

# CHAPITRE IV

## TRACE EN PLAN

### IV.1. Introduction

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

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

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

### IV.2. La vitesse de référence (de base)

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

#### IV.2.1. Choix de la vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

### IV.3. Paramètres fondamentaux (B40)

Pour le cas de notre projet la route à aménager sera adaptée pour une vitesse de référence de **100 km/h** qui correspond à la catégorie L1 selon la norme établie par l'**ICTAAL 2000**, le tableau suivant illustre l'ensemble de la caractéristique des différents éléments.

**Tableau -01-Paramètres fondamentaux.**

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	$V_B$	100
Longueur minimale (m)	$L_{min}$	138.89
Longueur maximale (m)	$L_{max}$	1 666.67
Divers minimale (%)	$d_{min}$	2.5
Divers maximale (%)	$d_{max}$	7
Temps de perception réaction (s)	$T_{pr}$	1.8
Coefficient de Frottement longitudinal	$f_l$	0,38
Coefficient de Frottement transversal	$f_t$	0,11

#### IV.4. Règles et principes de tracé en plan

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

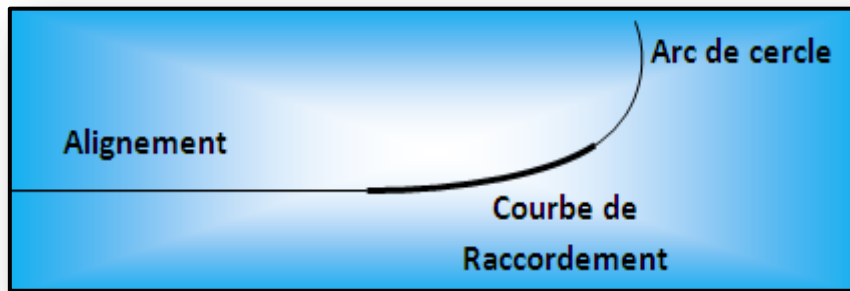
- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $RH_{nd}$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

#### IV.5. Les éléments de la 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.



### IV.5.1. Alignements droits

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.

$$\left. \begin{array}{l} L_{min}=5 V \\ L_{max}=60 V \end{array} \right\} \text{ Avec } V \text{ en (m/s).}$$

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.

### IV.5.2 .Les 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 de rayon 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'intérieure 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  $RH_m$  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.

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

▪ **Rayon minimal normal**

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

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 subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

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

▪ **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 ( $RH_{nd}$ ).

$$RH_{nd} = \frac{V_b^2}{127 \times d}$$

Avec :  $D = 0,035$ ..... Cat 1 et 2.

$D = 0,040$ ..... Cat 3.

$D = 0,045$ ..... Cat 4 et 5.

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

- Il n'y a aucun rayon inférieur à  $RH_M$ , on utilise autant que possible des valeurs de rayon  $\geq$  à  $RH_N$ .

- Les rayons compris entre  $RH_M$  et  $RH_D$  sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près.
- Les rayons compris entre  $RH_D$  et  $RH_{ND}$  sont en dévers minimal  $D_{min}$ .
- Les rayons supérieurs à  $RH_{ND}$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon  $RH_M$  doit être encadré par des  $RH_N$ .

Pour notre projet, objet d'étude (dédoublage de la **RN 01** sur l'évitement de la ville **d'Ain Ouessara**) situé dans un environnement **1 (E<sub>1</sub>)**, et classé en catégorie **2 (C<sub>2</sub>)** avec une vitesse de base de **100 (km/h)**, le règlement (**B40**) préconise les rayons suivant :

**Tableau -02-paramètres des rayons**

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	$V_B$	100
Rayon horizontal minimal (m)	$RH_M$ (7%)	450
Rayon horizontal normal (m)	$RH_N$ (5%)	650
Rayon horizontal déversé (m)	$RH_D$ (2.5%)	1600
Rayon horizontal non déversé (m)	$RH_{ND}$ (-2.5%)	2200

#### IV.5.2.2. visibilité 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.

##### IV.5.2.2.1 Sur largeur

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une surlargeur par rapport à sa largeur normale en alignement égale à :

$$S = 50 / R$$

- R : rayon de l'axe de la route.

