

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : G-CIVIL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ELARGISSEMENT ET RENFORCEMENT  
DE LA

ROUTE NATIONALE N° 41

~ CHERAGA ~

3 PLANCHES

Proposé Par : SONATRO Etudie par : M. CHAFAT Dirigé par : M<sup>me</sup> MORSLI

PROMOTION : JANVIER 1988

Departement : GENIE CIVIL ..... هندسة مدنية  
Promoteur : Mme. DORSSI ..... موجه المبدع  
Elevé Ingénieur : CHAFAI Mohamed ..... تلميذ مهندس

الموضوع : توسيع وتدميج الطريق الوطني رقم 41  
الطريق : معاهد الطريق عرضها 7 متر الى طرفيين (يندرج)  
عامل التربة . وهذا التوسيع يعتبر في دراسة الاتية  
رسم مسور الطريق تحديد قعر الارض

Sujet : ELARGISSEMENT ET RENFORCEMENT DE LA RN 41 CHERAGA  
Resume : cet elargissement de la Route Nationale 41 consiste  
en un aménagement de la chaussée existante large  
de 7,00m en une double chaussée séparée par  
un veno plein central. l'aménagement de la  
route comporte aussi l'aménagement des  
carrefours avec tous leurs éléments abuts, directionnels

Subject :  
It's for study roadway of 7,00 m wide in two roadway

# SOMMAIRE

- I Presentation de l'ouvrage
- II Conception
- III Tracé en plan
- IV Profil en long
- V Profil en travers
- VI Dimensionnement de la chaussée
- VII Calcul des devers
- VIII Calcul des cubatures
- IX Assainissement
- X Etude des carrefours
- XI Signalisation
- XII Annexes

# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier

- Mon promoteur M<sup>me</sup> MORSLI pour tout l'aide précieuse qu'elle m'a fourni pour réaliser ce modeste travail
- Mes enseignants qui durant la scolarité m'ont donné ce savoir si précieux et n'ont jamais hésité à nous tendre la main durant les moments difficiles

Je remercie également les ingénieurs ainsi que les dessinateurs de SONATRO, et particulièrement M<sup>r</sup> TERKIA ou je lui exprime toute ma reconnaissance pour son aide pour l'élaboration de ce projet.

## DEDICACES

Je dedie ce modeste travail à

- Mes enfants et ma femme
- Mes parents
- Mes freres et soeurs
- Toute ma famille
- Mes amis

Vu l'importance de la route reliant CHATEAUNEUF à CHERAGA et le trafic actuel, la direction des infrastructures de base de la Wilaya d'Alger a demandé à la SONATRO de procéder à l'aménagement de la RN41.

Cet aménagement consiste en un élargissement de la chaussée existante en double chaussée séparée par un terre plein central.

Notre travail consiste en l'étude du 1<sup>er</sup> tronçon de la route nationale 41 reliant CHATEAUNEUF à CHERAGA comptant 1,6 km. L'origine du projet se trouve au point métrique 0.00 la fin du projet se trouve au point métrique 1650.00

# CONCEPTION

la route nationale 41 partant de CHATEAUNEUF a CHERAGA présente des caractéristiques géométriques qui ne correspondent pas avec le trafic actuel qui a augmenté par rapport au trafic prévu à l'époque de sa construction. La direction des infrastructures de base de la Wilaya d'Alger a demandé à la SONATRO de procéder à un aménagement consistant en un élargissement de la chaussée existante en une double chaussée séparée par un terre plein central et de renforcer la chaussée existante, de la moderniser en atténuant les bombements et en relevant les virages les données sont:

Trafic à la date de mise en service : 10006 v/j

Vitesse de référence

les paramètres appliqués A et R (A : paramètre de clothoïde, R : rayon de cercle) ont été choisis de sorte à épouser au maximum le tracé existant et de répondre aux normes dans lesquelles est classée cette route. Deux courbes circulaires à petit rayon ont été insérées entre les alignements droits ( $R = 180$  et  $R = 200$ ) et ceci pour le maintien du tracé de la chaussée existante

La vitesse dans ces courbes circulaires est ~~fixe à 60 km/h~~ et des panneaux de signalisation sont placés en avance des virages

La RN41 étant une route à grande circulation, la vitesse de référence étant fixée à 100 km/h, en catégorie I cependant en raison du maintien du tracé de la chaussée existante et de beaucoup de sorties (caserne, SONACOME, etc.) la vitesse  $V_r$  a été réduite à  $V_r = 80 \text{ km/h}$  (en catégorie II) le rapport géotechnique n'ayant pas été fait, la SONATRO nous a donné un CBR égal à 10



Trace en plan.

