AU PK1+925 (O.C) .

8.1 GENERALITES :

Le présent chapitre concerne la présentation des différents ouvrages du projet de l'échangeur Chettia.

Ci-après une description détaillée des ouvrages projetés, et qui comprennent :

- ❖ Le Passage Supérieur sur la RN19 au PK40+600;
- ❖ Le Dalot au PK1+925 (O.C).

8.2 PASSAGE SUPERIEUR (PS) DE L'ECHANGEUR AU PK40+600 :

Le passage supérieur est conçu pour le franchissement de la Route Nationale n°19, rétablissant les communications au niveau des différentes branches par l'intermédiaire des bretelles et boucles.

L'ouvrage projeté croise la Route Nationale N°19 avec un biais de 14,36 grades.

C'est un pont à poutres multiples sous chaussée, composé d'une travée de 33,40m.

Le tablier est constitué d'un hourdis en béton armé de 20cm d'épaisseur ; de poutres en béton précontraint (PBP) ; des entretoises aux appuis, reliant l'extrémité des poutres, et des dispositifs parasismiques ont été prévus.

L'infrastructure de l'ouvrage est prévue en béton armé et est composée de : deux culées à mur frontal, mur garde-grève et murs en retour.

Les fondations sont conçues selon la capacité portante, admissible, du sol voisinant l'ouvrage : Vu l'indisponibilité des essais géotechnique; il a été décidé de projeter des fondations profondes; l'infrastructure de l'ouvrage repose sur pieux forés de 1,2m de diamètre.

Le gabarit de l'ouvrage est de 5,25m.

8.3 DALOT AU PK1+925 (O.C) :

Le dalot projeté au PK1+925 est un ouvrage courant hydraulique permettant l'évacuation des eaux du cours d'eau venant du Sud du projet.

L'ouvrage est conçu en structure en béton armé; il est de dimension 4.00x4.00m et de portée 45m.

CHAPITRE 9 : INSTALLATIONS AUXILIERES .

9.1 INTRODUCTION .

9.2 DISPOSITIFS DE RETENUE DES VEHICULES CONTRE LES SORTIES ACCIDENTELLES DE CHAUSSEE .

9.1 INTRODUCTION :

Le présent chapitre traite les mesures prises pour la sécurité du trafic et les installations auxiliaires prévues tout le long du projet. C'est un sujet très important et doit être appliqué soigneusement là où c'est nécessaire le long du projet.

9.2 DISPOSITIFS DE RETENUE DES VEHICULES CONTRE LES SORTIES ACCIDENTELLES DE CHAUSSEE :

9.2.1 Généralités :

L'aménagement de l'autoroute Est-Ouest nécessite pour des raisons de sécurité, la mise en œuvre, sur certaines sections ou en certains points particuliers, des systèmes appelés dispositifs de retenue.

Le dispositif de retenue est un équipement de sécurité destiné à :

- favoriser le maintien d'un véhicule motorisé sur la partie roulable de la plate-forme, afin d'éviter la sortie de route,
- Isoler les obstacles ou les dénivellations importantes,
- Protéger les zones riveraines de l'intrusion d'un véhicule.

De nombreux produits et aménagement sont susceptibles de remplir ces fonctions. Toutefois ne sont considérés comme dispositifs de retenue que les matériels qui simultanément possèdent une capacité de retenue supérieure à un seuil donné et assurent le maintien du véhicule sur la chaussée dans des conditions de sécurité acceptables pour les usagers de la route.

Toutes les barrières de sécurité utilisées doivent être certifiées ou agréées ou avoir fait l'objet d'une autorisation d'emploi du ministère des travaux publics.

Références :

- La circulaire française n° 88-49 du 9 mai 1988 relative à l'agrément et aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussée (Fascicule 1 à 4)
- Guide "L'équipement des routes interurbaines - SETRA - Décembre 1998
»
- Guide technique GC 77 modifié en juin 1980.
- Normes françaises relatives aux dispositifs de retenue :
 - Dispositifs métalliques : NF P98-409, NF P98-410, NF P98-411, NF P98-412, NF P98-413
 - Dispositifs en béton : NF P98-430, NF P98-431, NF P98-432, NF P98-433
 - Barrière BN4 : NF P98-421

9.2.2 Modèle et type des dispositifs de retenue :

Le choix du modèle ou du type des dispositifs devra être déterminé en fonction d'un certain nombre de critères :

- Performances de sécurité et capacité de retenue ;
- Coût de l'investissement et de l'entretien ;
- Conditions de mise en œuvre et d'entretien ;
- Possibilité d'ancrage au sol (un dispositif ne peut avoir un bon fonctionnement que si son ancrage est correct);
- Emprise disponible et nature des obstacles à isoler ;
- Possibilité de raccordement entre les différents dispositifs prévus sur une section;
- Possibilité de rehaussement des files implantées.

CHAPITRE 9 : INSTALLATIONS AUXILIERES

E.N.S.T.P 2012

Type de dispositifs latéraux :

Les dispositifs de retenue latéraux destinés pour le projet sont de niveau 1 et de profil 'A'.

On distingue deux types de dispositifs :

- Dispositifs souples,
- Dispositifs rigides.

A/ LES DISPOSITIFS SOUPLES :

Les dispositifs souples nommés glissières métalliques qui se déforment lors du choc d'un véhicule sont de type simple (GS) (voir détail) ou double (DE).

A-1 Glissières simples :

Elles sont constituées d'une lisse en éléments de glissement de profil A, assemblé entre eux par boulonnage ; la lisse est montée sur des écarteurs fixés sur supports au sol et alignés. Les éléments de glissement sont soit des éléments standard de longueur utile de 4m soit des éléments spéciaux.

Un système de glissières simple a été adopté sur le projet, le tableau suivant définit ce système :

| Système de glissière | supports | |
|----------------------|----------------|---------------|
| | Espacement (m) | nature |
| GS2 | 2 | U 100 ou C100 |

a) Spécification de montage sur sections courantes :

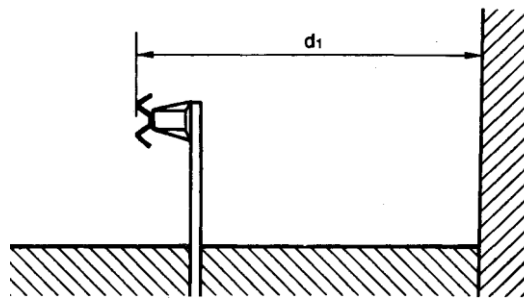
Montage : La longueur totale du support est normalement égale à 2m mais peut être réduite à 1,50m si le sol est très ferme (diminution de la longueur enterrée)

Les éléments de glissement se recouvrent dans un sens qui est fonction du sens de circulation de telle manière que la fin d'un élément masque l'origine du suivant.

b) Principe d'implantation :

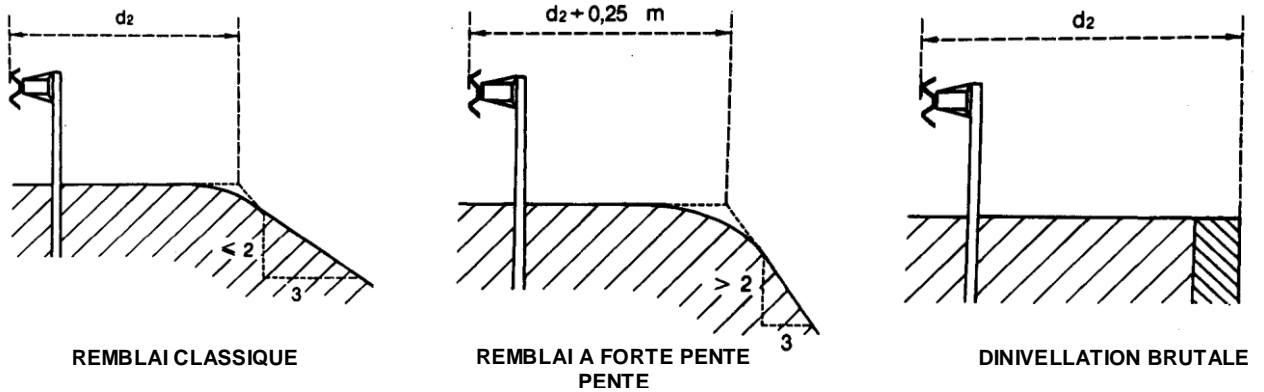
Le choix de l'implantation de la glissière métallique sur le projet a été effectué en se basant sur les principes d'implantation suivants :

- L'implantation des glissières simples dépend essentiellement de la nature des obstacles présents, que se soit au niveau des accotements ou au niveau du TPC, ainsi que de la distance d_1 entre la face avant de la glissière et celle de l'obstacle



| Type du dispositif | d_1 (m) | Nature de l'obstacle |
|--------------------|------------------------|----------------------|
| GS2 | $1,60 > d_1 \geq 1,20$ | Tous obstacles |

- Dans le cas de dénivellation, le choix de la glissière à implanter sur accotement dépend de la distance d_2 décrite dans les figures suivantes :



- En principe les glissières métalliques simples doivent être implantées chaque fois que la hauteur du remblai dépasse la hauteur de 4,00mètres, hauteur comptée par rapport au pied des talus dont la pente dépasse 25% (ou 1mètre en cas de dénivellation brutale, par exemple le mur de soutènement sur ouvrage d'art).

- D'une manière générale au niveau du projet, la pente est inférieure ou égale à 0,66 et la distance d_2 est supérieure à 1,25m.

- La présence des fossés bétonnés dessinés pour le drainage des eaux sur l'ensemble des voies sont considérées comme des obstacles latéraux qui nécessite l'implantation des glissières métalliques même dans les sections de remblai d'une hauteur inférieure à 4m ce qui justifie le choix de la glissière simple GS2 au niveau des accotements sur l'ensemble du tronçon (voir tracé en plan).

A-2 Matériaux pour dispositifs métalliques :

a) Métal de base

Le métal de base des éléments de glissière métallique est un acier dont les caractéristiques sont au moins égales à celles de l'acier Fe 360 B (selon la norme NF EN 10025), cet acier doit être chimiquement apte à la galvanisation selon la norme NF A 35-503

b) Dimensions nominales :

Le métal de base (revêtement de protection exclu) doit avoir une épaisseur de 3mm

c) Protection des éléments contre la corrosion par galvanisation :

Les éléments de glissement sont galvanisés à chaud, conformément aux prescriptions de la norme NF A 91-121.

La qualité du zinc doit être conforme à celle de la norme NF A 55-101 et d'une classe au moins égale à la classe Z6.

La masse minimale est définie par la norme NF A 91-121 pour les produits en aciers de 3 à 5mm d'épaisseur.

B/ LES DISPOSITIFS RIGIDES :

B-1 Définition :

Les dispositifs rigides nommés séparateurs en béton réalisé en béton de ciment comportant des fers, il sont de type simple (GBA) ou double (DBA) (voir détail).

a) Séparateurs simples (GBA) : Séparateur à profil dissymétrique qui ne peut jouer un rôle de retenu que d'un seul coté. Les dimensions des séparateurs GBA sont indiquées dans le plan de détail.

b) Séparateurs doubles (DBA): Séparateur à profil symétrique qui peut jouer un rôle de retenu des deux cotés en ayant un comportement identique.

B-2 Choix d'implantation :

Les sections d'implantation des dispositifs en béton simple et double du projet sont indiquées dans le tracé en plan.

La barrière de sécurité en béton est servie à la retenue des véhicules légers et des véhicules lourds.

Le séparateur double DBA est implanté pour notre cas au niveau de la boucle BC1 et BC2. Le séparateur simple GBA est utilisé sur accotement et même sur le terre plein central en deux files lorsque la largeur du TPC est suffisante. Leur implantation sur terre plein central et sur accotement est effectué suivant les recommandations suivantes :

- Compte tenu de l'évolution des trafics routiers et en particulier le trafic lourd, la tendance actuelle va vers l'utilisation de dispositif en béton notamment sur la terre pleine central.
- En générale les séparateurs en béton sont recommandé sur les routes de 2X2 voies pour un trafic supérieure à 40000 véhicules en MJA et dont le nombre de poids lourds est supérieur à 5000 par jour.
- La GBA est recommandé sur accotement dont la glissière métallique ne peut pas assurer la retenue des véhicules lorsque les conséquences d'une sortie de chaussée seront estimées particulièrement graves

a) Préparation du sol support :

Les séparateurs en béton sont des dispositifs rigides qui ne peuvent être implantés que sur un sol stabilisé pour éviter tout risque de rupture par tassement différentiel.

Le séparateur doit adhérer au support sur lequel il est coulé. A cette fin les recommandations suivantes sont préconisées :

- Sur un support stabilisé mécaniquement, ou constitué d'une couche traitée aux liants hydraulique ou hydrocarbonés l'adhérence est obtenue par coulage direct du séparateur sur ce support préalablement nettoyé.
- Dans les autre cas, le séparateur est coulé sur une semelle en béton d'une largeur minimale égale à celle du séparateur et de 20cm d'épaisseur. Le séparateur et la semelle peuvent être coulés en une seule opération après exécution de la tranche nécessaire

CHAPITRE 9 : INSTALLATIONS AUXILIERES

E.N.S.T.P 2012

- Une opération de réparation supplémentaire devra être prévue avant la mise en œuvre du séparateur s'il existe d'importants défauts de nivellement du sol support.

b) Joints et reprises de bétonnage :

- Joint de retrait : Ils ne sont pas obligatoires.
- Joint d'arrêt de chantier : Tout arrêt de bétonnage supérieur à 1h30 doit faire l'objet d'un point d'arrêt de chantier. Celui-ci est exécuté dans un plan vertical orthogonal à l'axe de l'ouvrage.
- Joint d'arrêt de chantier : Lors de la reprise, l'ouvrage doit être systématiquement repiqué afin de dégager le béton ayant une compacité suffisante.

c) Passages d'eau :

Des passages d'eau peuvent être créés si cela est nécessaire, dans les séparateurs en béton.

Les ouvertures sont fixées à 30cm X 6cm, leur entraxe ne doit pas être inférieur à 3mètres.

La technique de réalisation est laissée à l'appréciation de l'entrepreneur (coffrage perdus métallique ou réserves faites dans un matériaux destructible).

B-3 Spécifications des matériaux de réalisation :

a) Ciment : Le ciment utilisé est du ciment portland, avec ou sans ajouts de classe 45, 45R ou 55R conformément aux normes NF P 15-300 et NF P 15-301

b) Sable : Les granulat doivent être conforme aux norme P 18-101 et NF 18-301 et répondre aux spécifications suivantes :

- Coefficient de friabilité inférieur ou égale à 30
- Equivalent de sable supérieur ou égal à 75

c) Granulat moyens et gros : Outre la conformité aux normes NF P 18-101 et NF 18-301, pour la granulométrie, les granulats doivent répondre aux spécifications suivantes :

- Propreté des gravillons inférieur ou égale à 2 %
- Coefficient Los Angeles inférieur ou égale à 40
- Micro Deval humid inférieur ou égale à 35

d) Eau de gâchage : L'eau de gâchage doit être conforme au type 1 de la norme NF P 98-100.

e) Béton de ciment : les résistances mécaniques du béton destiné à la réalisation des séparateurs doivent satisfaire aux conditions prescrites par la norme NF P18-305 pour la classe de résistance B25.

Le dosage en ciment doit être au moins de 300kg de ciment par mètre cube de béton.

Le béton doit avoir une teneur en air occlus compris entre 3 et 6 %.

f) Fers filants pour béton : On utilise des fers filants haute adhérence HA12 qui doivent au moins répondre à la nuance FeE400.

C/ DISPOSITIFS SUR OUVRAGES D'ART :

Le choix des dispositifs de retenue latéraux sur les ouvrages est porté sur les barrières de sécurité de type BN4.

Le modèle BN4 est particulièrement adapté pour l'équipement des ponts.

C-1 Description :

Il s'agit de barrières de sécurité en acier à lisses horizontales en tubes ouverts, fixées sur des supports en tôle d'acier découpés et soudés. Ces modèles sont de type « souple » et fonctionnent par encastrement ponctuel.

La barrière de sécurité BN4 est composée :

- a) de trois lisses horizontales en tube ouvert placées à différentes hauteurs et nommées : supérieure, moyenne et inférieure selon leur position ;
- b) de supports dont l'espacement normal est de 2,50 m mais peut être compris entre 2,30m et 2,60m ;
- c) de pièces d'ancrage ;
- d) de vis fusibles ;
- e) de boulons qui permettent de lier ces éléments entre eux.

La hauteur de la barrière est de 1m et sa masse est d'environ 65 kg/m par mètre hors zone d'ancrage.

C-2 Montage en section courante :

La barrière BN4 est rendue solidaire de l'ouvrage à l'aide de pièces d'ancrage munies chacune de deux répartiteurs d'ancrage. Le calage entre la platine du support et la pièce d'ancrage n'est pas autorisée.

Il est nécessaire d'avoir une assise correcte du support, surtout à l'arrière de celui-ci.

Il ne doit être prévu qu'un seul raccordement entre deux supports successifs pour les lisses supérieures et moyennes.

Au droit de tout joint entre travées et, éventuellement, aux abouts du tablier, les liaisons entre les lisses sont réalisées par des manchons et/ou des étriers de dilatation qui permettent la libre dilatation des éléments. L'ouverture du joint

ainsi constitué est calculée en fonction de la température à la pose et de la longueur de l'ouvrage :

- a) cas d'un souffle inférieur à 5cm,
- b) si le souffle est compris entre 5cm et 10cm, le manchon de dilatation ne comporte que des percements oblongs ;
- c) pour un souffle supérieur à 10cm, une étude particulière est à prévoir.

Les supports doivent être verticaux avec une tolérance de faux-aplomb égale à 0,5cm sur la hauteur. La tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur est égale à 1cm par rapport à la ligne idéale sur toute la longueur de l'ouvrage intéressé. En cas de courbe de rayon supérieur à 100m, les lisses sont cintrées pour permettre le respect des tolérances de pose, ce qui peut entraîner une légère déformation des parties internes des profilés.

L'étanchéité doit être assurée au droit des vis d'ancrage par un moyen approprié.

C-3 Implantation sur TPC :

Au niveau de la bande centrale des ouvrages d'art le choix d'implantation des dispositifs de retenue dépend de la largeur du vide central.

La glissière simple type GS est plus adapté pour les largeurs supérieures à 1m.

9.3 SIGNALISATION VERTICALE ET HORIZONTALE :

9.3.1 Généralités :

Le rôle primordial de la signalisation est de réduire les causes d'accidents et faciliter la circulation aux usagers de la route non familiers avec l'environnement du projet.

Il est bien entendu, que les critères principaux pour avoir une circulation saine et efficace sont:

- L'uniformité
- L'homogénéité
- La simplicité

Pour satisfaire ces critères. Il faudrait prévoir des moyens rigoureusement efficaces pour répondre parfaitement à l'objectif principal du mouvement de trafic. Ces moyens consistent en une signalisation horizontale et verticale bien appropriées.

9.3.2 Signalisation Verticale :

Dans cette étude, la signalisation verticale comporte deux catégories:

- Signalisation de Danger, de Prescription et d'Indication,
- Signalisation de Direction.

9.3.2.1 Signalisation de Danger, Prescription et d'indication :

Les signalisations de danger et de prescription seront utilisées en vue de régler les restrictions du trafic et d'assurer la sécurité. Les panneaux seront conformes aux normes internationales.