#### IV.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.

### IV.5.3.1. 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.

### IV.5.3.2. Expression mathématique de la Clothoïde

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

$$K = C.L$$

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

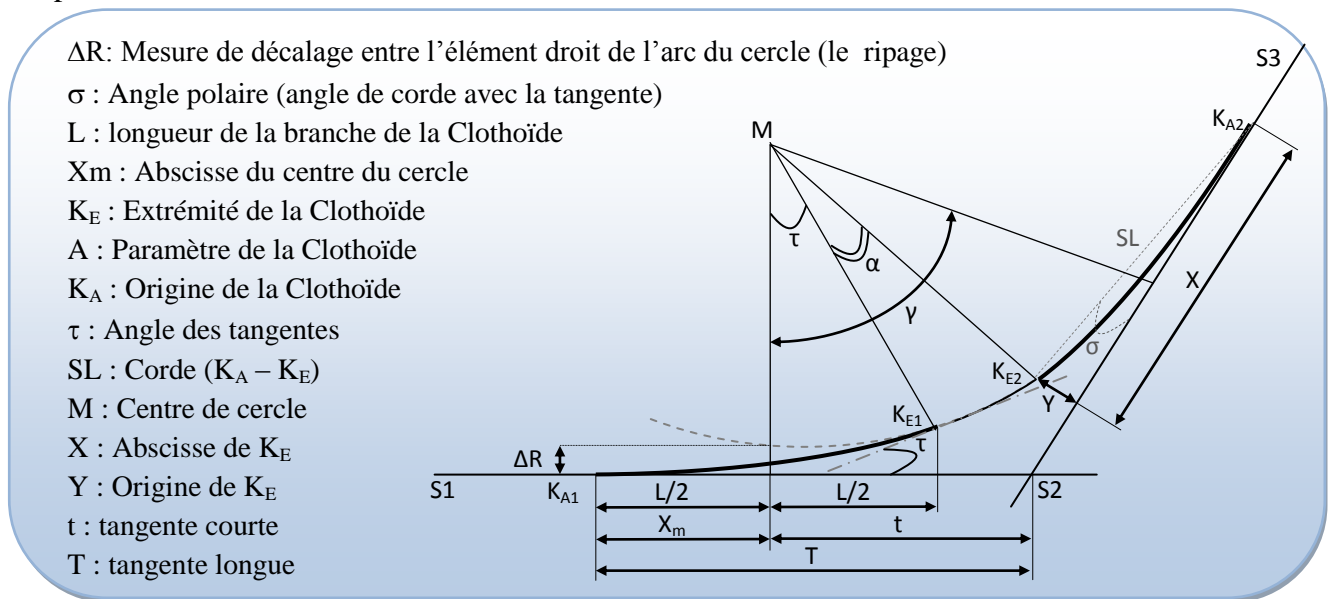


Figure-01-Elément de la Clothoïde.

### IV.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 supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

- **Règle générale (B40):**

- pour  $R \leq 1500m$   $\Delta R = 1m$

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

- pour  $1500 < R \leq 5000$   $\tau = 3^\circ$ , c'est-à-dire :

$$L = R/9$$

- pour  $R > 5000m$   $\Delta R$  limité à 2.5m soit :

$$L = 7.75\sqrt{R}$$

- **Condition de confort dynamique**

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

$$L \geq \left( \frac{V_b^2}{18} \right) \left[ \frac{V_b^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right]$$

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

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V$$

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

### Application au projet :

Dans le trace de notre projet tout les rayons sont varient entre 1000 et 2000m, Les calcules sont effectués automatiquement à l'aide du logiciel **Autodesk Civil 3D 2012**, les résultats sont détaillés dans l'annexe.