# TRACE EN PLAN

## Definition

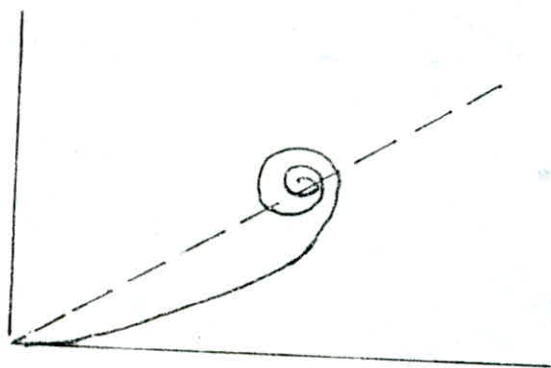
le tracé en plan est la projection de la route sur un plan horizontal  
Il est généralement composé d'alignements droits et de courbes  
le tracé est caractérisé par la vitesse de référence (ou de base)  
qui permet de définir les caractéristiques géométriques minimale  
d'aménagement des points particuliers

## Courbe de transition ou raccordement progressif

Comme courbe de transition on utilisera la clothoïde avec paramètre

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

La clothoïde permet à l'usager d'aborder un virage en toute sécurité  
en effet ce raccordement ou clothoïde répond le mieux à la  
trajectoire des roues d'un véhicule lors d'un braquage  
Géométriquement, la clothoïde est une spirale à point asymptotique  
dont la courbure croît linéairement de  $\frac{1}{R} = 0$  à  $\frac{1}{R} = \infty$



Ses coordonnées rectangulaires sont  
des intégrales de Fresnel dont la  
solution n'est pas possible par  
les mathématiques élémentaires

On peut néanmoins utiliser des tables dites "Tables de clothoïde"  
de KRENZ / OSTERLOH qui nous donnent tous les éléments  
des clothoïdes

Il existe d'autres types de raccordement progressif comme par  
exemple la parabole, la parabole cubique ou la lemniscate  
l'équation de la clothoïde est  $A^2 = RL$

R : rayon du cercle

## Représentation de la clothoïde

Explication des symboles (Notations de KASPER, SCHURBA et LORE)

A : paramètre de la clothoïde

M : centre du cercle

R : rayon du cercle

$K_A$  : origine de la clothoïde

$K_E$  : extrémité de la clothoïde

L : longueur de la branche de la clothoïde

DR : mesure du décalage entre l'élément droit et l'arc de cercle (rippage)