Parmi les points particuliers du projet:

1. La signalisation de danger comporte les dispositifs classiques d'annonce et de balisage des courbes en fonction de leur rayon sur les bretelles de sortie et d'entrée de l'échangeur, compte-tenu des caractéristiques géométriques du tracé en plan.
2. La signalisation de prescription se déduit du statut des voies concernées et de la réglementation en vigueur. Sur les bretelles de

l'échangeur et les raccordements, les limitations de vitesse proposées sont fonction des rayons de courbure du projet.

3. La signalisation d'indication concerne essentiellement le statut de début et fin de route sur le carrefour de raccordement.

4. Le régime de priorité aux jonctions des bretelles d'entrées avec la route express se définit comme suit:

- Priorité à la route express,
- Cédez-le passage sur les bretelles,

5. Dimensionnement des panneaux :

La gamme proposée pour les signaux est :

- Grande gamme sur la section courante de la route express,
- Gamme normale sur les bretelles de l'échangeur.

6. Rétro réflexion :

Les panneaux et panonceaux sont rétro réfléchissants haute intensité classe II.

9.3.2.2 Signalisation de Direction :

Les destinations indiquées sur la signalisation de direction ont été choisies pour répondre aux exigences de la voie express CHLEF - TENES.

Les principales destinations desservies sont:

- CHLEF, TENES
- Ainsi que les villes rencontrées sur le réseau primaire à proximité de l'axe de la voie express.

Dimensionnement des ensembles de signalisation:

Les dimensions des panneaux sont:

- Signalisation de l'échangeur:

Les ensembles sont dimensionnés avec:

- Une hauteur de 40cm pour les caractères arabes et 28.5cm pour les caractères latins des mentions courantes.
- Une hauteur de 40cm pour les caractères arabes et 28.5cm pour les caractères latins des grands centres.

- Signalisation des carrefours de raccordement :

Le dimensionnement des ensembles de signalisation sera réalisé avec une hauteur de 30.5cm pour les caractères arabes et 15cm pour les caractères latins et chiffres.

Rétro réflexion : les panneaux de direction sur route express, tant sur portique que sur accotement seront à fond bleu avec les caractères, symboles et listes en blanc rétro réfléchissant de classe II.

9.3.3 Signalisation Horizontale :

9.3.3.1 Objectif :

Afin de renforcer la sécurité routière. Une signalisation horizontale sera envisagée et consistera en un marquage sur chaussée des bandes en couleur blanche rétro réfléchissante en enduit à chaud selon la largeur et la modulation prévues dans l'étude.

La signalisation horizontale sur chaussée a pour but d'indiquer d'une façon bien claire les parties de la chaussée consacrées aux différentes voies de circulation

ou à certaines catégories d'usagers de la route, ainsi que dans certains cas, le comportement que les conducteurs doivent observer.

Référence :

Les principales références de la présente étude sont :

- Instruction française sur la signalisation routière (Septième partie : marquage sur chaussée) du 31 juillet 2002,
- Guide "L'équipement des routes interurbaines - SETRA - Décembre 1998 »,
- Norme européenne NF EN 1436 : performance des marquages appliqués sur la route,
- Arrêté Algérien d'Homologation 2001.

9.3.3.2 Caractéristiques générales des marques :

a) La couleur : Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées.

b) Largeur des lignes : La largeur des lignes est définie par rapport à une unité « U » différente selon le type de route, pour le cas de la voie express on adopte la valeur $U=6\text{cm}$.

c) Catégorie des lignes longitudinales : Le tableau suivant donne les caractéristiques de tous les types de ligne adoptée :

CHAPITRE 9 : INSTALLATIONS AUXILIERES

E.N.S.T.P 2012

| MODULATIONS | DESIGNATION DES MARQUES | LARGEUR |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| continue | Délimitation de terre-plein central (TPC) | 3U |
| | Délimitation du contour des îlots | 3U |
| | Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies | 2U |
| T1 | Ligne axiale ou de délimitation de voie | 2U |
| T2 | délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement | 5U |
| | Ligne de rive de chaussée | 3U |
| T3 | Ligne d'annonce d'une ligne continue | 2U |
| T'3 | Ligne de délimitation de la bande de rive | 3U |
| | Ligne de rive au rapproche des carrefours | 3U |
| T'2 | Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE " | 50 cm |

d) Caractéristiques des lignes discontinues : Le tableau suivant donne les caractéristiques des lignes discontinues :

Voir plus de détails dans l'annexe.

CHAPITRE 9 : INSTALLATIONS AUXILIERES

E.N.S.T.P 2012

| Type de marquage | Type de modulation | Longueur du trait (en m) | Intervalle entre 2 traits successifs | 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 |

9.3.3.3 Performances des produits de marquage :

Les produits de marquage doivent être homologués selon la réglementation algérienne, en vigueur. Ils doivent répondre aux performances suivantes :

a) La couleur : Le point représentatif de la chromaticité doit se situer à l'intérieur du domaine défini par les coordonnées suivantes :

X 0,307 ; 0,347 ; 0,337 ; 0,297

Y 0,307 ; 0,347 ; 0,357 ; 0,317

b) La visibilité du jour Qd : Le coefficient Qd qui correspond à la réflexion du marquage à la lumière du jour ou sous un éclairage public doit être supérieur ou égale à **130 mcd. x⁻². lux⁻¹**

c) La rétroréflexion de nuit : Le coefficient de rétroréflexion de nuit RL doit être supérieur ou égale à **200 mcd. x⁻². lux⁻¹**

d) Adhérence : La valeur de l'adhérence exprimée en unité SRT doit être supérieur ou égale à 45.

Les valeurs des performances exigées ci-dessus doivent être assurées pendant la durée de vie fonctionnelle du marquage qui est au minimum de douze (12) moi.

CHAPITRE 10 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.

CH 10 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

E.N.S.T.P 2012

TRAVAUX DES INTERSECTIONS AVEC LA RN19 ET L'EVITEMENT D'OULED FARES ECHANGEUR CHETTIA – LOT : OUVRAGE D'ART

| N° | DESIGNATION DES TRAVAUX | U | Quantité |
|------|------------------------------------------------------------------|----|----------|
| | <u>I- FORFAIT</u> | | |
| 1.01 | Installation de chantier | F | 01 |
| 1.02 | Etudes techniques | F | 01 |
| | <u>II- TERRASSEMENTS</u> | | |
| 2.01 | Déblais pour fouilles | M3 | 125 000 |
| 2.02 | Remblais pour fouilles | M3 | 260 000 |
| | <u>III- FORAGES</u> | | |
| 3.01 | Amenée et repliement | F | 01 |
| 3.02 | du matériel de forage | ML | 29 200 |
| 3.03 | Forage et exécution de pieux de Ø 1200mm jusqu'à 15ml | ML | PM |
| 3.04 | Plus value au prix n°3.02 pour une profondeur supérieure à 15 ml | U | 20 |
| 4.01 | Recépage des têtes de pieux | M3 | 420 000 |
| 4.02 | | M3 | 58 700 |
| | <u>IV- INFRASTRUCTURE</u> | | |
| 4.03 | | M3 | 4 480 |

CH 10 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

E.N.S.T.P 2012

| | | | |
|------|-----------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 4.04 | Béton de propreté pour semelles et dalles de transition | M3 | 795 |
| 4.05 | Béton armé pour semelles y compris coffrage | M3 | 456 |
| 4.06 | Béton armé pour culées et murs en retour y compris coffrage | M2 | 123 |
| 5.01 | | U | 160 |
| 5.02 | Béton armé pour dés d'appuis et plots antisismique y compris coffrage | M3 | 110 |
| 5.03 | | M3 | 62 |
| 5.04 | Béton armé pour dalles de transition y compris coffrage | U | 39 |
| 6.01 | Badigeonnage des parties enterrées | M2 | 13.50 |
| 6.02 | <u>V-</u> <u>SUPERSTRUCTURE</u> | ML | 8,50 |
| 6.03 | Fourniture et pose d'appareils d'appuis | U | 08 |
| 6.04 | Béton armé pour hourdis | ML | 23 |
| 6.05 | Béton armé pour corniches et trottoirs | ML | 45 |
| | Fourniture et pose de poutres précontrainte préfabriquées | | |

CH 10 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

E.N.S.T.P 2012

| | | | |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| | <u>IV-EQUIPEMENTS</u> Fourniture et pose de la chape d'étanchéité 36S en bicouche Joints de chaussée type Freyssinet Monobloc ou équivalent Fourniture et pose d'avaloirs Ø 200mm Fourniture et pose de glissière de sécurité Fourniture et pose de barrière de retenue type BN4 | | |
| - MONTANT TOTAL EN HORS TAXES (H.T) | | | |
| - T.V.A (17 %) | | | |
| - MONTANT TOTAL EN TOUTES TAXES (T.T.C) | | | |

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

RECAPITULATIF

| DESIGNATION DES TRAVAUX | MONTANT TOTAL EN H.T |
|-----------------------------------|----------------------|
| <u>SECTION I</u> – FORFAIT | 26 219 800,00 |
| <u>SECTION II</u> – TERRASSEMENTS | 3 117 400,00 |
| <u>SECTION III</u> – FORAGES | 102 680,00 |

CH 10 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

E.N.S.T.P 2012

| | |
|------------------------------------|-------------------------|
| <u>SECTION IV</u> – INFRASTRUCTURE | 26 219 800,00 |
| <u>SECTION V</u> – SUPERSTRUCTURE | 26 219 800,00 |
| <u>SECTION VI</u> – EQUIPEMENTS | 26 219 800,00 |
| TOTAL | 29 439 880,00 DA |
| H.T..... | 5 004 779,60 DA |
| TVA (17%) | 34 444 659,60 DA |
| | |
| TOTAL T.T.C | |
| | |

ARRETE LE PRESENT DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF A LA SOMME DE : TRENTE QUATRE MILLIONS QUATRE CENT QUARANTE QUATRE MILLE SIX CENT CINQUANTE NEUF DINARS SOIXANTE CTS EN TOUTE TAXES COMPRISES ;
SOIT (34 444 659,60DA EN T.T.C)

TRAVAUX DES INTERSECTIONS AVEC LA RN19 ET
L'EVITEMENT D'OULED FARES ECHANGEUR CHETTIA – LOT :
CHAUSSEE :

CONCLUSION GENERALE

E.N.S.T.P 2012

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes , souhaitant y être parvenus.

ANNEXES

E.N.S.T.P 2012



CONTRAIINTES RENCONTREES



ANNEXES

E.N.S.T.P 2012



ANNEXES

E.N.S.T.P 2012



EMPLACEMENT DE L'ECHANGEUR

ANNEXES
E.N.S.T.P2012

Annexe 1 : chapitre 2 :étude du trafic

*tab1 :coefficient d'équivalence P :

| Environnement | E_1 | E_2 | E_3 |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|
| Routes à bonnes caractéristiques | 2-3 | 4-6 | 8-12 |
| Routes étroites | 3-6 | 6-12 | 16-24 |

** tab 2: coefficients K_1 , K_2 :

K_1 : coefficient lié à l'environnement

| Environnement | E_1 | E_2 | E_3 |
|---------------|-------|-------|-------------|
| K_1 | 0.75 | 0.85 | 0.90 à 0.95 |

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

Les valeurs de K_2 sont données dans le tableau suivant :

ANNEXES

E.N.S.T.P2012

| Type d'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 |

***tab 3 Valeurs de la capacité théorique :

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Route a 2 voies de 3,5m | 1500 à 2000 UVP/h. |
| Route a 3 voies de 3,5m | 2400 à 3200 UVP/h. |
| Route a chaussées séparées | 1500 à 1800 UVP/h/sens. |

Annexe 3 : chapitre 3 choix et conception d'un échangeur**a) Les différents trafics à prendre en compte :**

Le tableau suivant met en parallèle les caractères du trafic, des tests de conception et les conséquences sur les éléments du projet du point d'échanges.

| Caractères du trafic | Tests de conception | Éléments du projet |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mouvements tournants et volume en UVP | <ul style="list-style-type: none"> . Tous les mouvements sont-ils assurés ? . Quels sont les mouvements dominants ? . Certains mouvements peuvent-ils être en d'autres points ? . Avec quelles conséquences ? . L'aménagement est-il cohérent avec les caractéristiques du réseau en amont et en aval ? . Quelle est l'évolutivité de l'aménagement ? . Y a-t-il des dissymétries par sens de circulation ? Sont-elles liées à un plan de circulation ? | <ul style="list-style-type: none"> . Organisation des conflits dans le carrefour, dimensionnement des entrées et des stockages, capacité. . Définition de la forme de l'échangeur, dimensionnement des bretelles, capacité. |
| Composition du trafic PL | <ul style="list-style-type: none"> . Le point d'échange est-il sur un axe poids lourds important ? - sur un itinéraire « matières dangereuses » ? - sur un itinéraire « convoi exceptionnel » ? | <ul style="list-style-type: none"> Rayon du tracé en plan. . Largeur des voies et sur largeur en courbe. . Gabarit. . Dimensionnement des chaussées. . Préservation de l'environnement : dispositifs contre les nuisances sonores (donc géométrie d'ensemble) et la pollution. |
| Transports en commun | <ul style="list-style-type: none"> . Le point d'échanges est-il sur un axe TC important, existant ou prévu ? De quel type (bus, trolleybus, tramway) ? . Les aménagements spécifiques affectent-ils la circulation générale ? Sont-ils efficaces pour les TC | <ul style="list-style-type: none"> Localisation des arrêts : accessibilité piétons ou VP, pertes de temps des TC liées à l'arrêt. . Dimensionnement des arrêts. . Aménagements spécifiques d'approche ou de franchissement du point d'échange |

ANNEXES

E.N.S.T.P2012

| | ? | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deux-roues | <ul style="list-style-type: none"> . Le point d'échanges est-il près d'un générateur deux-roues important, existant ou prévu ? . Est-il situé sur un axe deux-roues aménagé ou dont l'aménagement est prévu au schéma directeur ? . L'aménagement spécifique n'est-il pas plus contraignant que l'aménagement initial ? | <p>Aménagements de détails en approche du point d'échanges, en entrée et au sein du point d'échanges.</p> <ul style="list-style-type: none"> . Impact sur la capacité. |
| Piétons | <ul style="list-style-type: none"> . Le point d'échanges est-il proche d'équipements générant un fort trafic piétons, existant ou prévu ? . Est-il situé au sein d'une unité de quartier ? . Les parcours piétons sont-ils lisibles et vraisemblables ? | <ul style="list-style-type: none"> . Choix d'une traversée à niveau ou d'un passage dénivelé. . Positionnement et dimensionnement des refuges pour les traversées de chaussées larges. . Calcul des temps de sécurité pour les traversées et prise en compte dans la capacité de l'aménagement. |
| Nature du trafic : transit Échange | <ul style="list-style-type: none"> . Le point d'échanges est-il à une entrée importante dans l'agglomération ? . Quelles sont les places dans la hiérarchie du réseau des voies créant l'échange ? | <ul style="list-style-type: none"> . Adaptation des caractéristiques : soit traitement spécifique des points d'échanges jouant le rôle de transition pour modifier les comportements, soit accroissement des caractéristiques pour adapter la voie au comportement des usagers entrants. |

b) Le niveau de service

Ce critère fait en premier lieu appel aux choix effectués lors de l'élaboration du programme.

- ❖ Si la voie rapide projetée est de type A, l'échange est nécessairement dénivelé. La conception de l'échangeur doit alors viser à assurer au mieux l'homogénéité du niveau de service pour les mouvements prioritaires (transit, mouvements directs ou mouvements tournants à privilégier). Elle doit également s'adapter à l'évolution prévisible de la circulation.
- ❖ Si la voie rapide est de type U, une approche multicritère (type d'échanges en amont et en aval, temps d'attente acceptables, possibilité

de régulation, évolutivité) permet de comparer les niveaux de service d'une solution dénivelée et d'une solution à niveau :

- **temps d'attente** : dans les carrefours à feux, le temps de vert disponible pour les mouvements jugés prioritaires ou dans le cas de carrefours giratoires, le temps d'attente occasionné à ces mêmes mouvements doit être calculé et comparé à ce qu'on peut juger acceptable. Cela peut éventuellement conduire à la dénivellation de l'échange ;
- **régulation** : pour une voie de type U à carrefours plans, il convient souvent d'envisager une régulation d'axe. Pour en vérifier la faisabilité, il faut mesurer la marge de croissance tant des mouvements secondaires que des mouvements directs ;
- **évolutivité** : il faut par ailleurs vérifier que l'aménagement choisi peut s'adapter à l'évolution possible de la circulation, et de quelle façon, et éventuellement envisager quels seront les modifications ou ajouts à apporter ultérieurement.

c) La sécurité

Chaque type d'aménagement pose des problèmes particuliers à apprécier ponctuellement :

❖ carrefours plans :

- difficulté à empêcher l'accès d'usagers piétons ou deux-roues à la voie nouvelle si elle constitue un cheminement intéressant ; dans un tel cas il vaut mieux prévoir des aménagements spécifiques ;
- difficulté à interdire physiquement certains mouvements tournants ;
- traversée des piétons ;
- sécurité en heures creuses dans les carrefours de grande dimension ;

❖ diffuseurs dénivelés :

- géométrie des boucles et anses (risque de renversement des poids lourds) ;
- visibilité ;
- traitement de la transition entre voie rapide urbaine et voie raccordée ;
- contrôle du gabarit dans les passages souterrains à gabarit réduit.

d) Les impacts sur le réseau de voirie

La création d'un échange entre la voie nouvelle et le réseau raccordé amène en général des modifications du fonctionnement de ce réseau (accroissement des trafics dus aux rabattements sur la voie rapide urbaine, changements d'itinéraires...) variables selon la nature de l'échange et sa capacité. Il convient en tout état de cause de s'assurer que le réseau peut supporter ces modifications et, dans le cas contraire, d'y apporter les aménagements nécessaires ou bien de renoncer à créer le point d'échanges.

Annexe 4 : chapitre 4 étude des structures de chaussée

⇒ Chaussée souple

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

- La couche de surface ou couche de roulement.
- La couche de base.
- La couche de fondation.
- La couche de forme.

La couche de surface ou couche de roulement :

Constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné qui doit résister aux efforts tangentiels des pneus et d'assurer l'adhérence et l'imperméabilisation de la chaussée.

La couche de base :

A pour objectif de résister aux efforts verticaux et de répartir sur la couche de fondation les pressions qui en résultent.

La couche de fondation :

Constituée avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et coût.

La couche de forme :

La couche de forme est la surface de terrain préparée, sur laquelle est édifée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur une certaine épaisseur le sol naturel par un sol meilleur sélectionné à cet effet. On constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du sol support en permettant entre autres la circulation d'engins de chantiers

*Méthode CBR (California – Bearing – Ratio) :

Méthode semi-empirique, basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant les éprouvettes de (90 à 100°) de l'O.P.M. les abaques qui donnent l'épaisseur «**E**» des chaussées en fonction des pneus et du nombre de répétitions des charges, tout en tenant compte de l'influence du trafic.

L'épaisseur de la chaussée, obtenue par la formule **CBR** améliorée, correspond à un matériau bien défini (grave propre bien gradué). Pour ce matériau, le coefficient d'équivalence est égal à **1**.

ANNEXES
E.N.S.T.P2012

** tab 1 , valeur du coefficient « a » :

| Matériaux utilisés | Coefficient d'équivalence |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Béton bitumineux ou enrobe dense | 2,00 |
| Grave ciment – grave laitier | 1,50 |
| Sable ciment | 1,00 à 1,20 |
| Grave concasse ou gravier | 1,00 |
| Grave roulée – grave sableuse T.V.O | 0,75 |
| Sable 0,50 | 0,50 |
| Grave bitume | 1,60 à 1,70 |
| Tuf | 0,60 |

***Méthode du Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement des chaussées : trafic, matériaux, sol support et ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle.

