

# CHAPITRE III

## TRACE EN PLAN

### III.1. INTRODUCTION

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontale.

C'est une succession d'alignement droit et d'arc reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

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

### III.2. VITESSE DE REFERENCE (DE BASE)

La vitesse de référence ( $V_b$ ) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'usager (traverser d'une ville, modification du relief, etc...).

#### III.2.1. CHOIX DE LA VITESSE DE REFERENCE

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

### III.3. PARAMETRES FONDAMENTAUX (B40)

Pour le cas de notre projet la vitesse de base est 80 km/h , le tableau suivant illustre l'ensemble de la caractéristique des différents éléments.

Tableau III.1 : Paramètres fondamentaux.

Paramètres	Symboles	Unité	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	$V_B$	Km/h	80
Longueur minimale (m)	$L_{min}$	m	111
Longueur maximale (m)	$L_{max}$	m	1333
Divers minimale (%)	$d_{min}$	%	2.5
Divers maximale (%)	$d_{max}$	%	7
Temps de perception réaction (s)	$T_{pr}$	S	2
Coefficient de Frottement longitudinal	$f_L$	-	0,39
Coefficient de Frottement transversal	$f_t$	-	0,13
Distance de freinage	$d_0$	m	65
Distance d'arrêt	$d_1$	m	105

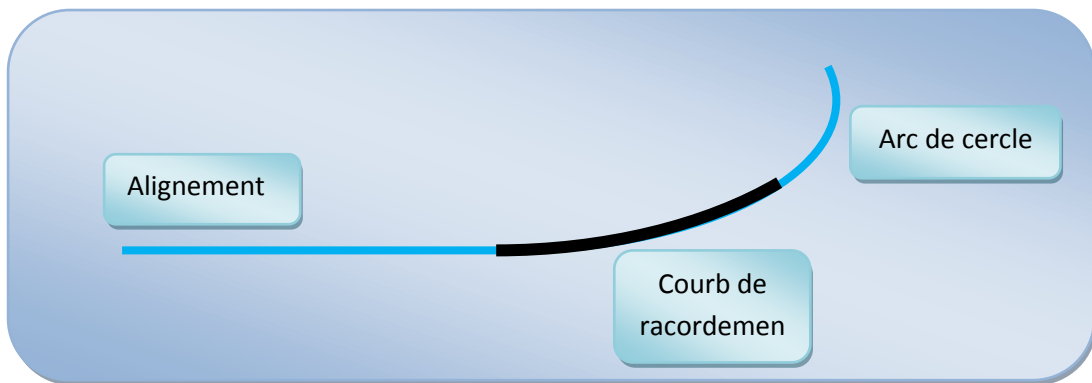
### III.4. REGLES A RESPECTER POUR LE TRACE EN PLAN

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

### III.5. ELEMENTS DU TRACE EN PLAN

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement(CR) de courbures progressives.



**Figure III.1 : Elements du trace en plan**

### III.5.1. DROITES (ALIGNEMENTS)

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

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

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

#### Longueur maximale

$$L_{\max} = 60V_b \text{ (m/s)} = 60 \times V_b \text{ (Km / h)} / 3.6 \text{ (} V_b = 80 \text{ km/h)}$$

$$L_{\max} = 60 \times V_b / 3.6 = 1333 \text{ m}$$

#### Longueur minimale

$$L_{\min} = 5V_b \text{ (m/s)} = 5 \times V_b \text{ (Km / h)} / 3.6$$

$$L_{\min} = 5 \times V_b / 3.6 = 111 \text{ m}$$

Pour des raisons de sécurité de circulation et d'esthétique, on évitera les cas particuliers suivants sont à éviter :

- Réunion de 2 longues courbes par un alignement court  
Solution: alignement à supprimer.
- Réunion de 2 longues alignements par une courbe courte s'est à dire de faible rayon  
Solution: augmenter le rayon de sa courbe.

### III.5.2 . ARCS DE CERCLE

Trois problèmes se posent:

1. Stabilité des véhicules en courbe.
2. Visibilité en courbe.
3. Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible

Dans un virage R une véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite - devers exprimée par sa tangente.

**Remarque**

- Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
- Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d).

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RHm avec :

- $d_{max} = 7\%$  pour les catégories (1- 2) ;
- $d_{max} = 8\%$  pour les catégories (3- 4) ;
- $d_{max} = 9\%$  pour la catégorie 5.
- **Rayon horizontal minimal absolu**

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

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

- **Rayon minimal normal**

$$RHn = \frac{(V_b + 20)^2}{127 \cdot (ft + d_{max})}$$

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

- **Rayon au dévers minimal**

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

$$RHd = \frac{V_b^2}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

- **Rayon minimal non déversé**

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

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

$f' = 0.060$       Pour: Cat 1-2

▪ **Règles pour l'utilisation des rayons en plan**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon  $\geq$  à RHN.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près.
- Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal  $d_{min}$ .
- Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon RHm doit être encadré par des RHN.