$X_m$  : abscisse du centre de cercle

$\sigma$  : angle des tangentes

X : abscisse de  $K_E$

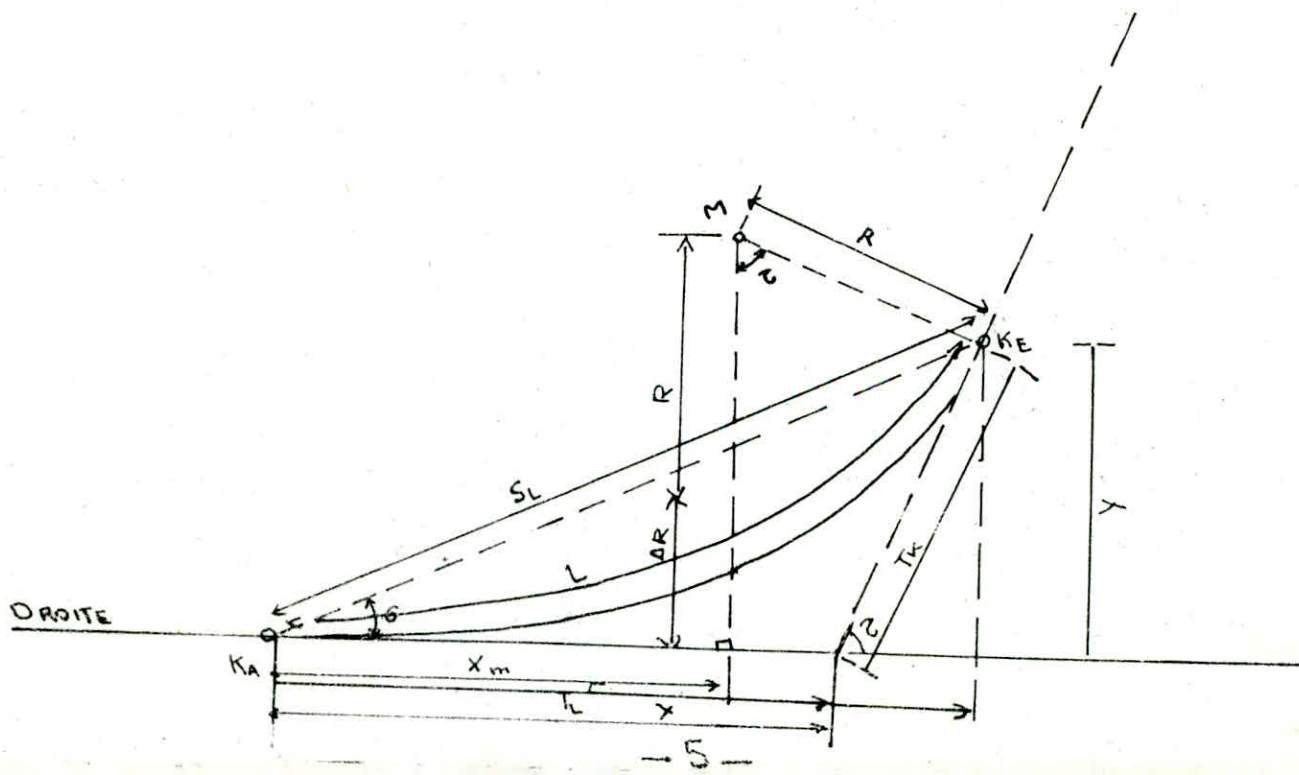
Y : ordonnée de  $K_E$

$T_K$  : tangente courte

$T_L$  : tangente longue

$S_L$  : corde  $K_A - K_E$

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



## Conditions des courbes de raccordement

### Condition optique

Elle permet de renseigner les usagers à l'avance de l'évolution du tracé. Le raccordement progressif doit correspondre à un changement de direction supérieur ou égal à  $3^\circ$  ( $1/18 \text{ rad}$ )  
donc  $\alpha \geq 3^\circ$  et  $\frac{R}{3} < A < R$        $\left\{ \begin{array}{l} A : \text{paramètre clothoïde} \\ R : \text{rayon} \end{array} \right.$

### Condition de gauchissement

Elle permet de ne pas introduire un mouvement brusque de balancement au véhicule reposant sur un plan incliné de 2% sur l'horizontale dans un sens et qui sera confronté à un autre plan incliné atteignant presque 10% dans l'autre sens

$$L > l \cdot d \cdot V_r$$

$l$  : largeur de la chaussée (m)  
 $d$  : devers (%)  
 $V_r$  : Vitesse de référence

### Condition de confort dynamique

Elle limite la variation (par unité de temps) de l'accélération transversale des véhicules

$$L > \frac{V_r^2}{18} \left[ \frac{V_r^2}{127R} - d \right]$$

$V_r$  : Vitesse de référence Km/h  
 $R$  : rayon de courbure (m)  
 $d$  : devers (%)

### Calcul d'axe

Le calcul d'axe est une opération essentielle que devra contenir un projet routier car il permet de calculer tout point bien défini de l'axe d'une route après avoir choisi le "couloir" par lequel elle devra passer

Les points à calculer seront plus particulièrement les début et extrémités de clothoïde, les centres des différents arcs de cercles

## CLOTHOÏDE

PM 208. 534 au PM 266. 134

La clothoïde de paramètre  $A = 120$  fait le raccordement entre un arc de cercle de rayon  $R = 250$  et un alignement droit  $R = \infty$

$$\text{calcul du rapport : } \frac{A}{R} = \frac{120}{250} = 0,48$$

Suivant la valeur de ce rapport, on obtient de la table des clothoïdes de KRENZ - OSTERLOH, les caractéristiques suivantes.

$$L = 57,60$$

$$\delta_L = 57,566$$

$$\Delta R = 0,55275$$

$$\alpha = 53,10270$$

$$X_n = 28,78725$$

$$\bar{b} = 208,5338$$

$$\bar{\sigma} = 7,3339$$

$$\delta = 67,7705 \text{ (calculé)}$$

$$X_1 = 57,5235$$

$$Y_1 = 2,20975$$

$$T_K = 19,22425$$

$$T_L = 38,42675$$

PM 306. 410 au PM 398. 981

La clothoïde de paramètre  $A = 180$  fait le raccordement entre un alignement droit  $R = \infty$  et un arc de cercle de rayon  $R = 350$

$$\text{Calcul du rapport } \frac{A}{R} = \frac{180}{350} = 0,5142857$$

Suivant la valeur de ce rapport, on obtient de la table des clothoïdes de KRENZ - OSTERLOH les caractéristiques suivantes :

$$L = 92,57143$$

$$T_K = 30,90885$$

$$Y_2 = 4,07575$$

$$\Delta R = 1,01955$$

$$T_L = 61,7708$$

$$X_m = 46,2588$$

$$\delta_L = 92,4994$$

$$\bar{\sigma} = 8,4190$$

$$\sigma = 2,8059$$

$$X_2 = 92,4098$$

PM 517.919 au PM 610.590

La clothoïde de paramètre  $A = 180$  fait le raccordement entre un arc de cercle de rayon  $R = 350$  et un alignement droit.

$$\text{calcul du rapport } \frac{A}{R} = \frac{180}{350} = 0,5142857$$

Suivant la valeur de ce rapport, on obtient de la table des clothoïdes de KRENZ - OSTERLOH les caractéristiques suivantes :

$$L = 92,57143$$

$$Y_2 = 4,07575$$

$$\Delta R = 1,01955$$

$$T_K = 30,90885$$

$$X_m = 46,2588$$

$$T_L = 61,7708$$

$$\beta = 8^\circ,4190$$

$$\cancel{S_L = 92,4994}$$

$$X_2 = 92,4098$$

$$\sigma = 2,8059$$

PM 1095.638 au PM 1236.