*** Réseau principal de niveau RP1 :

Il comporte des:

- ✓ Liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 v /j.
- ✓ Liaisons reliant deux chefs lieu de wilaya.
- ✓ Liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique.

Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN).

Structures disponibles dans le catalogue pour le réseau RP1:

| Matériaux types | Structures |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| MTB (matériaux traités au bitume) | GB/GB , GB/GNT , GB/TUF , GB/SG ,GB/AG |
| MTLH (matériaux traités aux liants hydrauliques) | GL/GL , Bcg/GC |

GB : grave bitume , GNT : grave non traité , TUF : encroutement calcaire ,

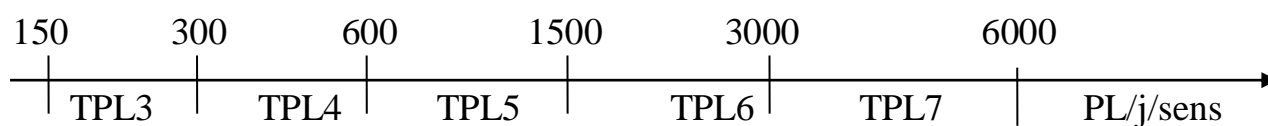
ANNEXES

E.N.S.T.P2012

SG : sable gypseux , AG : arène granitique , GL : grave laitier , Bcg : béton en ciment goujonné , GC : grave ciment.

Définition d'un poids lourds : véhicule de plus de 35kN (3,5 tonnes) de poids total autorisé en charge (PTAC).

Classe TPL_i pour RP1 :



Présentation des classes de portances des sols :

| Portance Si | CBR |
|-------------|---------|
| S4 | < 5 |
| S3 | 5 – 10 |
| S2 | 10 – 25 |
| S1 | 25 – 40 |
| S0 | >40 |

Surclassement des sols support avec couche de forme en matériau non traité :

| Classe de portance de sol terrassé (Si) | Matériaux de couche de forme | Epaisseur de matériau de couche de forme | Casse de portance de sol support visée (Sj) |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <S4 | Mat .non traités* | 50cm 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 |

*(GNT ,TVO,TUF...)

ANNEXES

E.N.S.T.P2012

DONNEES D'ENTREE DU DIMENSIONNEMENT :

↻ Durée de vie : pour un réseau RP1 et par matériau type :

| Matériaux types | Structures types | Durée de vie |
|-----------------|----------------------------------|--------------|
| MTB | GB /GB, GB/GNT ,GB/TUF ,GB/SG | 20 ans |
| MTLH | GL/GL | 20 ans |
| | Bcg | 25 ans |

↻ Risque de calcul (r%) adoptés dans e dimensionnement de structures pour le réseau RP1 sont donnés dans le tableau suivant :

↻

| | Casse de trafic | TPL3 | TPL4 | TPL5 | TPL6 | TPL7 |
|-----|-----------------|------|------|------|------|------|
| r % | GB/GB,GB/GNT | 20 | 15 | 10 | 5 | 5 |

↻ Données climatiques : zones climatique de pluviométrie :

| Zone climatique | Pluviométrie mm/an | Climat | Région |
|-----------------|-----------------------|--------|-----------------------|
| II | 350 - 600 | Humide | Nord – hauts plateaux |

Température équivalente : elle est telle que la somme des dommages subis par la chaussée pendant une année pour une distribution de températures donnée , sont égales aux dommages la chaussée soumise au même trafic mais pour une température constante Θ_{eq} . Es valeurs retenues dans le calcul sont données dans le tableau suivant :

| Température équivalente Θ_{eq} (°C) | Zones climatiques | | |
|-----------------------------------------------|-------------------|-----|----|
| | I et II | III | IV |
| | 20 | 25 | 30 |

ANNEXES

E.N.S.T.P2012

⇒ Trafic : valeur du coefficient d'agressivité A

| Niveau de réseau principal RP1 | Types de matériaux et structures | | Valeurs de A |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|--|--------------|
| | Chaussée à matériau traités au bitume | | 0.6 |
| | Chaussée à matériaux traités aux liants hydrauliques | | 1 |

⇒ Classe de portance à long terme du sol support :

| | | | | | |
|--------------------|----|----|----|-----|-----|
| Classe de portance | S4 | S3 | S2 | S1 | S0 |
| Module (Mpa) | 15 | 25 | 50 | 125 | 200 |

⇒ Performances mécaniques des matériaux bitumineux :

| MTB | E(30°,10Hz) Mpa | E(25°,10Hz) Mpa | E(20°,10Hz) Mpa | E(10°,10Hz) Mpa | $\epsilon_6(10°,25Hz)$ (10^{-6}) | -1/b | SN | Sh (cm) | v | Kc |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------|------|------|------------|------|-----|
| BB | 2500 | 3500 | 4000 | - | - | - | - | - | 0.35 | - |
| GB | 3500 | 5500 | 7000 | 12500 | 100 | 6.48 | 0.45 | 3 | 0.35 | 1.3 |
| SB | 1500 | - | - | 3000 | 245 | 7.63 | 0.68 | 2.5 | 0.35 | 1.3 |

⇒ Calcul des sollicitation admissibles pour les MTB :

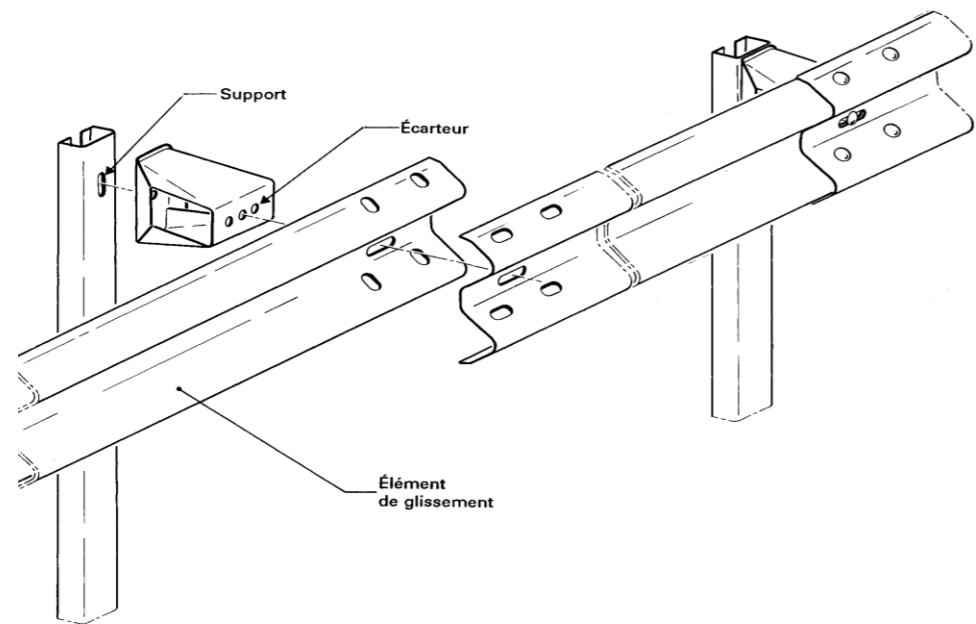
Tableau valeur de « t » :

| r% | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 |
|----|--------|--------|-------|--------|--------|
| t | -1.282 | -1.175 | 1.036 | -0.842 | -0.739 |

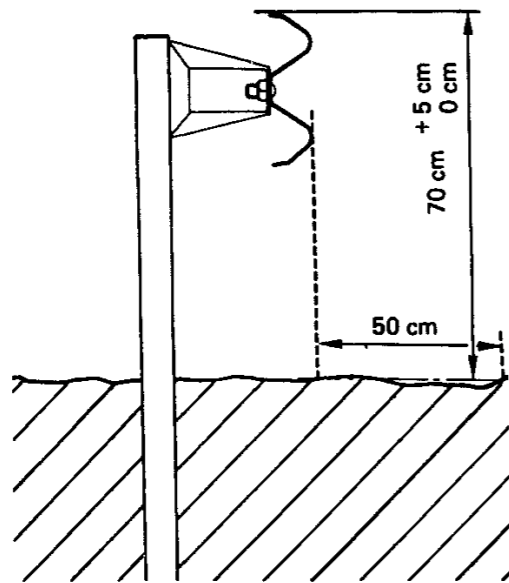
DETAILS - A -

GLISSIERES SIMPLES GS2

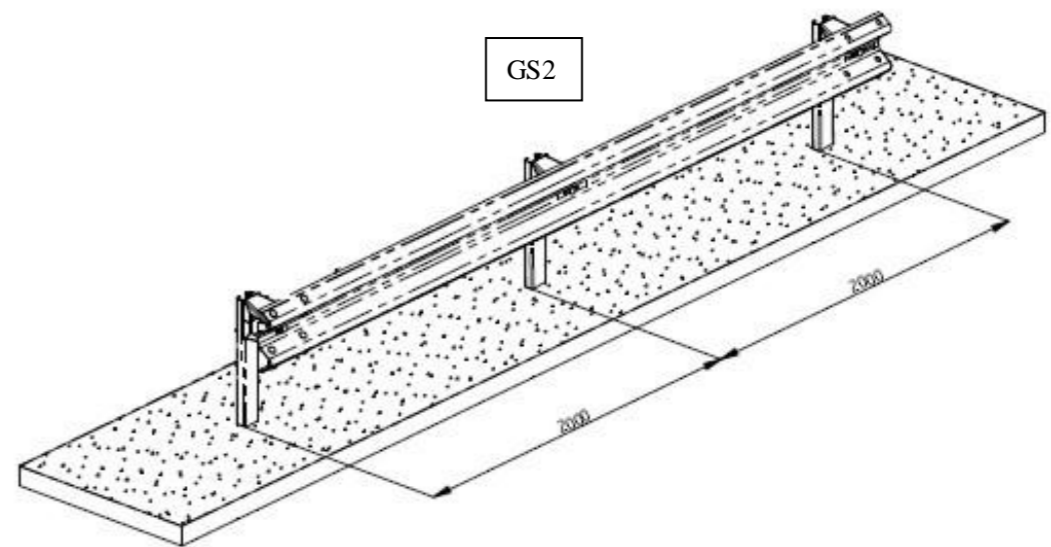
DETAIL – A1



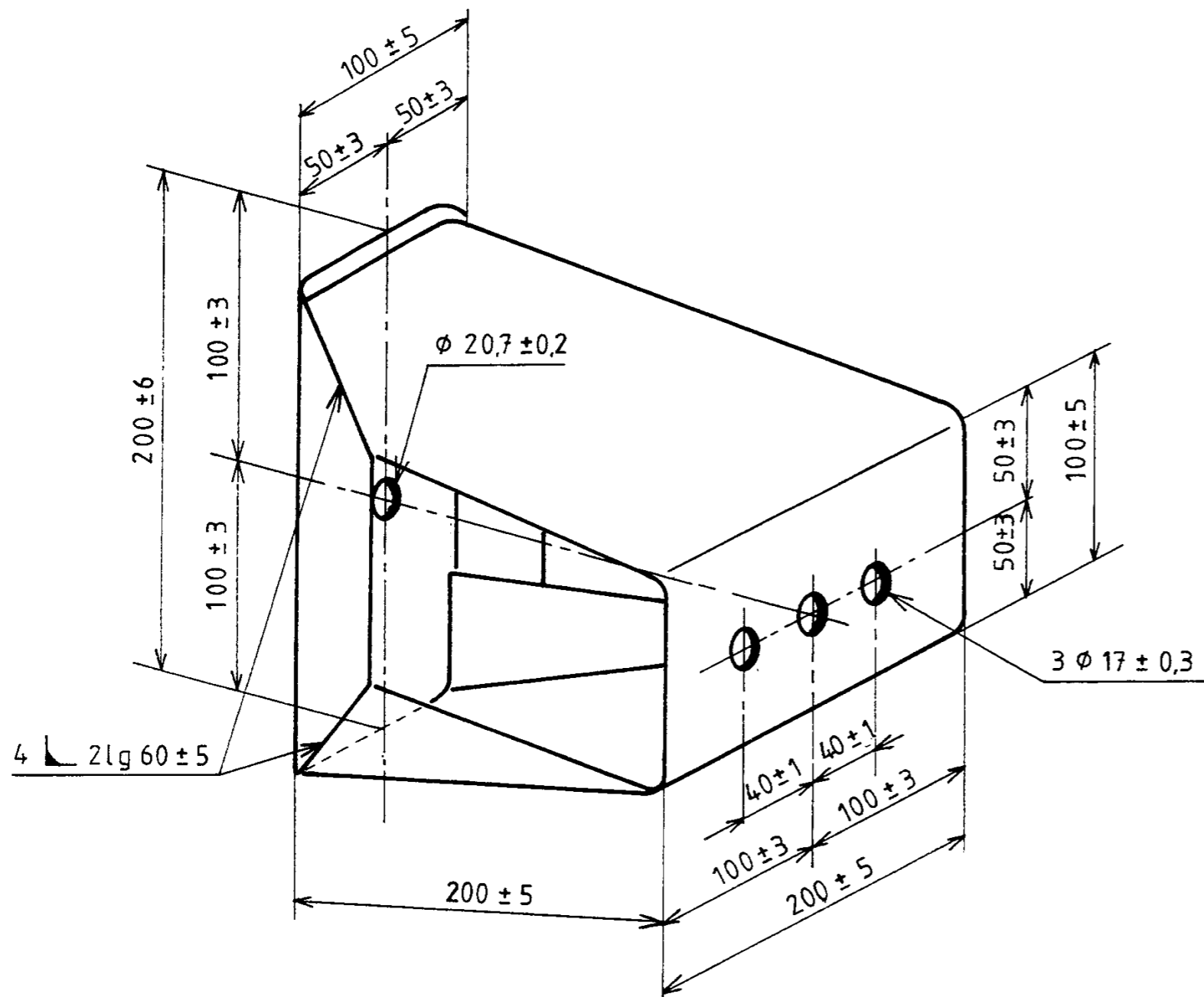
GLISSIERE SIMPLE



HAUTEUR DE POSE D'UNE
GLISSIERE SIMPLE

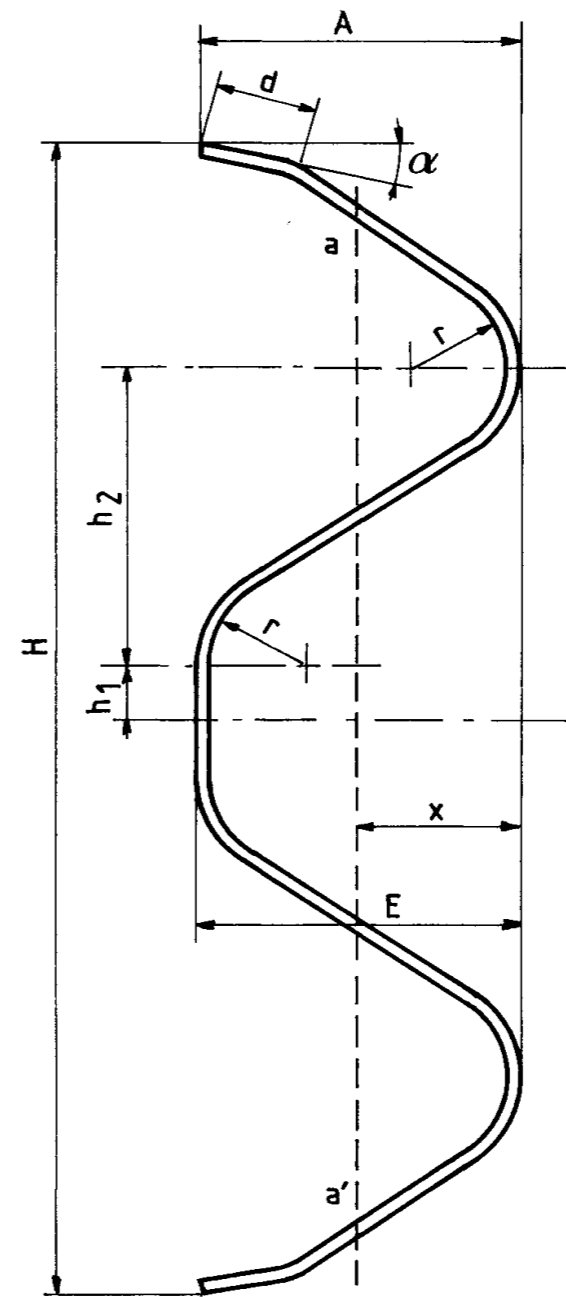


DETAIL – A2



ECARTEUR STANDARD

DETAIL – A3



SECTION PROFILA

Dimensions et tolérances en millimètres

| Dimension nominale | Tolérance |
|--------------------|--------------|
| H 310 | + 6 0 |
| A 81 | + 6 0 |
| E 81 | + 5 0 |
| h ₁ 14 | + 1 - 0,5 |
| h ₂ 82 | + 2 - 1 |
| d 27 | ± 1 |
| r 24 | ± 2 |
| α 10° | ± 3° |
| x 39 | + 3 - 2 |

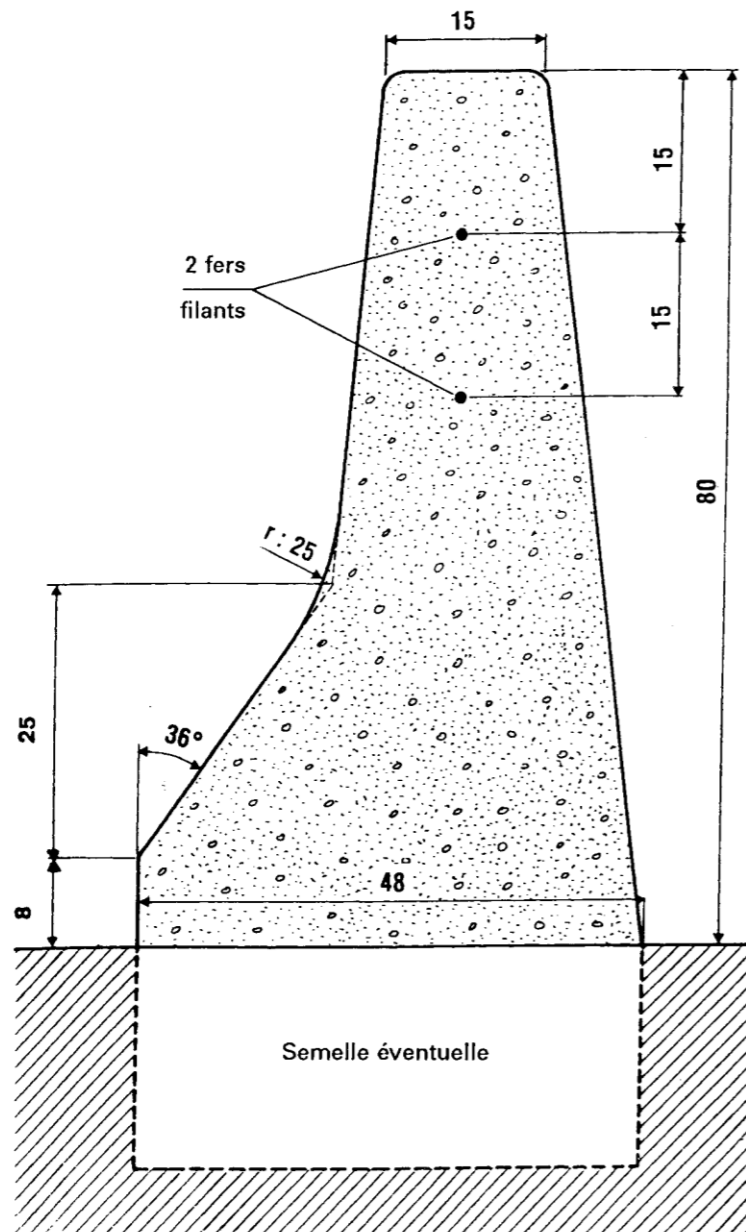
DETAILS - B -

SEPARATEURS EN BETON GBA - DBA

DETAIL – B1

| | |
|---------------------------|----------------------------------|
| — hauteur | 80 cm (tolérance - 2 cm, + 3 cm) |
| — largeur à la base | 48 cm (tolérance 0 cm, + 3 cm) |
| — largeur au sommet | 15 cm (tolérance 0 cm, + 2 cm) |
| — hauteur du talon | 8 cm (tolérance - 1 cm, + 3 cm) |