Pour notre projet, objet d'étude (dedoublement de la RN103 sur 10 km) situé dans un environnement 2 ( $E_2$ ), et classé en catégorie 1 ( $C_1$ ) avec une vitesse de base de 80(km/h), le règlement (B40) préconise les rayons suivant :

**Tableau III.2 : Les Rayons**

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	$V_B$	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400

**III.5.2.2. VISIBILITE EN COURBE**

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

**III.5.2.2.1 SUR LARGUEUR**

Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles :

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit ; compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant.

La valeur de la Sur largeur théorique  $S$  nécessaire pour une voie de circulation :

$$S = L^2 / 2R$$

- $L$  : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L = 10\text{m}$ ) ;
- $R$  : rayon de l'axe de la route.

### III.5.3. COURBES DE RACCORDEMENTS

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

- La stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

#### III.5.3.1. TYPE DE COURBES DE RACCORDEMENT

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

##### III.5.3.1.1 CLOTHOÏDE

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, la courbure de la clothoïde est linéaire

par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

#### III.5.3.2. EXPRESSION MATHÉMATIQUE DE LA CLOTHOÏDE

La Courbure  $K$  linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L = 1/R$$

On pose:  $1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$

$\Delta R$ : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)

$\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

$L$  : longueur de la branche de la Clothoïde

$X_m$  : Abscisse du centre du cercle

$K_E$  : Extrémité de la Clothoïde

$A$  : Paramètre de la Clothoïde

$K_A$  : Origine de la Clothoïde

$\tau$  : Angle des tangentes

$SL$  : Corde ( $K_A - K_E$ )

$M$  : Centre de cercle

$X$  : Abscisse de  $K_E$

$Y$  : Origine de  $K_E$

$t$  : tangente courte

$T$  : tangente longue

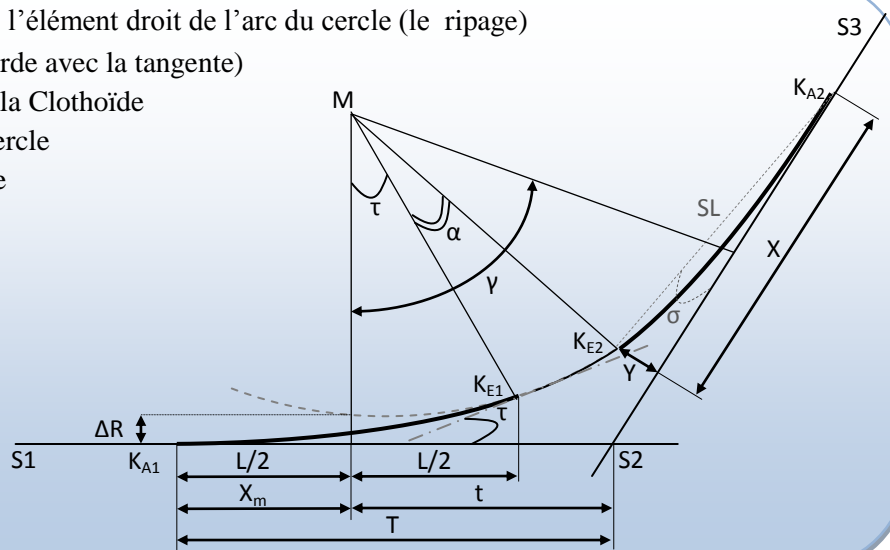


Figure III.2 : Élément de la Clothoïde.

### III.5.3.3. CHOIX D'UNE CLOTHOÏDE DOIT RESPECTER LES CONDITIONS SUIVANTES

- **Condition optique**

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être  $\leq 3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

- **Règle générale (B40):**

$$L = \sqrt{24.R.\Delta R}$$

$R \leq 1000m$	$\Rightarrow$	$\Delta R = 0.5m \text{ à } 1m$
$1000 < R \leq 2000m$	$\Rightarrow$	$\Delta R = 1m \text{ à } 1.75m.$
$2000 < R \leq 5000m$	$\Rightarrow$	$\Delta R = 1.75m \text{ à } 2.5m.$
$R > 5000m$	$\Rightarrow$	$\Delta R = 2,5m$

- **Condition de confort dynamique**

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

$$L < 0.2 \left( \frac{V_b^2}{3.6} \right) \left[ \frac{V_b^2}{127.R} - \Delta d \right]$$

R : rayon en (m).

$\Delta d$  : variation de dévers.

▪ **Condition de gauchissement**

La demi chaussée extérieur au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule .Le raccordement doit assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

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

$$\Delta p < (0,5/V_B.)$$

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

- L : longueur de raccordement.
- l : largeur de la chaussée.
- $\Delta d$  : variation de dévers.