Deux branches de clothoïde de même paramètre  $A = 130$ , formant une clothoïde à sommet, ont à leur point de raccordement le même rayon de courbure  $R = 239,26$  et font le raccordement entre deux alignements droits  $R = \infty$

$$\text{calcul du rapport } \frac{A}{R} = \frac{130}{239,26} = 0,543337$$

Suivant la valeur de ce rapport, on obtient de la table des clothoïdes de KRENZ - OSTERLOH les caractéristiques suivantes :

$$L = 128,57138$$

$$Y_3 = 3,9333$$

$$\Delta R = 0,9835$$

$$T_K = 42,8918$$

$$X_m = 64,2677$$

$$T_L = 85,7521$$

$$\beta = 5,8465$$

$$S_L = 128,5235$$

$$X_3 = 128,4633$$

$$\sigma = 1,9487$$

PM 1562.119 au PM 1690.690

La clothoïde de paramètre  $A = 300$  fait le raccordement entre un alignement droit  $R = \infty$  et un arc de cercle de rayon  $R = 700$

$$L = 128,57138$$

$$\Delta R = 0,9835$$

$$X_m = 64,2677$$

$$\bar{\sigma} = ,8465$$

$$X_4 = 128,4633$$

$$Y = 3,9333$$

$$T_k = 42,8918$$

$$T_L = 85,7521$$

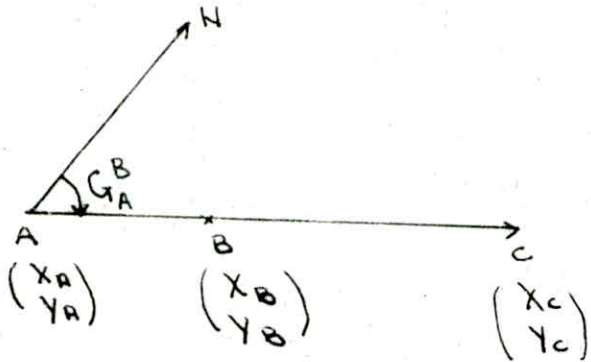
$$S_L = 128,5235$$

$$\sigma^c = 1,9487$$

## Calcul des points

Pour obtenir les coordonnées des différents points des axes à déterminer, on utilisera la formule du gisement d'une direction. Le gisement est l'angle que fait cette direction avec le Nord.

\* Cas d'un alignement droit



$$G_A^C = G_A^B$$
$$\Delta X = d_{AB} \sin G_A^B = d_{AB} \sin G_A^C$$
$$\Delta Y = d_{AB} \cos G_A^B = d_{AB} \cos G_A^C$$

d'où  $X_B = X_A \pm \Delta X$

$$Y_B = Y_A \pm \Delta Y$$

En fonction des coordonnées rectangulaires, le gisement sera donné par

$$\text{tg. gisement} = \text{tg } G^C = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$
$$\text{tg } G_A^B = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

## \* Cas d'une courbe circulaire

$T_1, T_2$  tangentes ; M centre du cercle

$$\text{tg } G_{n_1}^{T_1} = \frac{\Delta X}{\Delta Y} \Rightarrow G_{n_1}^{T_1} = \text{Arctg } \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

L'angle  $d$  sera tel que  $D = R \cdot d \quad \alpha (rd)$

$$D = PM(C) - PM(T_1) \Rightarrow d = \frac{D}{R}$$

Par ailleurs  $G_n^C = G_M^{T_1} + d \quad \alpha (gr)$

$$\text{Si } \Delta X = MC \sin G_M^C$$

$$\text{et } \Delta Y = MC \cos G_M^C$$

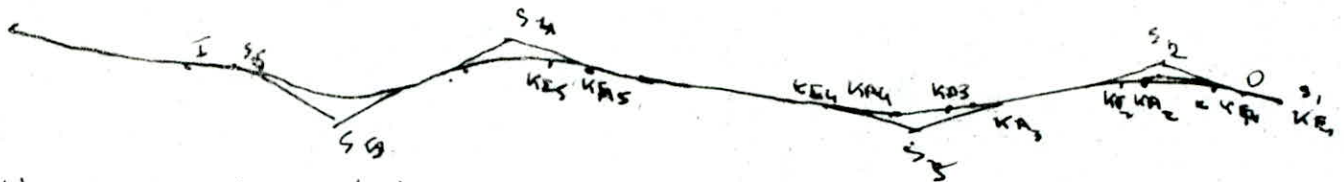
On conclut que :