Dimensions en centimètres

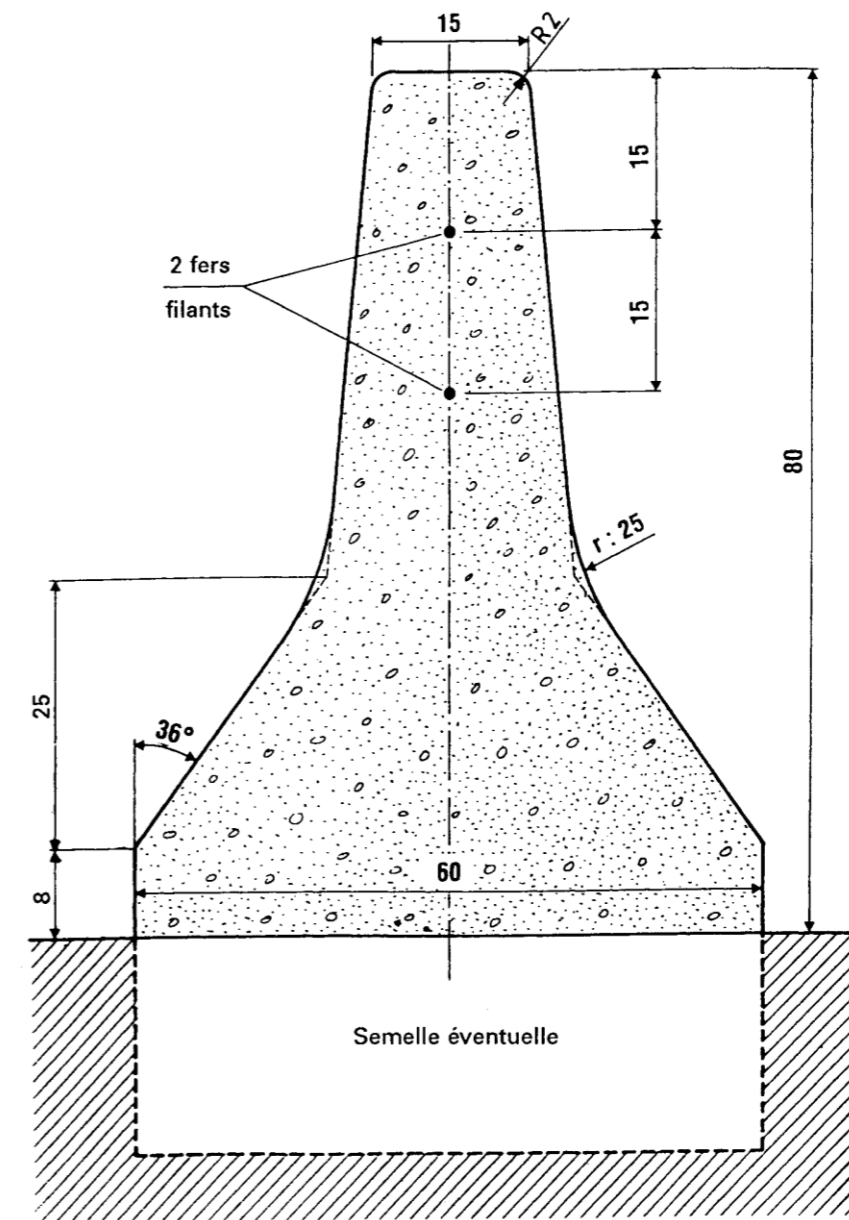


SEPARATEUR SIMPLE

DETAIL – B2

| | |
|---------------------------|----------------------------------|
| — hauteur | 80 cm (tolérance - 2 cm, + 3 cm) |
| — largeur à la base | 60 cm (tolérance 0 cm, + 3 cm) |
| — largeur au sommet | 15 cm (tolérance 0 cm, + 2 cm) |
| — hauteur du talon | 8 cm (tolérance - 1 cm, + 3 cm) |

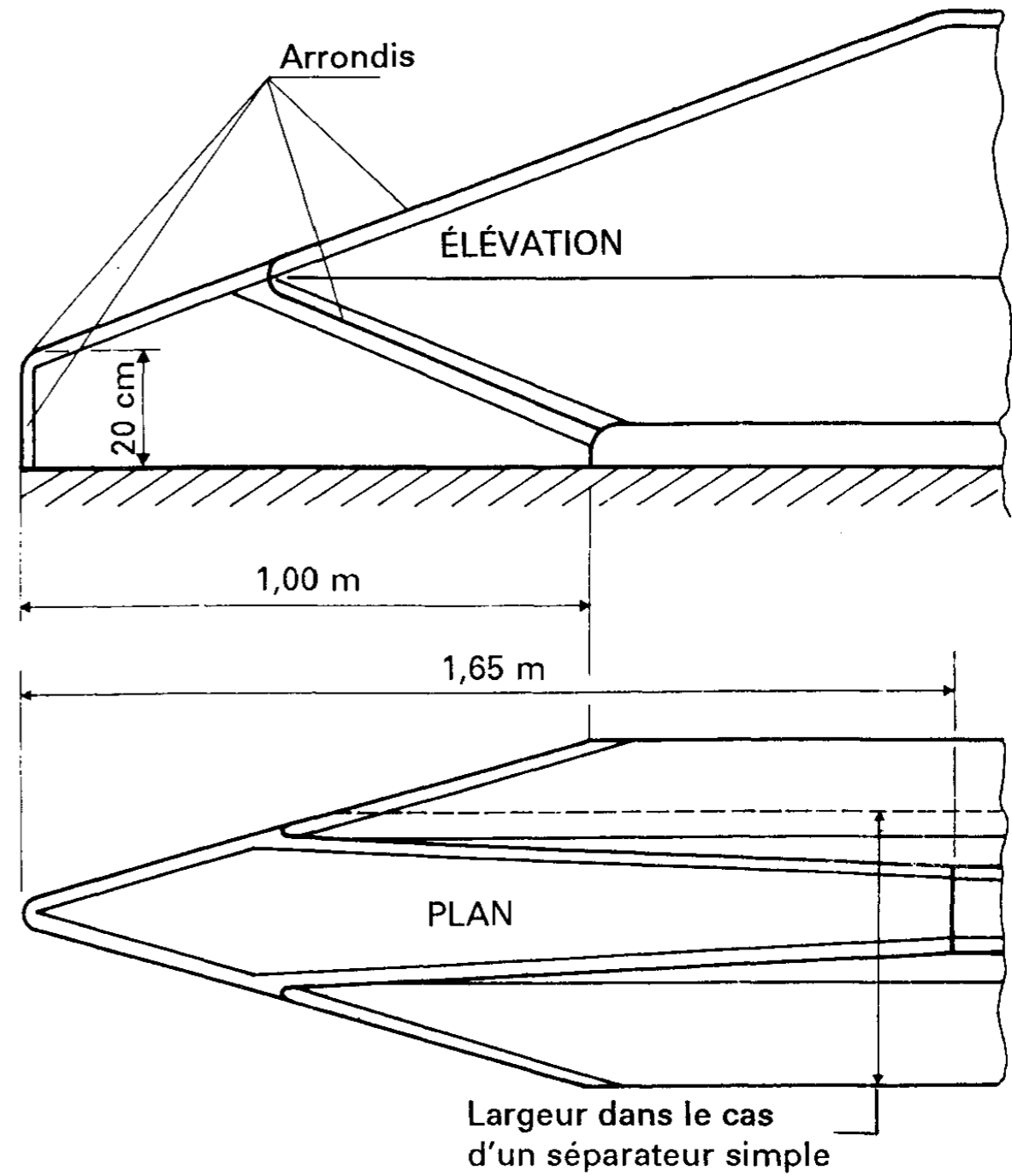
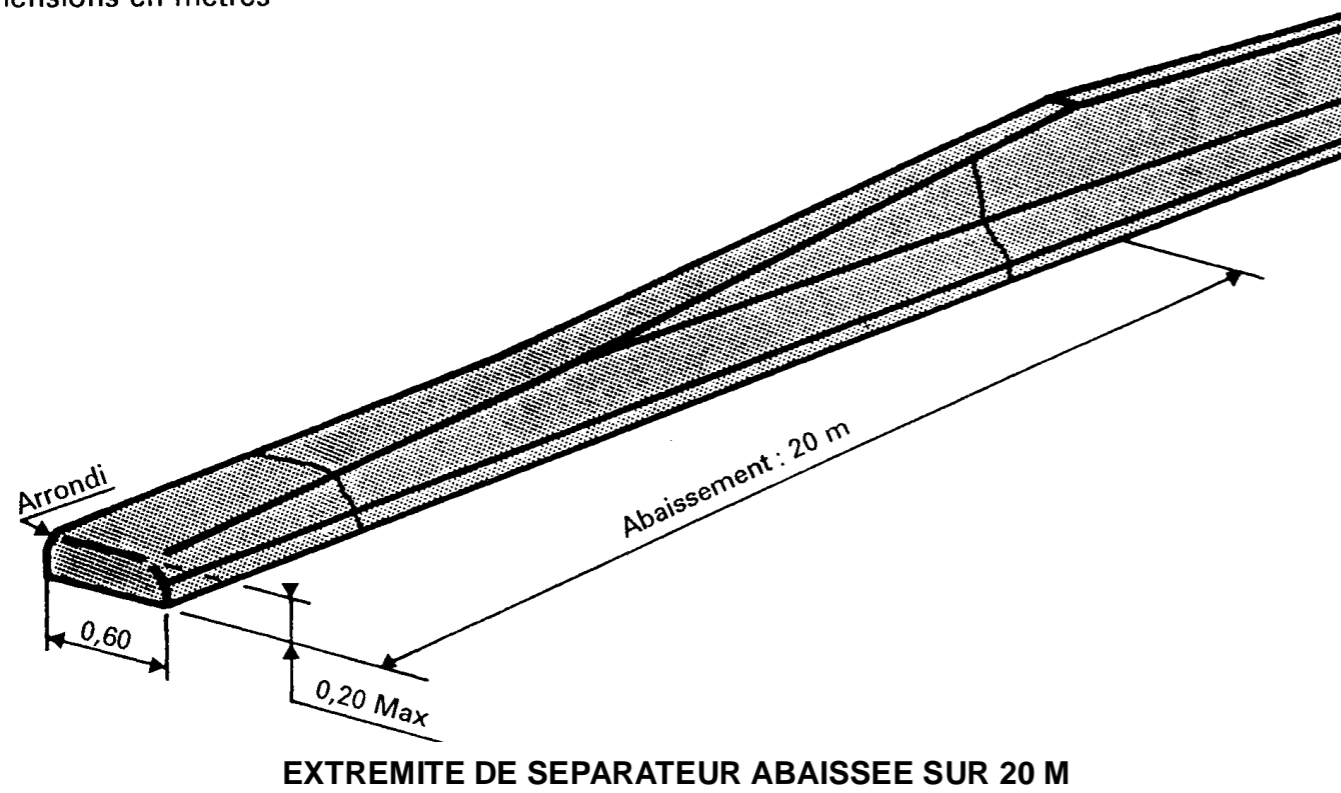
Dimensions en centimètres



SEPARATEUR DOUBLE

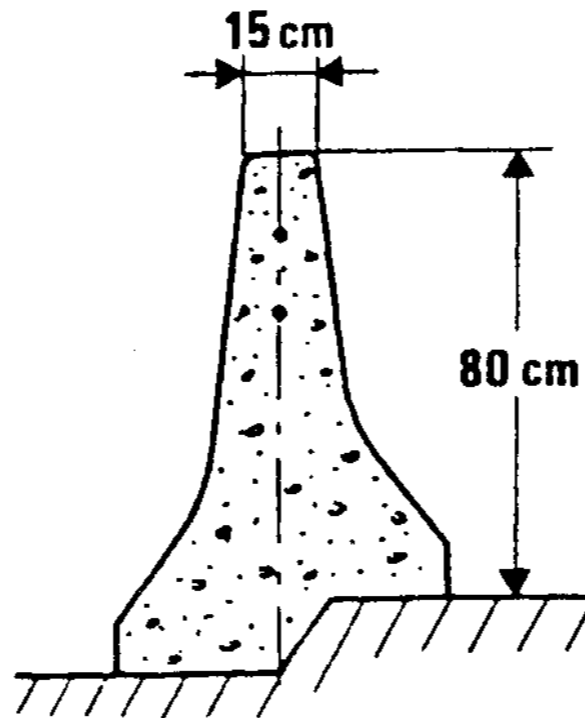
DETAIL – B3

Dimensions en mètres



EXTREMITÉ DE SEPARATEUR ABAISSEE SUR 1,65 M

DETAIL – B4

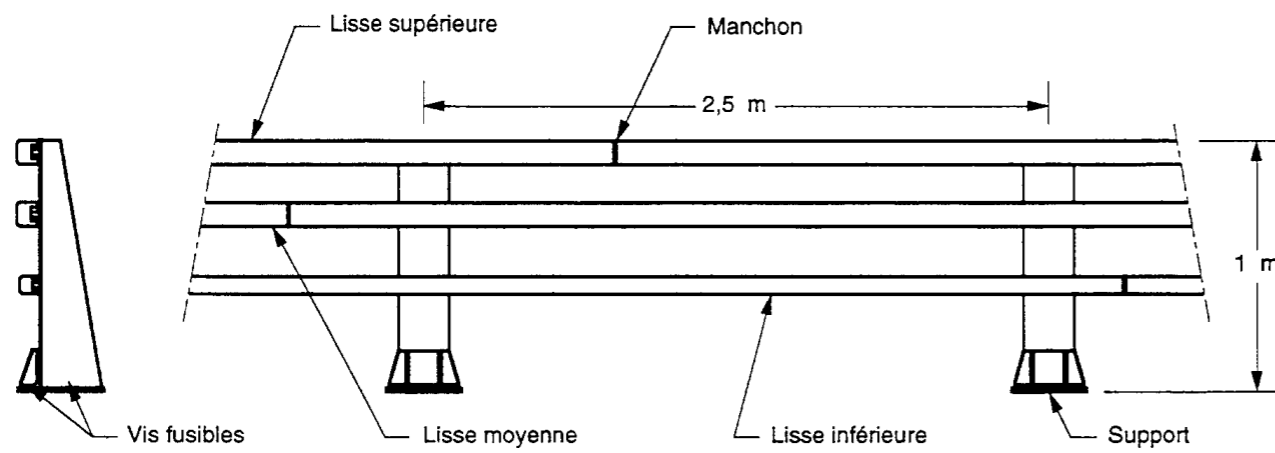


**MODIFICATION D'UNE DBA SUR CHAUSSEE DECALEES OU
EN PRESENCE D'UN DIVERS IMPORTANT SUR TPC**

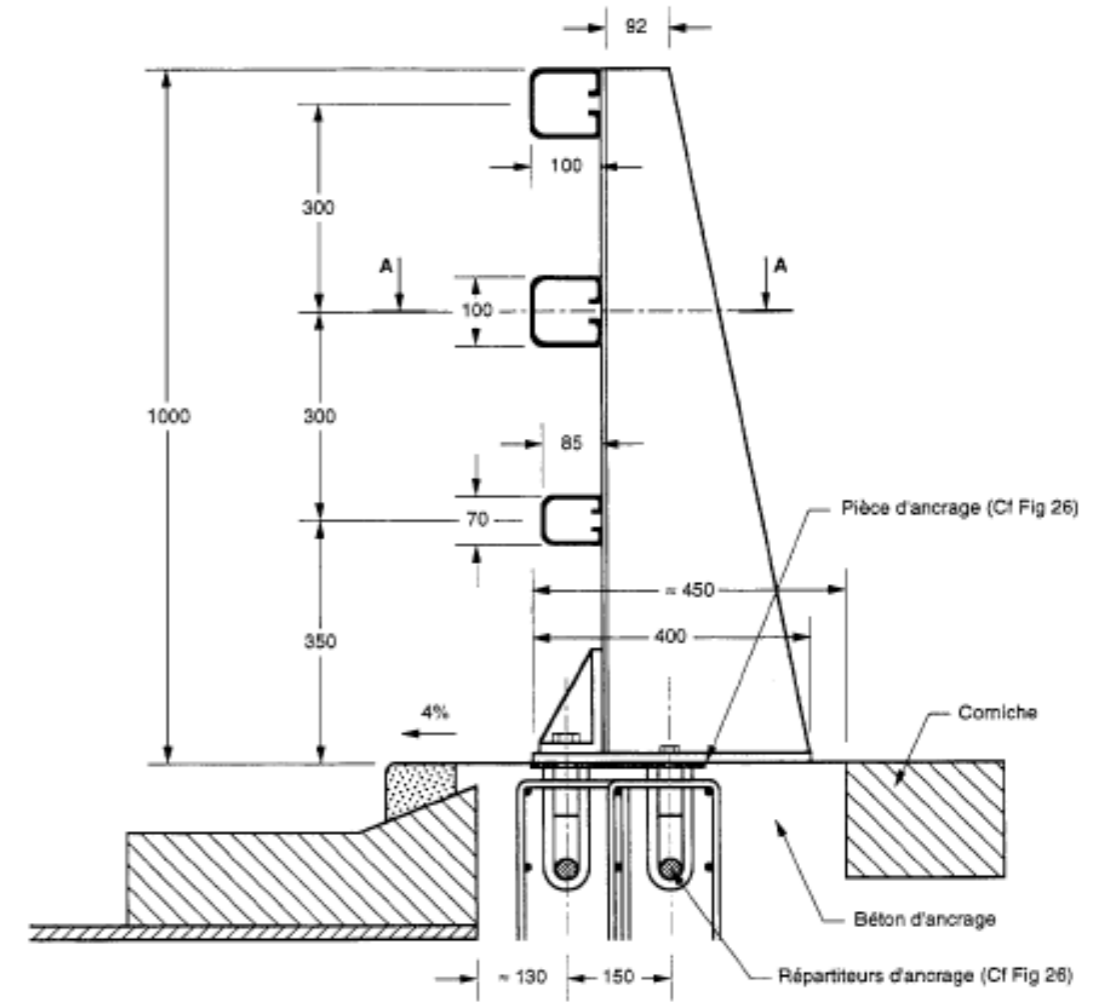
DETAILS - C -
BARRIERE DE SECURITE EN ACIER BN4