$$X_C = X_n \pm \Delta X$$

$$Y_C = Y_n \pm \Delta Y$$



CALCUL D'AXE DE LA ROUTE (RN41) PM 00.000. AU PM 1650



Nous avons haché les points d'intersection des prolongements de l'axe de la route pour chaque changement de déclivité (virage)

$$S_1 \begin{cases} 20008,25 \\ 50019,50 \end{cases}$$

$$S_2 \begin{cases} 20056,30 \\ 49900,40 \end{cases}$$

$$S_3 \begin{cases} 20425,80 \\ 49854,80 \end{cases}$$

$$S_4 \begin{cases} 20957,60 \\ 49381,65 \end{cases}$$

$$S_5 \begin{cases} 21042,50 \\ 49242,70 \end{cases}$$

$$S_6 \begin{cases} 21098,60 \\ 49198,45 \end{cases}$$

$$I \begin{cases} 21112,578 \\ 49184,25 \end{cases}$$

Calcul des gisements des différentes directions

$$\text{tg } g = \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

$$g = \text{Arctg} \frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow 0 \leq |g| \leq 100 \text{ gr}$$

Le gisement définitif  $G^t$  sera obtenu, en prenant  $g$  avec son signe et lui rajouter 0, 200 ou 400 gr

$G_{S_1}^{S_2}$

$$g = \text{Arctg} \frac{x_1 - x_2}{y_1 - y_2} = \text{Arctg} \frac{20008,25 - 20056,30}{50019,50 - 49900,40} = \text{Arctg} \frac{-48,05}{119,1} = 24,4125$$

$$G_{S_1}^{S_2} = 400 - g = 400 - 24,4125 = 375,5875$$

$G_{S_2}^{S_3}$

$$g_1 = \text{Arctg} \frac{x_2 - x_3}{y_2 - y_3} = \text{Arctg} \frac{20425,80 - 20056,30}{49854,80 - 49900,40} = \text{Arctg} \frac{369,5}{-45,6} = 107,8176$$

$$G_{S_3}^{S_2} = 200 - g_1 = 200 - 92,183 = 107,8170$$

$G_{S_3}^{S_4}$  à calculer

$$g_2 = \text{Arctg} \frac{x_4 - x_3}{y_4 - y_3} = \text{Arctg} \frac{20957,60 - 20425,80}{49381,65 - 49854,80} = \text{Arctg} \frac{531,8}{-473,15} = 53,7111$$

$$G_{S_3}^{S_4} = 200 - g_2 = 200 - 53,7111 = 146,2888$$

$G_{S_4}^{S_5}$  à calculer

$$g_3 = \text{Arctg} \frac{x_5 - x_4}{y_5 - y_4} = \text{Arctg} \frac{21042,50 - 20957,60}{49242,70 - 49381,65} = \text{Arctg} \frac{84,9}{-138,95} = 34,9171$$

$$G_{S_4}^{S_5} = 200 - g_3 = 200 - 34,9171 = 165,0829$$

$G_{S_5}^{S_6}$  à calculer

$$g_4 = \text{Arctg} \frac{x_6 - x_5}{y_6 - y_5} = \text{Arctg} \frac{21098,60 - 21042,50}{49198,45 - 49242,70} = \text{Arctg} \frac{56,1}{-44,25} = 57,4829$$

$$G_{S_5}^{S_6} = 200 - g_4 = 200 - 57,4829 = 142,5171$$

$G_{S_6}^I$  à calculer

$$g_5 = \text{Arctg} \frac{x_7 - x_6}{y_7 - y_6} = \text{Arctg} \frac{21112,578 - 21098,60}{49184,252 - 49198,45} = \text{Arctg} \frac{13,978}{-14,198} = 49,5029$$

$$G_{S_6}^I = 200 - g_5 = 200 - 49,5029 = 150,4971$$

Calcul des distances :  $S_1S_2$ ,  $S_2S_3$ ,  $S_3S_4$ ,  $S_4S_5$ ,  $S_5S_6$ ,  $S_6I$

les distances sont déterminées par la formule suivante

$$D = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \quad \text{avec} \quad \Delta x = x_2 - x_1 \quad \text{différence d'abscisse des points (1) et (2)}$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 \quad \text{différence d'ordonnée des points (1) et (2)}$$

$$S_1S_2 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{(20056,30 - 20008,25)^2 + (49900,40 - 50019,5)^2} = 128,4$$

$$S_2S_3 = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} = \sqrt{(20425,80 - 20056,3)^2 + (49854,8 - 49900,4)^2} = 372,7$$

$$S_3S_4 = \sqrt{(x_4 - x_3)^2 + (y_4 - y_3)^2} = \sqrt{(20957,60 - 20425,80)^2 + (49381,65 - 49854,80)^2} = 711$$

$$S_4S_5 = \sqrt{(x_5 - x_4)^2 + (y_5 - y_4)^2} = \sqrt{(21042,50 - 20957,60)^2 + (49242,70 - 49381,65)^2} = 162,7$$

$$S_5S_6 = \sqrt{(x_6 - x_5)^2 + (y_6 - y_5)^2} = \sqrt{(21098,60 - 21042,50)^2 + (49198,45 - 49242,70)^2} = 711,1$$

$$S_6I = \sqrt{(x_I - x_6)^2 + (y_I - y_6)^2} = \sqrt{(21112,578 - 21098,60)^2 + (49184,252 - 49198,45)^2} = 19,9$$

## Calcul des angles formés par les différentes directions

$$\alpha_1 = 200 - (G_{S_1}^{S_1} - G_{S_2}^{S_2}) = 132,2295$$

$$\alpha_2 = 200 - (G_{S_3}^{S_3} - G_{S_4}^{S_4}) = 161,5282$$

$$\alpha_3 = 200 - (G_{S_5}^{S_5} - G_{S_4}^{S_4}) = 181,2059$$

$$\alpha_4 = 200 - (G_{S_6}^{S_6} - G_{S_5}^{S_5}) = 222,5658$$

$$\alpha_5 = 200 - (G_I^{S_6} - G_{S_6}^{S_6}) = 192,02$$

## Calcul des coordonnées (origine O de la route, débuts et extrémités de clothoïdes, centres des arcs de cercles)

On donne un exemple de calcul des coordonnées O, KA<sub>2</sub>, KE<sub>2</sub> et M<sub>1</sub> (l'origine O de la route, le début et la fin d'une clothoïde, et le centre d'un arc de cercle)

coordonnées de O (origine de la route)

L'origine O est l'extrémité d'une clothoïde de paramètre A=120, pour cela nous devons calculer le début KA<sub>1</sub> et l'extrémité KE<sub>1</sub> de cette clothoïde

coordonnées de KA<sub>1</sub>

$$X_{KA_1} = X_{S_1} + T \sin G_2^1 = 20056,30 + (28,78725 + 250 \operatorname{tg} \frac{66,75}{2}) \sin 375,5875$$

$$X_{KA_1} = 19990,318$$

$$Y_{KA_1} = Y_{S_1} + T \cos G_2^1 = 49900,40 + (28,78725 + 250 \operatorname{tg} \frac{66,75}{2}) \cos 375,5875$$

$$Y_{KA_1} = 50063,946$$

coordonnées de KE<sub>1</sub> (Soit A : point intermédiaire)

$$X_A = X_{KA_1} - X_1 \sin G_2^1 = 19990,318 - 57,5235 \sin 375,5875$$

$$X_A = 20011,835$$

$$X_{KE_1} = X_A - y_1 \sin G_2^1 = 20011,835 - 2,20975 \sin 375,5875$$

$$X_{KE_1} = 20013,889$$

$$Y_A = Y_{KA_1} - X_1 \cos G_2^1 = 50063,948 - 57,5235 \cos 375,5875$$

$$Y_{KE_1} = Y_A - y_1 \cos G_2^1 = 50010,603 - 2,20975 \cos 375,5875$$

$$Y_{KE_1} = 50011,425$$

coordonnées d'origine  $\begin{cases} x_0 = 20013,8 \\ y_0 = 50011,4 \end{cases}$

Coordonnées de KA<sub>2</sub> (debut de clothoïde)

Gisement  $G_{KA_2}^3$  à calculer

$$\text{Distance } T = X_m + t = X_m + R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 28,78725 + 250 \operatorname{tg} \frac{66,77}{2}$$
$$T = 176,3548$$

D'où les coordonnées

$$X_{KA_2} = X_2 + T \sin G_2^3 = 20056,30 + 176,3548 \sin 107,8170$$

$$Y_{KA_2} = Y_2 + T \cos G_2^3 = 49900,40 + 176,3548 \cos 107,8170$$

d'où finalement  $X_{KA_2} = 20231,327$

$$Y_{KA_2} = 49878,80$$

Coordonnées de KE<sub>2</sub> (extrémité de clothoïde)

$$X_c = X_{KA_2} - X_1 \sin G_2^3 = 20231,327 - 57,5235 \sin 107,8170$$

$$X_c = 20174,237$$

$$Y_c = Y_{KA_2} - X_1 \cos G_2^3 = 49878,80 - 57,5235 \cos 107,8170$$

$$Y_c = 49885,845$$

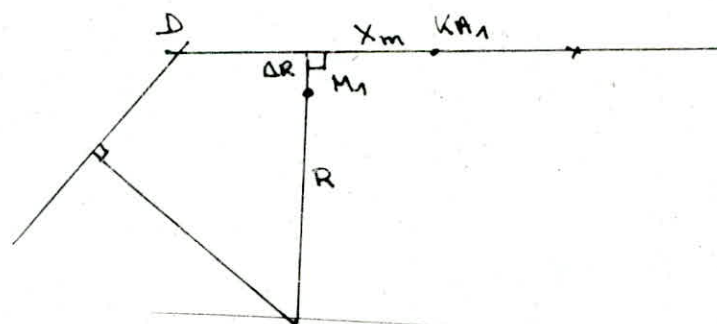
$$X_{KE_2} = X_c - Y_1 \cos G_2^3 = 20174,237 - 2,20975 \cos 107,8170$$