DETAIL – C1

Dimensions en millimètres

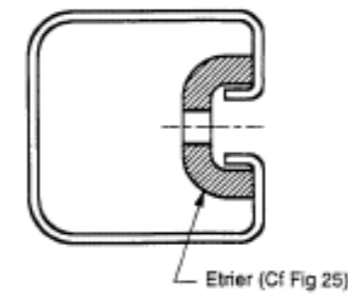


BARRIRE DE SECURITE METALLIQUE BN4 -DESCRIPTION

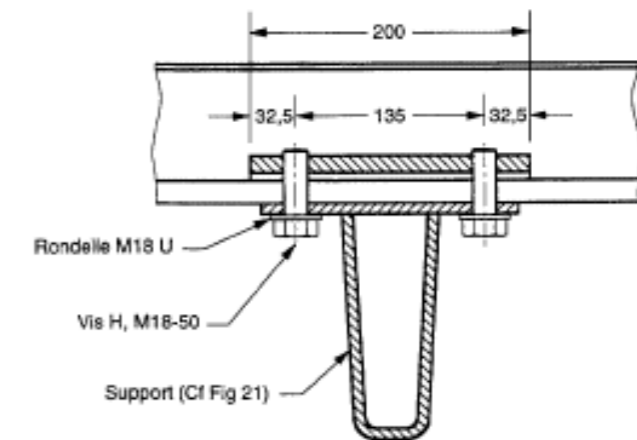


- Montage en section courante

Dimensions en millimètres



a) Coupe EE

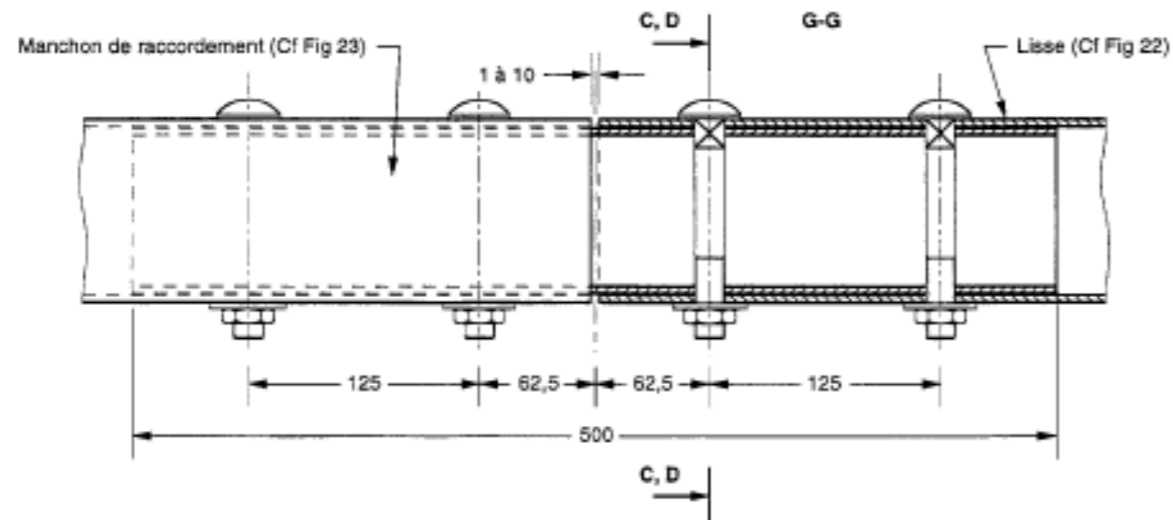


b) Coupe AA

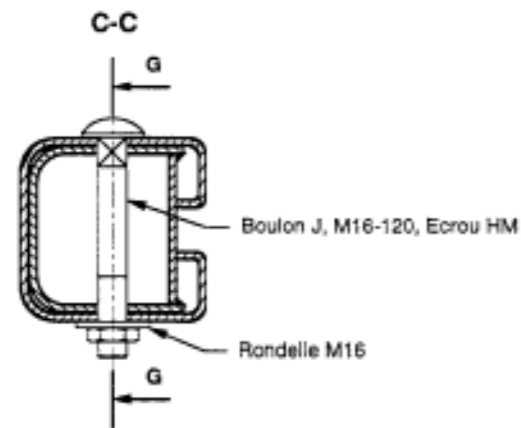
Fixation des lisses sur le support

DETAIL – C2

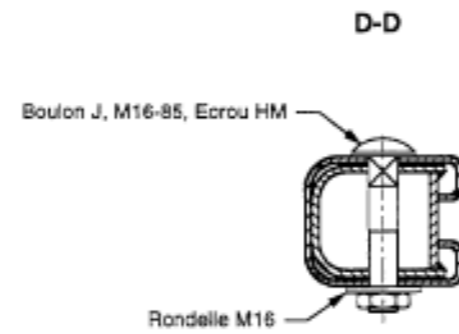
Dimensions en millimètres



a) Assemblage des lisses supérieure et moyenne

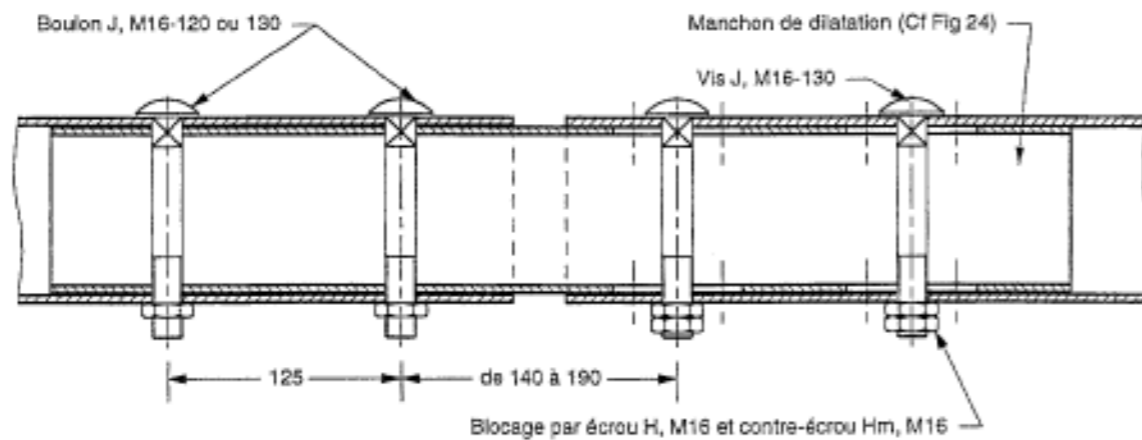


b) Assemblage de la lisse inférieure



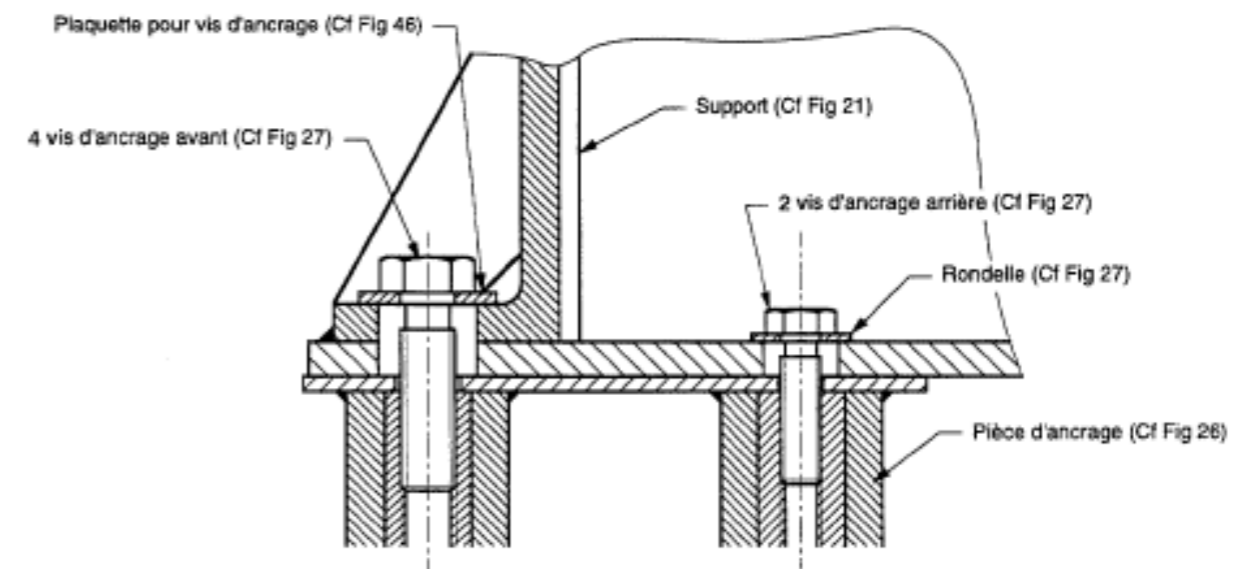
Manchonnage des lisses

Dimensions en millimètres



MONTAGE DES MANCHONS DE DILATATION DE 5CM

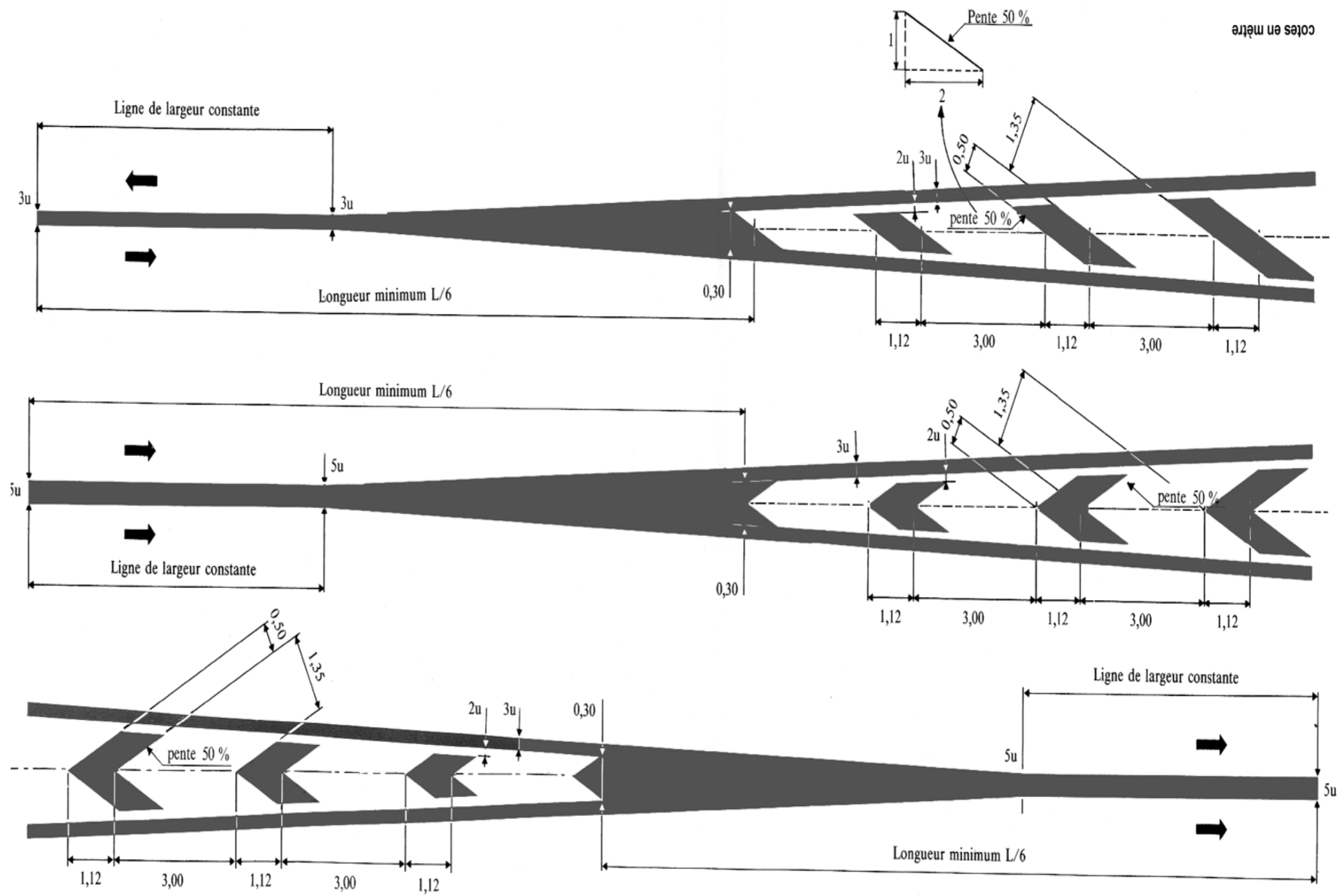
DETAIL – C3



MONTAGE DU SUPPORT

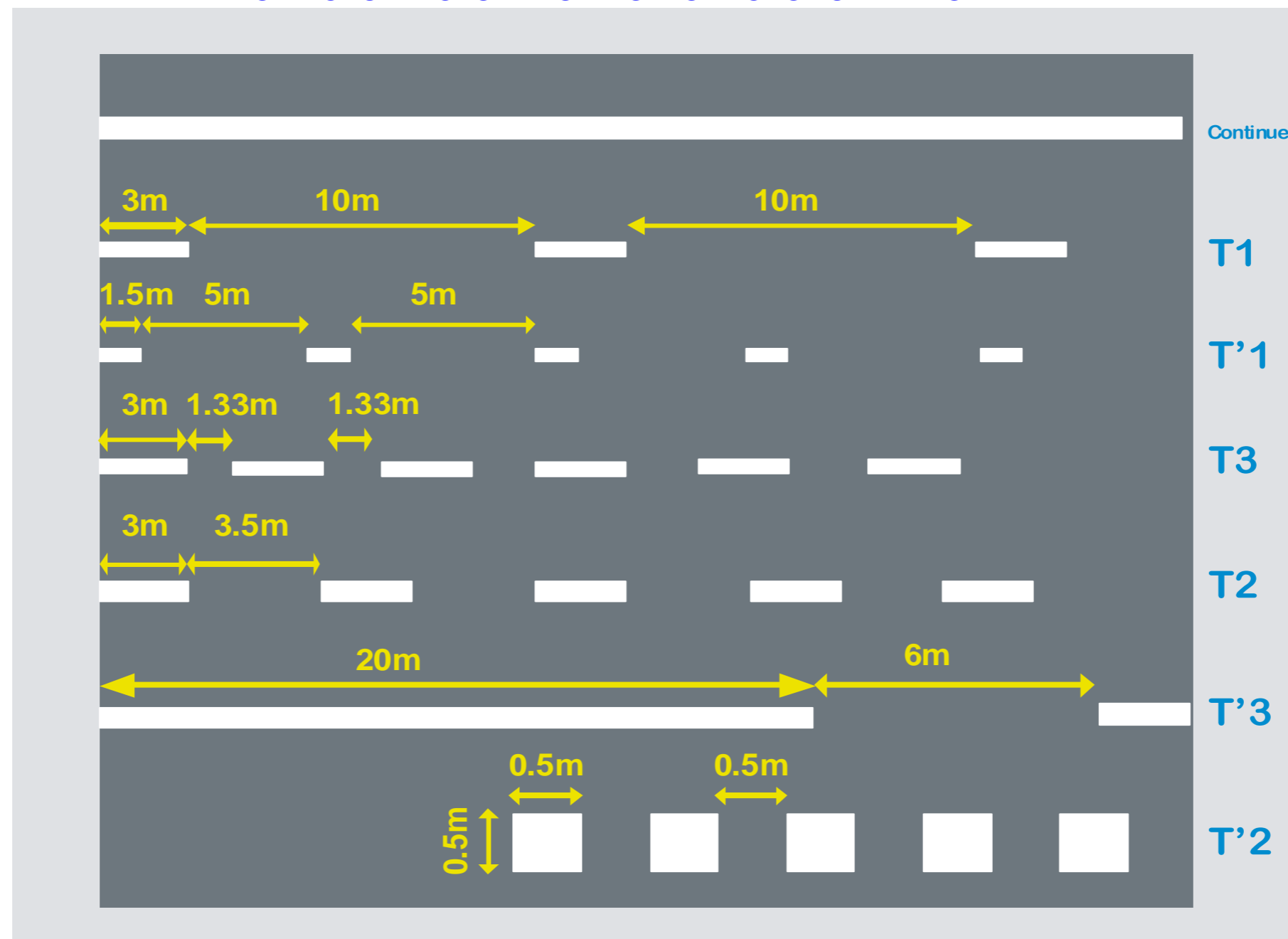
DETAIL - E -
MARQUAGE HORIZONTAL

DETAIL – E1 / E2 / E3



DETAIL – E4

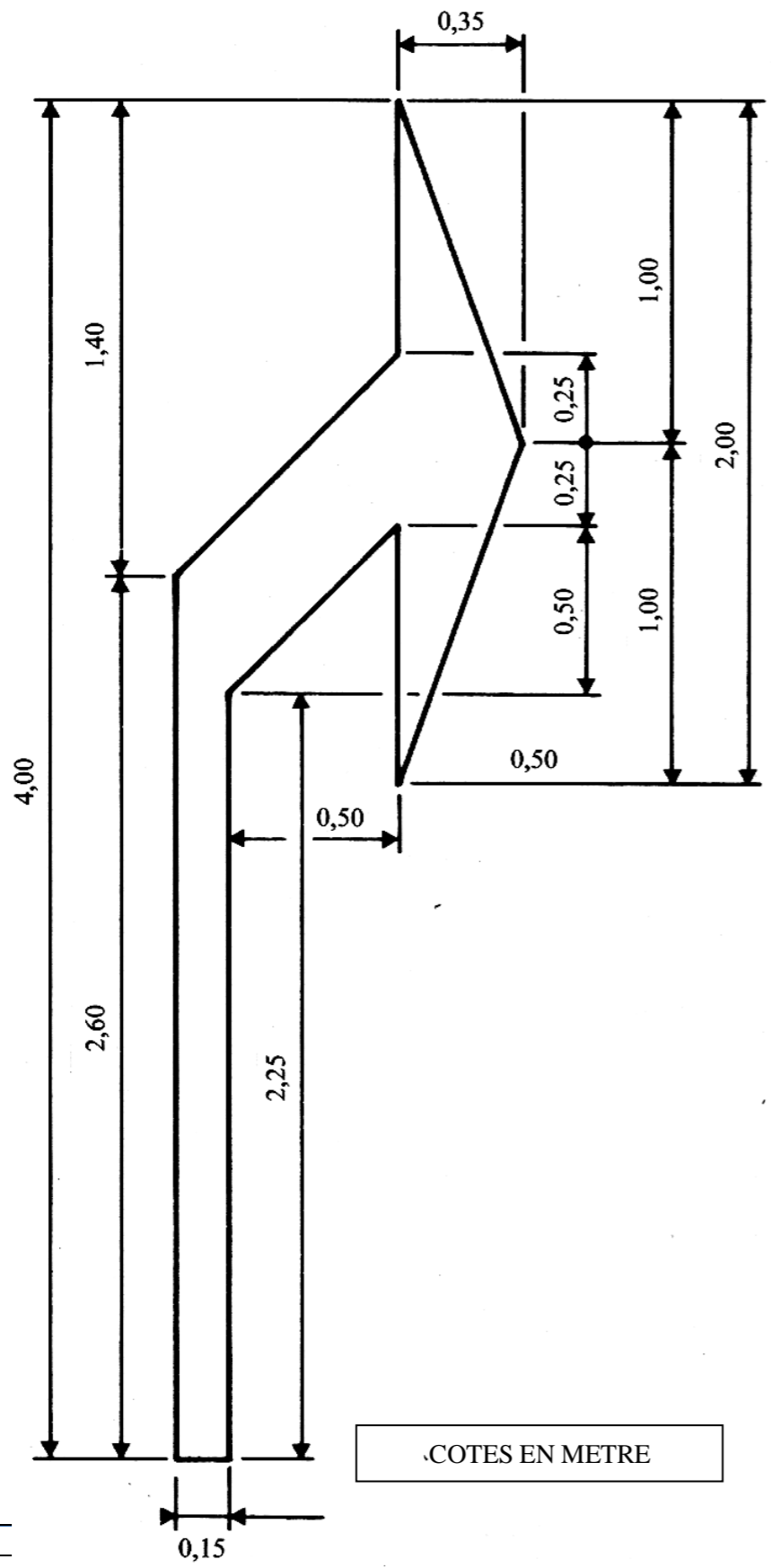
LES MODULATIONS DES LIGNES LONGITUDINALES



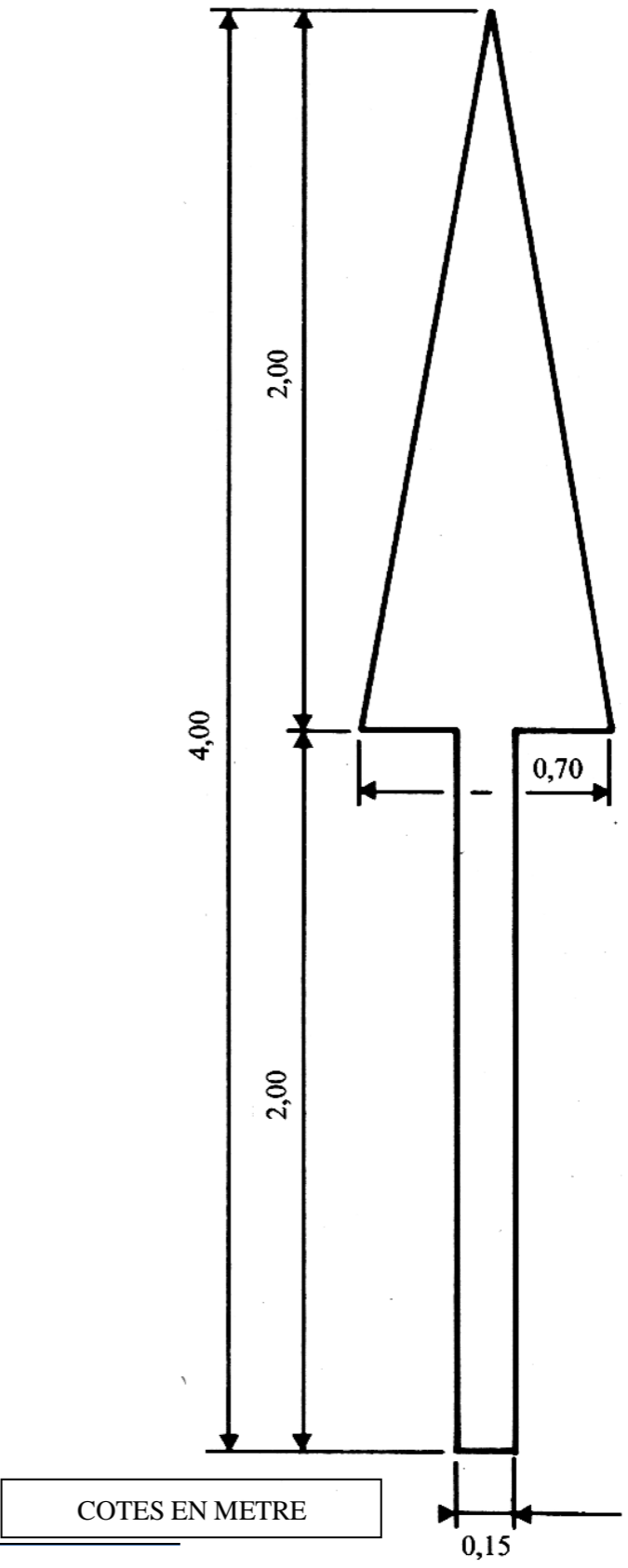
NB1 : U indique l'unité de largeur des lignes U = 7.5cm

NB2 : la couleur du marquage est blanche rétroréfléchissante

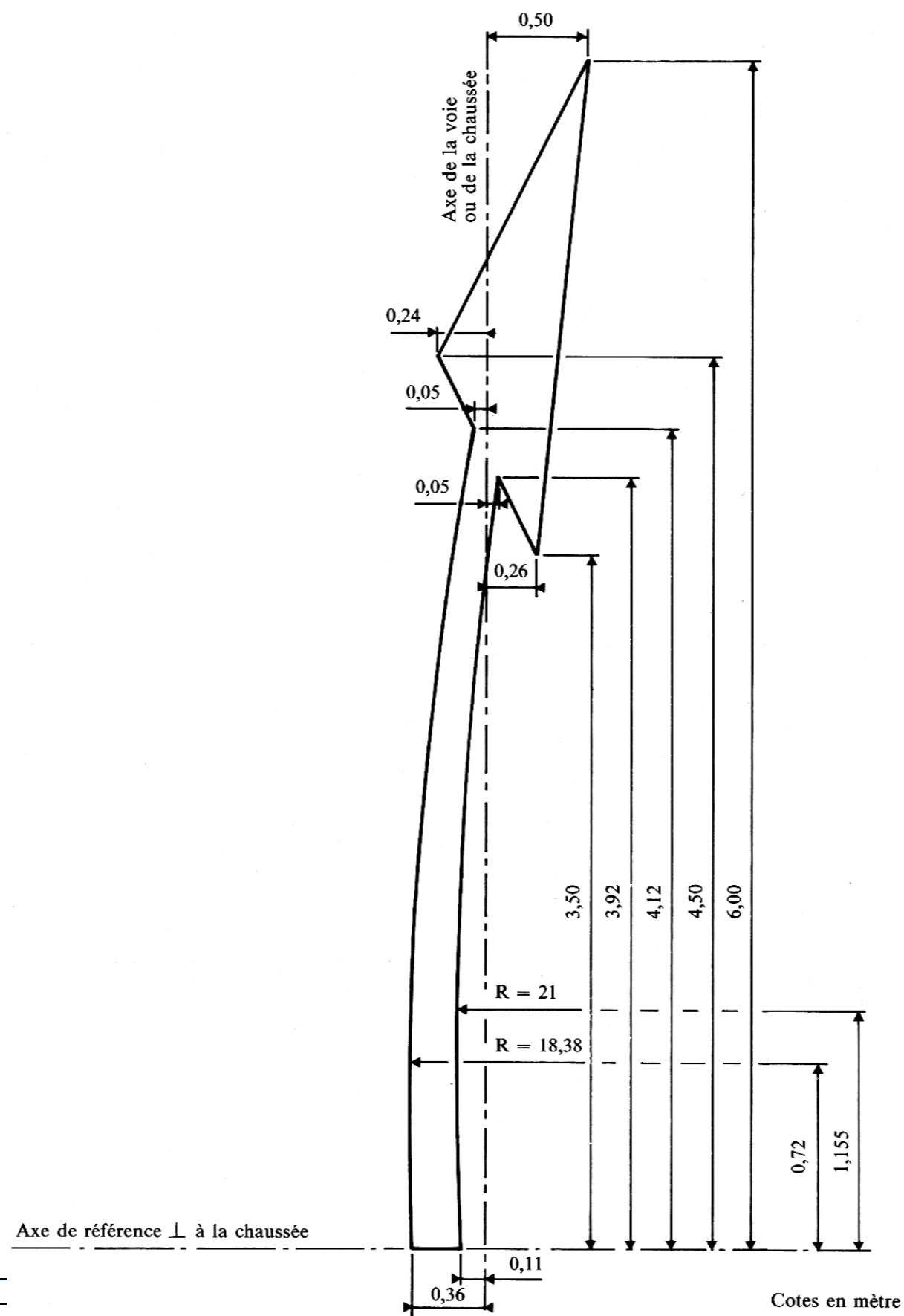
DETAIL – E5



DETAIL – E6



DETAIL - E7



Signalisation verticale



C207
Début d'une section d'autoroute.



C208
Fin d'une section d'autoroute.



J4
Balisage de virages



J14a
Balises de musoir, signalant la divergence des voies



AB25
Carrefour à sens giratoire



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

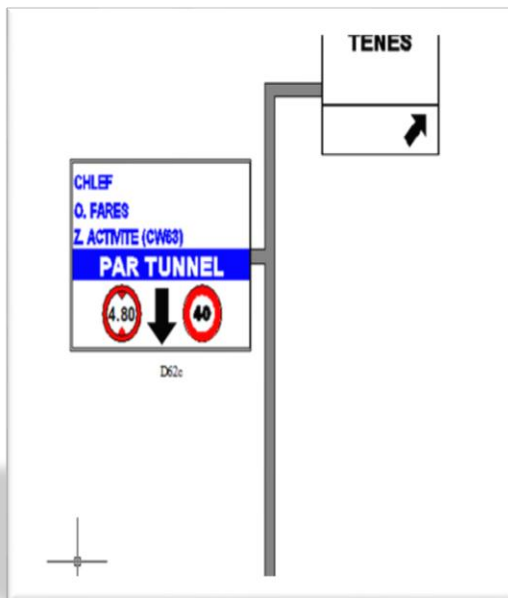


B2a
Interdiction de tourner à gauche à la prochaine intersection



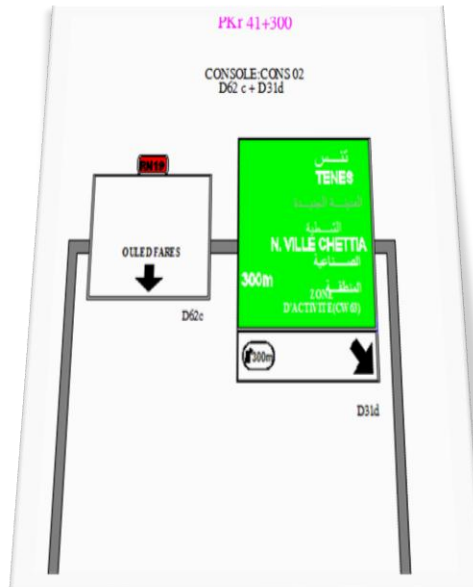
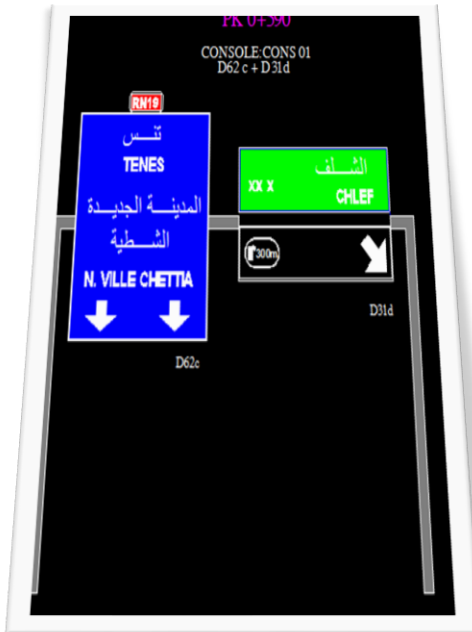
B14
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée

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



ANNEXES

E.N.S.T.P 2012





**EXEMPLE POUR UNE
BRETELLE
BR_1**

Axe En Plan

| Elts Caractéristiques | | | Points de Contacts | | |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|--------------------|-----------|-----------|
| Nom | Paramètres | Longueur | Abscisse | X | Y |
| Droite 1 | Gisement 312.0333 g | 97.848 | 0.000 | 10721.747 | 21080.420 |
| Clothoïde 1 | Paramètre -40.429 | 40.858 | 97.848 | 10625.641 | 21098.805 |
| Arc 1 | Rayon -40.004 m Centre X 10613.589 m Centre Y 21143.593 m | 7.130 | 138.707 | 10587.828 | 21112.989 |
| Clothoïde 2 | Paramètre 37.575 | 35.295 | 145.836 | 10582.810 | 21118.041 |
| Clothoïde 3 | Paramètre 37.575 | 26.146 | 181.131 | 10569.232 | 21150.289 |
| Arc 2 | Rayon 54.001 m Centre X 10513.173 m Centre Y 21149.344 m | 33.706 | 207.277 | 10560.722 | 21174.940 |
| Clothoïde 4 | Paramètre -30.863 | 17.639 | 240.983 | 10536.798 | 21197.903 |
| Clothoïde 5 | Paramètre -30.863 | 20.935 | 258.622 | 10520.211 | 21203.843 |
| Arc 3 | Rayon -45.500 m Centre X 10523.299 m Centre Y 21250.816 m | 32.332 | 279.557 | 10500.710 | 21211.321 |
| Clothoïde 6 | Paramètre 43.812 | 42.187 | 311.889 | 10480.414 | 21235.615 |
| Droite 2 | Gisement 7.8263 g | 81.817 | 354.076 | 10479.106 | 21277.379 |
| Droite 3 | Gisement 4.3874 g | 60.233 | 435.893 | 10489.139 | 21358.579 |
| | | | 496.126 | 10493.287 | 21418.670 |
| Longueur totale de l'axe 496.126 mètre(s) | | | | | |

Profil En Long Projet

| Elts Caractéristiques | | | Points de Contacts | | |
|-----------------------|---------------|---------|--------------------|----------|----------|
| Nom | Pente / Rayon | | Longueur | Abscisse | Altitude |
| Pente 1 | Pente | -2.18 % | 0.976 | 0.000 | 118.818 |
| Pente 2 | Pente | -2.16 % | 0.976 | 0.976 | 118.797 |
| Pente 3 | Pente | -2.15 % | 0.976 | 1.953 | 118.776 |
| Pente 4 | Pente | -2.13 % | 0.976 | 2.929 | 118.755 |
| Pente 5 | Pente | -2.11 % | 0.976 | 3.905 | 118.734 |
| Pente 6 | Pente | -2.10 % | 0.976 | 4.882 | 118.714 |
| Pente 7 | Pente | -2.08 % | 0.976 | 5.858 | 118.693 |
| Pente 8 | Pente | -2.06 % | 0.976 | 6.835 | 118.673 |
| Pente 9 | Pente | -2.05 % | 0.976 | 7.811 | 118.653 |
| Pente 10 | Pente | -2.03 % | 0.976 | 8.787 | 118.633 |
| Pente 11 | Pente | -2.02 % | 0.976 | 9.764 | 118.613 |
| Pente 12 | Pente | -2.00 % | 0.976 | 10.740 | 118.593 |
| Pente 13 | Pente | -1.98 % | 0.976 | 11.716 | 118.574 |
| Pente 14 | Pente | -1.97 % | 0.976 | 12.693 | 118.554 |
| Pente 15 | Pente | -1.95 % | 0.976 | 13.669 | 118.535 |
| Pente 16 | Pente | -1.93 % | 1.002 | 14.646 | 118.516 |
| Pente 17 | Pente | -1.92 % | 1.002 | 15.647 | 118.497 |
| Pente 18 | Pente | -1.90 % | 1.002 | 16.649 | 118.478 |
| Pente 19 | Pente | -1.88 % | 1.002 | 17.651 | 118.459 |
| Pente 20 | Pente | -1.87 % | 1.002 | 18.652 | 118.440 |
| Pente 21 | Pente | -1.85 % | 1.002 | 19.654 | 118.421 |
| Pente 22 | Pente | -1.83 % | 1.002 | 20.656 | 118.402 |
| Pente 23 | Pente | -1.82 % | 1.002 | 21.657 | 118.384 |
| Pente 24 | Pente | -1.80 % | 1.002 | 22.659 | 118.366 |
| Pente 25 | Pente | -1.78 % | 1.002 | 23.660 | 118.348 |
| Pente 26 | Pente | -1.77 % | 1.002 | 24.662 | 118.330 |
| Pente 27 | Pente | -1.75 % | 1.002 | 25.664 | 118.312 |
| Pente 28 | Pente | -1.73 % | 1.002 | 26.665 | 118.295 |
| Pente 29 | Pente | -1.72 % | 1.002 | 27.667 | 118.277 |
| Pente 30 | Pente | -1.70 % | 1.002 | 28.669 | 118.260 |
| Pente 31 | Pente | -1.68 % | 1.002 | 29.670 | 118.243 |
| Pente 32 | Pente | -1.67 % | 1.002 | 30.672 | 118.226 |
| Pente 33 | Pente | -1.65 % | 1.002 | 31.674 | 118.209 |
| Pente 34 | Pente | -1.63 % | 1.002 | 32.675 | 118.193 |
| Pente 35 | Pente | -1.62 % | 1.002 | 33.677 | 118.177 |
| Pente 36 | Pente | -1.60 % | 1.002 | 34.679 | 118.160 |
| Pente 37 | Pente | -1.58 % | 1.002 | 35.680 | 118.144 |
| Pente 38 | Pente | -1.57 % | 1.002 | 36.682 | 118.128 |
| Pente 39 | Pente | -1.55 % | 1.002 | 37.684 | 118.113 |
| Pente 40 | Pente | -1.53 % | 1.002 | 38.685 | 118.097 |
| Pente 41 | Pente | -1.52 % | 1.002 | 39.687 | 118.082 |
| Pente 42 | Pente | -1.50 % | 1.002 | 40.689 | 118.067 |
| Pente 43 | Pente | -1.49 % | 1.002 | 41.690 | 118.052 |
| Pente 44 | Pente | -1.47 % | 1.002 | 42.692 | 118.037 |
| Pente 45 | Pente | -1.45 % | 1.002 | 43.694 | 118.022 |
| Pente 46 | Pente | -1.44 % | 1.002 | 44.695 | 118.007 |
| Pente 47 | Pente | -1.42 % | 1.002 | 45.697 | 117.993 |
| Pente 48 | Pente | -1.40 % | 1.002 | 46.699 | 117.979 |
| Pente 49 | Pente | -1.39 % | 1.002 | 47.700 | 117.965 |
| Pente 50 | Pente | -1.37 % | 1.002 | 48.702 | 117.951 |
| Pente 51 | Pente | -1.35 % | 1.002 | 49.704 | 117.937 |
| Pente 52 | Pente | -1.34 % | 1.002 | 50.705 | 117.924 |
| Pente 53 | Pente | -1.32 % | 1.002 | 51.707 | 117.910 |
| Pente 54 | Pente | -1.30 % | 1.002 | 52.709 | 117.897 |
| Pente 55 | Pente | -1.29 % | 1.002 | 53.710 | 117.884 |
| Pente 56 | Pente | -1.27 % | 1.002 | 54.712 | 117.871 |
| Pente 57 | Pente | -1.25 % | 1.002 | 55.714 | 117.858 |
| Pente 58 | Pente | -1.24 % | 1.002 | 56.715 | 117.846 |