$$X_{KE_2} = 20174,507$$

$$Y_{KE_2} = Y_c + Y_1 \sin G_2^3 = 49885,845 + 2,20975 \sin 107,8170$$

$$Y_{KE_2} = 49888,038$$

Coordonnées du centre de cercle de rayon  $R = 250$



$$KA_1 M_1 = X_m = 28,787525$$

$$G_{KA_1}^{KA_1} = G_2^1 = 375,5875$$

$$X_{n_1} = X_{KA_1} - X_m \cos G_2^{\wedge} = 19990,318 - 28,78725 \cos 375,5875$$

$$X_{n_1} = 19963,622$$

$$Y_{n_1} = Y_{KA_1} - X_m \sin G_2^{\wedge} = 50013,946 - 28,78725 \sin 375,5875$$

$$Y_{n_1} = 50024,716$$

$$M_{n_1} = R + \Delta R = 250 + 0,55275 = 250,55275$$

$$G_{n_1}^{\wedge} = G_2^{\wedge} + 100^{\circ} = 375,5875 + 100 = 75,5875$$

D'où les coordonnées de M

$$X_n = X_{n_1} + (R + \Delta R) \cos G_{n_1}^{\wedge} = 19963,622 + 250,55275 \cos 75,5875$$

$$X_n = 20057,366$$

$$Y_n = Y_{n_1} + (R + \Delta R) \sin G_{n_1}^{\wedge} = 50024,716 + 250,55275 \sin 75,5875$$

$$Y_n = 50257,071$$

## COORDONNEES RECTANGULAIRES D'AXE

| POINT METRIQUE | X         | Y         |
|----------------|-----------|-----------|
| 0.00           | 20013.889 | 50011.427 |
| 208.534        | 20174.507 | 49888.038 |
| 266.133        | 20231.300 | 49878.800 |
| 306.410        | 20271.300 | 49873.867 |
| 398.981        | 20362.515 | 49858.504 |
| 517.919        | 20470.355 | 49809.704 |
| 610.490        | 20542.103 | 49751.324 |
| 1095.638       | 20904.558 | 49428.842 |
| 1166.272       | 20954.908 | 49379.401 |
| 1236.906       | 20994.617 | 49321.067 |
| 1294.903       | 21024.856 | 49271.576 |
| 1361.803       | 21069.426 | 49222.203 |
| 1379.033       | 21083.136 | 49211.767 |
| 1419.400       | 21112.578 | 49184.252 |
| 1562.119       | 21206.503 | 49076.796 |
| 1690.690       | 21288.091 | 48977.478 |

PROFIL EN LONG

# PROFIL EN LONG

## 1) Définition

- C'est une coupe verticale par l'axe de la chaussée développée et représentée sur un plan à une certaine échelle
- Les éléments géométriques du profil sont des lignes droites inclinées avec des arcs de cercles tangents à ces droites

### Règles pratiques du profil en long

- Respecter les rayons donnés par les règlements
- Ne pas dépasser la limite maximum des pentes
- Éviter des tronçons de route en palier (difficulté de l'écoulement des eaux)
- Profil en léger remblai préférable au profil en déblai (paysage, drainage)
- Raccorder le profil avec le réseau existant
- Coordination avec le tracé en plan
- Rechercher un équilibre de volumes des déblais et des remblais

## 2) Déclivité

La déclivité est l'élément "droit" du profil en long. Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelées rampes, par contre lorsqu'elles sont descendantes dans le sens du kilométrage ce sont des pentes. Les tronçons de route horizontaux sont à éviter pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales. La déclivité économique est en descente, celle qui permet au véhicule d'avancer sans atteindre une vitesse trop élevée et sans faire usage des freins et en montée, celle qui permet au véhicule d'avancer sans changement de vitesse.

## 3) Coordination tracé en plan - profil en long.

chaque usager empruntant la route devra.