| Elts Caractéristiques | | | Points de Contacts | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|----------|
| Nom | Pente / Rayon | Longueur | Abscisse | Altitude |
| Pente 59 | Pente -1.22 % | 1.002 | 57.717 | 117.834 |
| Pente 60 | Pente -1.20 % | 1.002 | 58.718 | 117.821 |
| Pente 61 | Pente -1.19 % | 1.002 | 59.720 | 117.809 |
| Pente 62 | Pente -1.17 % | 1.002 | 60.722 | 117.797 |
| Pente 63 | Pente -1.15 % | 1.002 | 61.723 | 117.786 |
| Pente 64 | Pente -1.14 % | 1.002 | 62.725 | 117.774 |
| Pente 65 | Pente -1.12 % | 1.002 | 63.727 | 117.763 |
| Pente 66 | Pente -1.10 % | 1.002 | 64.728 | 117.752 |
| Pente 67 | Pente -1.09 % | 1.002 | 65.730 | 117.741 |
| Pente 68 | Pente -1.07 % | 1.002 | 66.732 | 117.730 |
| Pente 69 | Pente -1.05 % | 1.002 | 67.733 | 117.719 |
| Pente 70 | Pente -1.04 % | 1.002 | 68.735 | 117.708 |
| Pente 71 | Pente -1.02 % | 1.002 | 69.737 | 117.698 |
| Pente 72 | Pente -1.00 % | 1.002 | 70.738 | 117.688 |
| Pente 73 | Pente -0.99 % | 1.002 | 71.740 | 117.678 |
| Pente 74 | Pente -0.97 % | 1.002 | 72.742 | 117.668 |
| Pente 75 | Pente -0.95 % | 1.002 | 73.743 | 117.658 |
| Pente 76 | Pente -0.94 % | 1.002 | 74.745 | 117.649 |
| Pente 77 | Pente -0.92 % | 1.002 | 75.747 | 117.639 |
| Pente 78 | Pente -0.90 % | 1.002 | 76.748 | 117.630 |
| Pente 79 | Pente -0.89 % | 1.002 | 77.750 | 117.621 |
| Pente 80 | Pente -0.87 % | 1.002 | 78.752 | 117.612 |
| Pente 81 | Pente -0.85 % | 1.002 | 79.753 | 117.603 |
| Pente 82 | Pente -0.84 % | 1.002 | 80.755 | 117.595 |
| Pente 83 | Pente -0.82 % | 1.002 | 81.757 | 117.587 |
| Pente 84 | Pente -0.80 % | 1.002 | 82.758 | 117.578 |
| Pente 85 | Pente -0.79 % | 1.002 | 83.760 | 117.570 |
| Pente 86 | Pente -0.77 % | 1.002 | 84.762 | 117.562 |
| Pente 87 | Pente -0.75 % | 1.002 | 85.763 | 117.555 |
| Pente 88 | Pente -0.74 % | 1.002 | 86.765 | 117.547 |
| Pente 89 | Pente -0.72 % | 1.002 | 87.767 | 117.540 |
| Pente 90 | Pente -0.70 % | 1.002 | 88.768 | 117.533 |
| Pente 91 | Pente -0.69 % | 1.002 | 89.770 | 117.526 |
| Pente 92 | Pente -0.67 % | 1.002 | 90.772 | 117.519 |
| Pente 93 | Pente -0.65 % | 1.002 | 91.773 | 117.512 |
| Pente 94 | Pente -0.64 % | 1.002 | 92.775 | 117.505 |
| Pente 95 | Pente -0.62 % | 1.002 | 93.776 | 117.499 |
| Pente 96 | Pente -0.61 % | 0.767 | 94.778 | 117.493 |
| Pente 97 | Pente -0.59 % | 0.767 | 95.546 | 117.488 |
| Pente 98 | Pente -0.58 % | 0.767 | 96.313 | 117.484 |
| Pente 99 | Pente -0.57 % | 0.767 | 97.081 | 117.479 |
| Pente 100 | Pente -0.57 % | 21.999 | 97.848 | 117.475 |
| Parabole 1 | Pente -0.57 % Rayon -1500.000 m Sommet Absc. 111.344 m Sommet Alt. 117.374 m Pente -4.58 % | 60.177 | 119.847 | 117.350 |
| Pente 101 | Pente -4.58 % | 1.136 | 180.024 | 115.802 |
| Pente 102 | Pente -4.58 % | 1.154 | 181.161 | 115.750 |
| Pente 103 | Pente -4.23 % | 1.249 | 182.314 | 115.697 |
| Pente 104 | Pente -4.22 % | 1.252 | 183.563 | 115.644 |
| Pente 105 | Pente -4.18 % | 1.263 | 184.815 | 115.591 |
| Pente 106 | Pente -4.18 % | 1.264 | 186.078 | 115.539 |
| Pente 107 | Pente -4.17 % | 1.266 | 187.343 | 115.486 |
| Pente 108 | Pente -4.16 % | 1.269 | 188.609 | 115.433 |
| Pente 109 | Pente -4.16 % | 1.271 | 189.879 | 115.380 |
| Pente 110 | Pente -4.16 % | 1.271 | 191.150 | 115.327 |
| Pente 111 | Pente -4.16 % | 1.271 | 192.421 | 115.275 |

| Elts Caractéristiques | | | Points de Contacts | | |
|-------------------------------------------|---------------|-------------|--------------------|---------|----------|
| Nom | Pente / Rayon | | Longueur | Abcisse | Altitude |
| Pente 112 | Pente | -4.15 % | 1.271 | 193.691 | 115.222 |
| Pente 113 | Pente | -4.16 % | 1.270 | 194.963 | 115.169 |
| Pente 114 | Pente | -4.16 % | 1.270 | 196.233 | 115.116 |
| Pente 115 | Pente | -4.16 % | 1.270 | 197.503 | 115.063 |
| Pente 116 | Pente | -4.16 % | 1.269 | 198.773 | 115.010 |
| Pente 117 | Pente | -4.17 % | 1.268 | 200.042 | 114.958 |
| Pente 118 | Pente | -4.17 % | 1.267 | 201.310 | 114.905 |
| Pente 119 | Pente | -4.17 % | 1.267 | 202.577 | 114.852 |
| Pente 120 | Pente | -4.17 % | 1.266 | 203.844 | 114.799 |
| Pente 121 | Pente | -4.17 % | 1.266 | 205.110 | 114.746 |
| Pente 122 | Pente | -4.25 % | 1.285 | 206.376 | 114.693 |
| Pente 123 | Pente | -4.25 % | 1.285 | 207.661 | 114.639 |
| Pente 124 | Pente | -4.26 % | 1.284 | 208.946 | 114.584 |
| Pente 125 | Pente | -4.26 % | 1.284 | 210.230 | 114.529 |
| Pente 126 | Pente | -4.26 % | 1.283 | 211.514 | 114.475 |
| Pente 127 | Pente | -4.26 % | 1.282 | 212.796 | 114.420 |
| Pente 128 | Pente | -4.27 % | 1.281 | 214.079 | 114.365 |
| Pente 129 | Pente | -4.27 % | 1.281 | 215.360 | 114.311 |
| Pente 130 | Pente | -4.27 % | 1.280 | 216.641 | 114.256 |
| Pente 131 | Pente | -4.27 % | 1.279 | 217.921 | 114.201 |
| Pente 132 | Pente | -4.28 % | 1.278 | 219.200 | 114.147 |
| Pente 133 | Pente | -4.28 % | 1.278 | 220.478 | 114.092 |
| Pente 134 | Pente | -4.28 % | 1.277 | 221.756 | 114.037 |
| Pente 135 | Pente | -4.28 % | 1.276 | 223.033 | 113.983 |
| Pente 136 | Pente | -4.29 % | 1.275 | 224.309 | 113.928 |
| Pente 137 | Pente | -4.29 % | 1.274 | 225.584 | 113.873 |
| Pente 138 | Pente | -4.29 % | 1.273 | 226.858 | 113.819 |
| Pente 139 | Pente | -4.30 % | 1.273 | 228.132 | 113.764 |
| Pente 140 | Pente | -4.30 % | 1.272 | 229.404 | 113.709 |
| Pente 141 | Pente | -4.30 % | 1.271 | 230.676 | 113.655 |
| Pente 142 | Pente | -4.63 % | 1.181 | 231.947 | 113.600 |
| Pente 143 | Pente | -4.63 % | 14.647 | 233.128 | 113.545 |
| Parabole 2 | Pente | -4.63 % | 69.419 | 247.775 | 112.868 |
| | Rayon | -1605.543 m | | | |
| | Sommet Absc. | 173.467 m | | | |
| | Sommet Alt. | 114.587 m | | | |
| | Pente | -8.95 % | | | |
| Parabole 3 | Pente | -8.95 % | 19.441 | 317.195 | 108.154 |
| | Rayon | 242.216 m | | | |
| | Sommet Absc. | 338.878 m | | | |
| | Sommet Alt. | 107.183 m | | | |
| | Pente | -0.93 % | | | |
| Pente 144 | Pente | -0.93 % | 47.297 | 336.635 | 107.194 |
| Parabole 4 | Pente | -0.93 % | 60.575 | 383.932 | 106.756 |
| | Rayon | -6669.475 m | | | |
| | Sommet Absc. | 322.184 m | | | |
| | Sommet Alt. | 107.042 m | | | |
| | Pente | -1.83 % | | | |
| Pente 145 | Pente | -1.83 % | 51.619 | 444.508 | 105.920 |
| | | | | 496.126 | 104.973 |
| Longueur totale de l'axe 496.126 mètre(s) | | | | | |

Profils En Travers

| Num. | Abscisse | Axe Plan | Axe Long | Z Tn | Z Projet | Gisement | X | Y | Dévers | |
|------|----------|-------------|------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|
| | | | | | | | | | Gauche | Droite |
| P.1 | 0.000 | Droite 1 | Pente 1 | 117.366 | 118.818 | 12.033 | 10721.747 | 21080.420 | 0.00 | 0.00 |
| P.2 | 14.646 | Droite 1 | Pente 15 | 116.829 | 118.516 | 12.033 | 10707.362 | 21083.171 | -2.39 | -2.39 |
| P.3 | 34.679 | Droite 1 | Pente 35 | 116.030 | 118.160 | 12.033 | 10687.686 | 21086.936 | -2.41 | -2.41 |
| P.4 | 54.712 | Droite 1 | Pente 55 | 115.527 | 117.871 | 12.033 | 10668.009 | 21090.700 | -2.43 | -2.43 |
| P.5 | 77.493 | Droite 1 | Pente 78 | 115.006 | 117.623 | 12.033 | 10645.634 | 21094.980 | -2.45 | -2.45 |
| P.6 | 98.594 | Clothoïde 1 | Pente 100 | 114.322 | 117.471 | 12.044 | 10624.909 | 21098.945 | -3.41 | -3.41 |
| P.7 | 113.751 | Clothoïde 1 | Pente 100 | 113.649 | 117.385 | 16.959 | 10610.108 | 21102.194 | -4.09 | -4.09 |
| P.8 | 133.741 | Clothoïde 1 | Parabole 1 | 112.871 | 117.207 | 37.122 | 10591.808 | 21110.025 | -5.00 | -5.00 |
| P.9 | 137.491 | Clothoïde 1 | Parabole 1 | 112.745 | 117.146 | 42.639 | 10588.769 | 21112.221 | -4.48 | -4.48 |
| P.10 | 145.031 | Arc 1 | Parabole 1 | 112.526 | 116.996 | 54.610 | 10583.330 | 21117.427 | -3.45 | -3.45 |
| P.11 | 147.781 | Clothoïde 2 | Parabole 1 | 112.458 | 116.932 | 58.900 | 10581.604 | 21119.566 | -3.07 | -3.07 |
| P.12 | 147.790 | Clothoïde 2 | Parabole 1 | 112.458 | 116.931 | 58.914 | 10581.599 | 21119.574 | -3.07 | -3.07 |
| P.13 | 162.398 | Clothoïde 2 | Parabole 1 | 112.173 | 116.505 | 76.064 | 10574.641 | 21132.368 | -1.05 | -1.05 |
| P.14 | 180.432 | Clothoïde 2 | Pente 101 | 111.866 | 115.783 | 83.964 | 10569.406 | 21149.612 | 1.43 | 1.43 |
| P.15 | 206.362 | Clothoïde 3 | Pente 121 | 111.339 | 114.694 | 69.623 | 10561.149 | 21174.131 | 5.00 | 5.00 |
| P.16 | 233.219 | Arc 2 | Pente 143 | 110.429 | 113.541 | 37.979 | 10543.511 | 21194.017 | 1.95 | 1.95 |
| P.17 | 262.987 | Clothoïde 5 | Parabole 2 | 109.252 | 112.091 | 19.065 | 10516.032 | 21205.103 | -1.43 | -1.43 |
| P.18 | 274.659 | Clothoïde 5 | Parabole 2 | 108.851 | 111.398 | 27.023 | 10505.075 | 21209.104 | -2.75 | -2.75 |
| P.19 | 294.490 | Arc 3 | Parabole 2 | 108.192 | 110.026 | 53.968 | 10489.185 | 21220.710 | -5.00 | -5.00 |
| P.20 | 313.433 | Clothoïde 6 | Parabole 2 | 107.699 | 108.486 | 80.433 | 10479.923 | 21237.078 | -13.15 | -13.15 |
| P.21 | 318.483 | Clothoïde 6 | Parabole 3 | 107.652 | 108.042 | 86.818 | 10478.644 | 21241.961 | -13.38 | -13.38 |
| P.23 | 335.233 | Clothoïde 6 | Parabole 3 | 107.686 | 107.211 | 101.939 | 10477.374 | 21258.624 | 0.35 | 0.35 |
| P.24 | 354.076 | Clothoïde 6 | Pente 144 | 107.444 | 107.032 | 107.826 | 10479.106 | 21277.379 | 0.18 | -0.18 |
| P.25 | 394.984 | Droite 2 | Parabole 4 | 106.798 | 106.644 | 107.826 | 10484.123 | 21317.979 | -0.25 | -0.25 |
| P.26 | 435.893 | Droite 2 | Parabole 4 | 106.054 | 106.072 | 107.826 | 10489.139 | 21358.579 | -0.15 | -0.15 |
| P.27 | 462.181 | Droite 3 | Pente 145 | 105.857 | 105.596 | 104.387 | 10490.949 | 21384.805 | -0.09 | -0.09 |
| P.28 | 496.126 | Droite 3 | Pente 145 | 104.986 | 104.973 | 104.387 | 10493.287 | 21418.670 | 0.00 | 0.00 |

Edition des entrées en terre

| Num. | Abscisse | Coté Gauche | | | | Coté Droit | | | |
|------|----------|-------------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|-----------|---------|
| | | Assiette | X | Y | Cote | Assiette | X | Y | Cote |
| P.1 | 0.000 | 0.00 | 10721.747 | 21080.420 | 117.366 | 4.93 | 10722.674 | 21085.265 | 117.285 |
| P.2 | 14.646 | 0.84 | 10707.204 | 21082.343 | 116.842 | 5.28 | 10708.353 | 21088.353 | 116.743 |
| P.3 | 34.679 | 2.00 | 10687.310 | 21084.974 | 116.049 | 5.90 | 10688.794 | 21092.727 | 115.973 |
| P.4 | 54.712 | 3.15 | 10667.417 | 21087.605 | 115.565 | 6.24 | 10669.182 | 21096.829 | 115.454 |
| P.5 | 77.493 | 4.46 | 10644.795 | 21090.596 | 115.056 | 6.65 | 10646.884 | 21101.515 | 114.931 |
| P.6 | 98.594 | 4.50 | 10624.063 | 21094.525 | 114.296 | 7.27 | 10626.276 | 21106.082 | 114.365 |
| P.7 | 113.751 | 5.50 | 10608.660 | 21096.888 | 113.598 | 8.09 | 10612.239 | 21110.002 | 113.724 |
| P.8 | 133.741 | 8.40 | 10587.184 | 21103.016 | 112.711 | 8.82 | 10596.664 | 21117.388 | 113.058 |
| P.9 | 137.491 | 9.36 | 10582.959 | 21104.884 | 112.560 | 8.88 | 10594.283 | 21119.183 | 112.959 |
| P.10 | 145.031 | 12.85 | 10573.609 | 21109.020 | 112.226 | 8.93 | 10590.083 | 21123.266 | 112.783 |
| P.11 | 147.781 | 12.86 | 10571.332 | 21111.829 | 112.138 | 8.92 | 10588.728 | 21124.933 | 112.726 |
| P.12 | 147.790 | 12.86 | 10571.324 | 21111.838 | 112.137 | 8.92 | 10588.724 | 21124.939 | 112.726 |
| P.13 | 162.398 | 12.60 | 10562.925 | 21127.744 | 111.788 | 8.68 | 10582.716 | 21135.556 | 112.468 |
| P.14 | 180.432 | 7.17 | 10562.463 | 21147.826 | 111.645 | 8.22 | 10577.364 | 21151.661 | 112.068 |
| P.15 | 206.362 | 5.91 | 10555.902 | 21171.418 | 111.191 | 7.47 | 10567.784 | 21177.561 | 111.495 |
| P.16 | 233.219 | 5.81 | 10540.245 | 21189.207 | 110.316 | 7.21 | 10547.559 | 21199.978 | 110.503 |
| P.17 | 262.987 | 6.25 | 10514.187 | 21199.127 | 109.301 | 6.97 | 10518.088 | 21211.761 | 109.195 |
| P.18 | 274.659 | 9.41 | 10501.198 | 21200.526 | 108.884 | 6.47 | 10507.739 | 21214.998 | 108.828 |
| P.19 | 294.490 | 8.64 | 10482.706 | 21214.993 | 108.142 | 5.30 | 10493.157 | 21224.215 | 108.225 |
| P.20 | 313.433 | 7.80 | 10472.487 | 21234.718 | 107.569 | 3.84 | 10483.581 | 21238.239 | 107.762 |
| P.21 | 318.483 | 4.50 | 10474.240 | 21241.036 | 107.613 | 4.21 | 10482.763 | 21242.827 | 107.688 |
| P.23 | 335.233 | 4.10 | 10473.277 | 21258.749 | 107.491 | 2.35 | 10479.723 | 21258.552 | 107.796 |
| P.24 | 354.076 | 3.66 | 10475.477 | 21277.828 | 107.266 | 2.35 | 10481.438 | 21277.091 | 107.562 |
| P.25 | 394.984 | 3.71 | 10480.437 | 21318.435 | 106.391 | 2.35 | 10486.455 | 21317.691 | 106.866 |
| P.26 | 435.893 | 3.53 | 10485.637 | 21359.012 | 105.822 | 2.35 | 10491.471 | 21358.291 | 106.493 |
| P.27 | 462.181 | 1.99 | 10488.962 | 21384.942 | 105.665 | 2.35 | 10493.294 | 21384.643 | 106.092 |
| P.28 | 496.126 | 0.00 | 10493.287 | 21418.670 | 104.986 | 2.35 | 10495.631 | 21418.508 | 105.031 |

Cubatures Déblai Remblai (compensé)

| Num. | Abscisse | Longueur | Surfaces | | Volumes Partiels | | Volumes Cumulés | |
|------|----------|----------|----------|---------|------------------|---------|-----------------|---------|
| | | | Déblai | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai | Remblai |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 3.20 | 0.024 | 23.446 | 0 | 23 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.00 | 5.05 | 0.058 | 87.543 | 0 | 111 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.00 | 9.68 | 0.039 | 193.997 | 0 | 305 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.00 | 13.34 | 0.049 | 285.672 | 0 | 591 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.00 | 18.50 | 0.050 | 405.863 | 0 | 997 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.00 | 24.14 | 0.000 | 437.660 | 0 | 1434 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.00 | 34.37 | 0.000 | 605.997 | 0 | 2040 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.00 | 52.86 | 0.000 | 645.831 | 0 | 2686 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.00 | 56.45 | 0.000 | 332.936 | 0 | 3019 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.00 | 62.32 | 0.000 | 340.673 | 0 | 3360 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.00 | 62.32 | 0.000 | 91.140 | 0 | 3451 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.00 | 62.32 | 0.000 | 479.432 | 0 | 3930 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.00 | 58.74 | 0.000 | 988.396 | 0 | 4919 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.00 | 41.27 | 0.000 | 906.333 | 0 | 5825 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.00 | 29.53 | 0.000 | 773.087 | 0 | 6598 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.00 | 26.70 | 0.000 | 748.131 | 0 | 7346 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.00 | 24.56 | 0.040 | 508.796 | 0 | 7855 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.00 | 25.37 | 0.010 | 414.952 | 0 | 8270 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.00 | 15.96 | 0.000 | 326.137 | 0 | 8596 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.27 | 5.69 | 3.092 | 74.580 | 3 | 8671 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 1.66 | 1.23 | 17.525 | 14.154 | 21 | 8685 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 5.76 | 0.00 | 103.159 | 0.000 | 124 | 8685 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 4.97 | 0.00 | 148.633 | 0.051 | 273 | 8685 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 2.76 | 0.16 | 112.920 | 6.546 | 386 | 8691 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 2.55 | 0.15 | 85.534 | 5.078 | 471 | 8696 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 2.96 | 0.03 | 89.210 | 0.780 | 560 | 8697 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 1.03 | 0.03 | 17.452 | 0.486 | 578 | 8698 |

Cubatures Décapage (compensé)

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Décapage | | Surface En Coupe | Volumes | | Surfaces en plan | |
|------|----------|--------|----------|--------|------------------------|----------|----------|------------------|----------|
| | | | Gauche | Droite | | Partiels | Cumulés | Partielles | Cumulées |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.30 | 0.30 | 1.48 | 10.838 | 10.838 | 36.13 | 36.13 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.30 | 0.30 | 1.84 | 31.832 | 42.670 | 106.11 | 142.23 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.30 | 0.30 | 2.37 | 47.441 | 90.112 | 158.14 | 300.37 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.30 | 0.30 | 2.82 | 60.315 | 150.427 | 201.05 | 501.42 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.30 | 0.30 | 3.33 | 73.173 | 223.600 | 243.91 | 745.33 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.30 | 0.30 | 3.53 | 63.893 | 287.493 | 212.98 | 958.31 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.30 | 0.30 | 4.08 | 70.695 | 358.188 | 235.65 | 1193.96 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.30 | 0.30 | 5.17 | 61.058 | 419.245 | 203.53 | 1397.48 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.30 | 0.30 | 5.47 | 31.070 | 450.315 | 103.57 | 1501.05 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.30 | 0.30 | 6.53 | 35.263 | 485.579 | 117.54 | 1618.60 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.30 | 0.30 | 6.53 | 9.441 | 495.019 | 31.47 | 1650.06 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.30 | 0.30 | 6.53 | 49.736 | 544.755 | 165.79 | 1815.85 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.30 | 0.30 | 6.38 | 106.760 | 651.515 | 355.87 | 2171.72 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.30 | 0.30 | 4.62 | 101.517 | 753.032 | 338.39 | 2510.11 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.30 | 0.30 | 4.01 | 107.237 | 860.269 | 357.46 | 2867.56 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.30 | 0.30 | 3.91 | 111.934 | 972.203 | 373.11 | 3240.68 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.30 | 0.30 | 3.97 | 82.199 | 1054.402 | 274.00 | 3514.67 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.30 | 0.30 | 4.76 | 77.054 | 1131.456 | 256.85 | 3771.52 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.30 | 0.30 | 4.18 | 84.044 | 1215.499 | 280.15 | 4051.66 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.30 | 0.30 | 3.49 | 43.684 | 1259.183 | 145.61 | 4197.28 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.30 | 0.30 | 2.61 | 28.549 | 1287.732 | 95.16 | 4292.44 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.30 | 0.30 | 1.93 | 34.718 | 1322.450 | 115.73 | 4408.17 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.30 | 0.30 | 1.80 | 53.864 | 1376.313 | 179.55 | 4587.71 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.30 | 0.30 | 1.82 | 74.415 | 1450.728 | 248.05 | 4835.76 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.30 | 0.30 | 1.76 | 59.201 | 1509.929 | 197.34 | 5033.10 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.30 | 0.30 | 1.30 | 39.232 | 1549.161 | 130.77 | 5163.87 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.30 | 0.30 | 0.71 | 11.966 | 1561.126 | 39.89 | 5203.75 |

Cubatures Matériaux : Utilisation (compensé)

BB

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total Volume Cumulé |
|------|----------|--------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.20 | 0.20 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.07 | 1.17 | 0.03 | 0.47 | 1.84 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.16 | 3.20 | 0.03 | 0.54 | 5.58 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.25 | 5.40 | 0.03 | 0.58 | 11.56 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.36 | 7.83 | 0.03 | 0.60 | 19.99 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.36 | 6.54 | 0.03 | 0.49 | 27.02 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.39 | 6.98 | 0.03 | 0.47 | 34.48 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.39 | 4.81 | 0.03 | 0.32 | 39.61 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.39 | 2.32 | 0.03 | 0.15 | 42.08 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.39 | 2.11 | 0.03 | 0.14 | 44.33 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.39 | 0.57 | 0.03 | 0.04 | 44.94 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.39 | 2.97 | 0.03 | 0.20 | 48.11 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.39 | 6.51 | 0.03 | 0.44 | 55.06 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.39 | 8.49 | 0.03 | 0.60 | 64.15 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.39 | 9.82 | 0.03 | 0.72 | 74.70 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.39 | 10.49 | 0.03 | 0.77 | 85.97 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.39 | 8.02 | 0.03 | 0.56 | 94.55 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.39 | 6.37 | 0.03 | 0.43 | 101.35 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.39 | 7.91 | 0.03 | 0.52 | 109.78 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.39 | 4.89 | 0.03 | 0.32 | 114.99 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.36 | 4.07 | 0.03 | 0.29 | 119.35 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.33 | 5.95 | 0.03 | 0.48 | 125.79 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.29 | 8.75 | 0.03 | 0.81 | 135.35 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.30 | 12.15 | 0.03 | 1.11 | 148.62 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.28 | 9.46 | 0.03 | 0.91 | 158.99 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.16 | 4.80 | 0.03 | 0.82 | 164.61 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.46 | 165.07 |

CACR

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total Volume Cumulé |
|------|----------|--------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.01 | 0.15 | 0.00 | 0.07 | 0.24 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.02 | 0.40 | 0.00 | 0.08 | 0.72 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.03 | 0.67 | 0.00 | 0.08 | 1.47 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.04 | 0.98 | 0.00 | 0.08 | 2.53 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.05 | 0.82 | 0.00 | 0.07 | 3.42 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.05 | 0.88 | 0.00 | 0.07 | 4.37 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.05 | 0.61 | 0.00 | 0.04 | 5.02 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.05 | 0.29 | 0.00 | 0.02 | 5.33 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.05 | 0.27 | 0.00 | 0.02 | 5.62 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 5.69 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.05 | 0.38 | 0.00 | 0.03 | 6.10 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.05 | 0.82 | 0.00 | 0.06 | 6.98 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.05 | 1.07 | 0.00 | 0.08 | 8.13 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.05 | 1.24 | 0.00 | 0.10 | 9.47 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.05 | 1.32 | 0.00 | 0.11 | 10.90 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.05 | 1.01 | 0.00 | 0.08 | 11.99 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.05 | 0.80 | 0.00 | 0.06 | 12.85 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.05 | 1.00 | 0.00 | 0.07 | 13.92 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.05 | 0.62 | 0.00 | 0.04 | 14.58 |

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.05 | 0.51 | 0.00 | 0.04 | 15.13 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.04 | 0.74 | 0.00 | 0.07 | 15.95 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.04 | 1.09 | 0.00 | 0.11 | 17.15 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.04 | 1.52 | 0.00 | 0.16 | 18.83 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.04 | 1.18 | 0.00 | 0.13 | 20.14 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.02 | 0.60 | 0.00 | 0.11 | 20.85 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 20.92 |

CUT BACK

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.04 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.01 | 0.15 | 0.01 | 0.10 | 0.30 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.02 | 0.40 | 0.01 | 0.12 | 0.82 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.03 | 0.68 | 0.01 | 0.13 | 1.62 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.04 | 0.98 | 0.01 | 0.13 | 2.73 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.05 | 0.82 | 0.01 | 0.11 | 3.66 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.05 | 0.92 | 0.01 | 0.10 | 4.69 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.05 | 0.64 | 0.01 | 0.07 | 5.39 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.05 | 0.31 | 0.01 | 0.03 | 5.73 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.05 | 0.28 | 0.01 | 0.03 | 6.05 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 6.13 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.05 | 0.39 | 0.01 | 0.04 | 6.57 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.05 | 0.86 | 0.01 | 0.10 | 7.52 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.05 | 1.12 | 0.01 | 0.13 | 8.78 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.05 | 1.29 | 0.01 | 0.16 | 10.23 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.05 | 1.38 | 0.01 | 0.17 | 11.78 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.05 | 1.06 | 0.01 | 0.12 | 12.96 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.05 | 0.84 | 0.01 | 0.09 | 13.90 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.05 | 1.05 | 0.01 | 0.11 | 15.06 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.05 | 0.65 | 0.01 | 0.07 | 15.78 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.05 | 0.51 | 0.01 | 0.06 | 16.35 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.04 | 0.74 | 0.01 | 0.11 | 17.20 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.04 | 1.10 | 0.01 | 0.18 | 18.48 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.04 | 1.52 | 0.01 | 0.25 | 20.25 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.04 | 1.18 | 0.01 | 0.20 | 21.64 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.02 | 0.60 | 0.01 | 0.18 | 22.42 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 22.52 |

GB

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.47 | 0.47 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.10 | 1.76 | 0.06 | 1.12 | 3.35 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.24 | 4.80 | 0.06 | 1.29 | 9.44 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.38 | 8.09 | 0.06 | 1.38 | 18.91 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.54 | 11.75 | 0.06 | 1.41 | 32.07 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.54 | 9.82 | 0.06 | 1.16 | 43.05 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.61 | 10.92 | 0.06 | 1.12 | 55.10 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.61 | 7.54 | 0.06 | 0.75 | 63.39 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.61 | 3.63 | 0.06 | 0.36 | 67.38 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.61 | 3.31 | 0.06 | 0.33 | 71.02 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.61 | 0.89 | 0.06 | 0.09 | 71.99 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.61 | 4.66 | 0.06 | 0.47 | 77.12 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.60 | 10.19 | 0.06 | 1.05 | 88.36 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.60 | 13.26 | 0.07 | 1.43 | 103.05 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.60 | 15.30 | 0.07 | 1.74 | 120.09 |

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.60 | 16.36 | 0.07 | 1.85 | 138.30 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.61 | 12.53 | 0.06 | 1.34 | 152.17 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.61 | 9.97 | 0.06 | 1.01 | 163.14 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.61 | 12.39 | 0.06 | 1.23 | 176.77 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.61 | 7.68 | 0.06 | 0.74 | 185.19 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.54 | 6.11 | 0.06 | 0.68 | 191.98 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.49 | 8.92 | 0.06 | 1.15 | 202.05 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.44 | 13.13 | 0.06 | 1.93 | 217.11 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.45 | 18.23 | 0.06 | 2.65 | 237.99 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.42 | 14.19 | 0.06 | 2.18 | 254.36 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.24 | 7.20 | 0.06 | 1.95 | 263.51 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 1.10 | 264.61 |

GNT40

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 1.53 | 1.53 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.21 | 3.70 | 0.21 | 3.58 | 8.81 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.50 | 10.05 | 0.21 | 4.14 | 23.01 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.79 | 16.92 | 0.21 | 4.42 | 44.35 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 1.12 | 24.54 | 0.21 | 4.53 | 73.42 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 1.13 | 20.50 | 0.21 | 3.73 | 97.65 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 1.34 | 24.15 | 0.21 | 3.59 | 125.39 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 1.34 | 16.71 | 0.20 | 2.41 | 144.51 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 1.34 | 8.04 | 0.20 | 1.14 | 153.69 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 1.34 | 7.34 | 0.21 | 1.05 | 162.08 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 1.34 | 1.96 | 0.21 | 0.28 | 164.32 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 1.34 | 10.32 | 0.21 | 1.49 | 176.13 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 1.33 | 22.52 | 0.21 | 3.37 | 202.02 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 1.33 | 29.22 | 0.21 | 4.62 | 235.86 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 1.33 | 33.60 | 0.21 | 5.65 | 275.11 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 1.33 | 35.95 | 0.21 | 6.00 | 317.06 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 1.33 | 27.65 | 0.21 | 4.30 | 349.01 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 1.34 | 22.06 | 0.21 | 3.23 | 374.30 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 1.34 | 27.46 | 0.20 | 3.93 | 405.68 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 1.34 | 17.05 | 0.20 | 2.34 | 425.07 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 1.13 | 12.77 | 0.20 | 2.13 | 439.96 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 1.03 | 18.64 | 0.21 | 3.71 | 462.31 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.92 | 27.43 | 0.21 | 6.23 | 495.96 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.93 | 38.08 | 0.21 | 8.53 | 542.57 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.88 | 29.64 | 0.21 | 7.01 | 579.23 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.50 | 15.07 | 0.21 | 6.28 | 600.59 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 3.54 | 604.13 |

Sous Accotement (1)

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.85 | 0.85 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.02 | 2.87 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.33 | 5.20 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.49 | 7.69 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.55 | 10.25 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.11 | 12.35 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.06 | 1.02 | 0.12 | 2.03 | 15.40 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.07 | 0.86 | 0.12 | 1.36 | 17.62 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.07 | 0.42 | 0.12 | 0.64 | 18.69 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.07 | 0.38 | 0.12 | 0.58 | 19.65 |

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.07 | 0.10 | 0.12 | 0.16 | 19.91 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.07 | 0.54 | 0.12 | 0.83 | 21.28 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.07 | 1.15 | 0.12 | 1.88 | 24.31 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.07 | 1.45 | 0.12 | 2.56 | 28.32 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.07 | 1.61 | 0.12 | 3.11 | 33.04 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.07 | 1.71 | 0.12 | 3.34 | 38.09 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.07 | 1.37 | 0.12 | 2.41 | 41.87 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.07 | 1.14 | 0.12 | 1.80 | 44.81 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.07 | 1.43 | 0.12 | 2.21 | 48.45 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.07 | 0.87 | 0.12 | 1.37 | 50.70 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 1.25 | 51.95 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.15 | 54.10 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 3.65 | 57.76 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 5.01 | 62.77 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 4.12 | 66.89 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 3.69 | 70.58 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 2.08 | 72.66 |

Sous Accotement (2)

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 1.28 | 1.28 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.05 | 4.33 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.53 | 7.86 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.77 | 11.63 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.86 | 15.49 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.20 | 18.69 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.03 | 0.50 | 0.18 | 3.07 | 22.26 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.10 | 1.27 | 0.18 | 2.06 | 25.58 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.10 | 0.62 | 0.18 | 0.97 | 27.17 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.10 | 0.57 | 0.18 | 0.88 | 28.62 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.10 | 0.15 | 0.18 | 0.24 | 29.01 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.10 | 0.80 | 0.18 | 1.26 | 31.07 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.10 | 1.73 | 0.18 | 2.82 | 35.61 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.10 | 2.20 | 0.17 | 3.82 | 41.64 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.10 | 2.47 | 0.17 | 4.61 | 48.72 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.10 | 2.52 | 0.17 | 5.01 | 56.25 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.10 | 2.05 | 0.18 | 3.64 | 61.93 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.10 | 1.69 | 0.18 | 2.72 | 66.34 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.10 | 2.09 | 0.18 | 3.35 | 71.79 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.09 | 1.21 | 0.18 | 2.12 | 75.12 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 1.94 | 77.06 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 2.39 | 79.45 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 4.06 | 83.51 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 5.56 | 89.07 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 4.58 | 93.65 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 4.09 | 97.74 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 2.31 | 100.05 |

Sous Accotement (3)

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 1.45 | 1.45 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 4.00 | 5.45 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 4.63 | 10.08 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 4.95 | 15.04 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 5.08 | 20.12 |

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 4.45 | 24.57 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 4.43 | 29.00 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 3.12 | 32.12 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 1.43 | 33.55 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 1.22 | 34.77 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.32 | 35.09 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 0.10 | 0.83 | 0.24 | 1.71 | 37.63 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 3.40 | 41.03 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.94 | 44.97 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 0.10 | 2.34 | 0.14 | 3.67 | 50.98 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 0.05 | 1.40 | 0.17 | 5.00 | 57.39 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | 4.50 | 61.89 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 3.62 | 65.51 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 0.09 | 1.96 | 0.27 | 5.07 | 72.55 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 0.05 | 0.65 | 0.42 | 4.88 | 78.07 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 4.53 | 82.59 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.13 | 85.72 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 5.48 | 91.20 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 7.54 | 98.74 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 6.17 | 104.90 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 5.50 | 110.40 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 3.08 | 113.49 |

TUFF

| Num. | Abscisse | Lg Ap. | Gauche | | Droite | | Total |
|------|----------|--------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | | | Surface Partielle | Volume Partiel | Surface Partielle | Volume Partiel | Volume Cumulé |
| P.1 | 0.000 | 7.32 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 7.05 | 7.05 |
| P.2 | 14.646 | 17.34 | 0.45 | 7.81 | 0.99 | 17.19 | 32.05 |
| P.3 | 34.679 | 20.03 | 0.52 | 10.50 | 0.99 | 19.87 | 62.42 |
| P.4 | 54.712 | 21.41 | 0.99 | 21.10 | 0.99 | 21.23 | 104.76 |
| P.5 | 77.493 | 21.94 | 1.51 | 33.14 | 0.99 | 21.77 | 159.67 |
| P.6 | 98.594 | 18.13 | 1.52 | 27.66 | 1.00 | 18.18 | 205.51 |
| P.7 | 113.751 | 17.57 | 1.81 | 32.57 | 1.01 | 17.56 | 255.65 |
| P.8 | 133.741 | 11.87 | 2.54 | 31.98 | 1.02 | 11.86 | 299.49 |
| P.9 | 137.491 | 5.65 | 2.54 | 15.46 | 1.02 | 5.57 | 320.52 |
| P.10 | 145.031 | 5.14 | 2.55 | 14.16 | 1.00 | 5.01 | 339.69 |
| P.11 | 147.781 | 1.38 | 2.55 | 3.79 | 1.00 | 1.34 | 344.82 |
| P.12 | 147.790 | 7.31 | 2.55 | 19.91 | 1.00 | 7.11 | 371.84 |
| P.13 | 162.398 | 16.32 | 2.57 | 43.63 | 0.98 | 15.67 | 431.14 |
| P.14 | 180.432 | 21.98 | 2.59 | 56.78 | 0.95 | 20.84 | 508.76 |
| P.15 | 206.362 | 26.39 | 2.14 | 54.01 | 0.91 | 24.45 | 587.23 |
| P.16 | 233.219 | 28.31 | 2.07 | 55.97 | 0.94 | 27.20 | 670.40 |
| P.17 | 262.987 | 20.72 | 2.42 | 50.17 | 0.98 | 20.30 | 740.88 |
| P.18 | 274.659 | 15.75 | 2.56 | 42.58 | 1.00 | 15.33 | 798.79 |
| P.19 | 294.490 | 19.39 | 2.54 | 52.63 | 1.02 | 19.31 | 870.73 |
| P.20 | 313.433 | 12.00 | 2.48 | 31.78 | 1.24 | 14.40 | 916.91 |
| P.21 | 318.483 | 10.90 | 1.49 | 16.76 | 1.24 | 13.21 | 946.88 |
| P.23 | 335.233 | 17.80 | 1.37 | 24.83 | 0.68 | 11.94 | 983.65 |
| P.24 | 354.076 | 29.88 | 1.20 | 35.75 | 0.67 | 20.13 | 1039.53 |
| P.25 | 394.984 | 40.91 | 1.22 | 49.78 | 0.67 | 27.56 | 1116.87 |
| P.26 | 435.893 | 33.60 | 1.14 | 38.32 | 0.67 | 22.69 | 1177.87 |
| P.27 | 462.181 | 30.12 | 0.53 | 15.92 | 0.67 | 20.32 | 1214.11 |
| P.28 | 496.126 | 16.97 | 0.00 | 0.00 | 0.68 | 11.46 | 1225.57 |