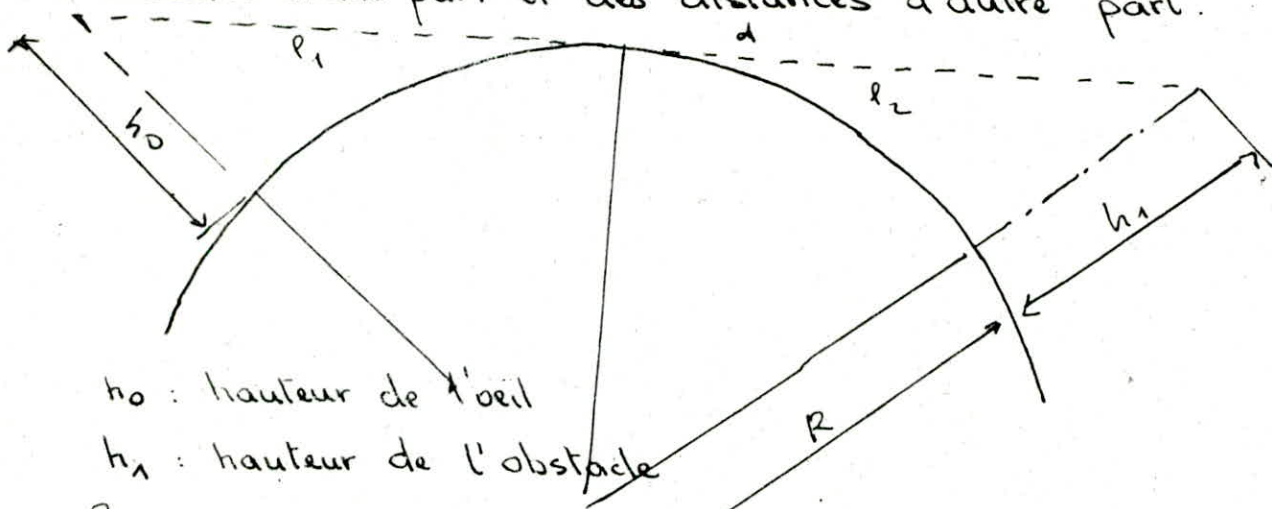
- distinguer la chaussée et les obstacles éventuels à une distance assez grande.



#### 4) Rayon du Profil

##### a) Rayon en angle saillant : $R_v$

Pls sont déterminés en fonction de la position de l'œil et des obstacles d'une part et des distances d'autre part.



$h_0$  : hauteur de l'œil

$h_1$  : hauteur de l'obstacle

Ima :

$$(1) \begin{cases} (R+h_0)^2 = R^2 + p_1^2 \\ (R+h_1)^2 = R^2 + p_2^2 \end{cases} \Leftrightarrow R^2 + h_0^2 + 2Rh_0 = R^2 + p_1^2$$

$$(2) \Leftrightarrow R^2 + h_1^2 + 2Rh_1 = R^2 + p_2^2$$

$$(1) \rightarrow 2Rh_0 = p_1^2 \quad (h_0 \text{ petit, } h_0^2 \ll R)$$

$$(2) \rightarrow 2Rh_1 = p_2^2 \quad (h_1 \text{ petit, } h_1^2 \ll R)$$

$$(3) \rightarrow d = p_1 + p_2 = \sqrt{2Rh_0} + \sqrt{2Rh_1} = \sqrt{2R} (\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})$$

Cas de chaussée unidirectionnelle

$$h_0 = 1.10 \text{ m}$$

$$h_1 = \begin{cases} 0.15 \text{ m} \rightarrow C_1 \text{ et } C_2 \\ 0.20 \text{ m} \rightarrow C_3, C_4 \text{ et } C_5 \end{cases}$$

(Risque de collision contre un obstacle fixe)

$$\text{D'où } R_{v_{m_1}} = a d_1^2 \quad \begin{cases} a = \begin{cases} 0.24 \rightarrow C_1 \text{ et } C_2 \\ 0.2 \rightarrow C_3, C_4 \text{ et } C_5 \end{cases} \\ d_1 = \text{distance d'arrêt.} \end{cases}$$

Cas de chaussée bidirectionnelle

$$h_0 = 1.10 \text{ m}$$

$$h_1 = 1.20 \text{ m}$$

(Risque de collision entre deux (2) véhicules circulant au sens inverse)

$$d = d_m d = \text{distance de manœuvre de dépassement}$$

La condition de visibilité ne se pose pas, le rayon est imposé par la condition de confort pour éviter aux usagers le w de raquette

$$R'_{vm} = \frac{d_1^2}{1.5 + 0.035 d_1}$$

$$V_r \leq 80 \text{ km/h} \rightarrow C_1 \text{ et } C_2$$

$$V_r \leq 60 \text{ km/h} \rightarrow C_3, C_4 \text{ et } C_5$$

$$V_r \geq 80 \text{ km/h} \rightarrow C_1, C_2$$

$$V_r > 60 \text{ km/h} \rightarrow C_3, C_4 \text{ et } C_5$$

$$c = 0.30 \rightarrow C_1 - C_2$$

$$c = 0.23 \rightarrow C_3 - C_4 \text{ et } C_5$$

$d_1$ : distance d'arrêt

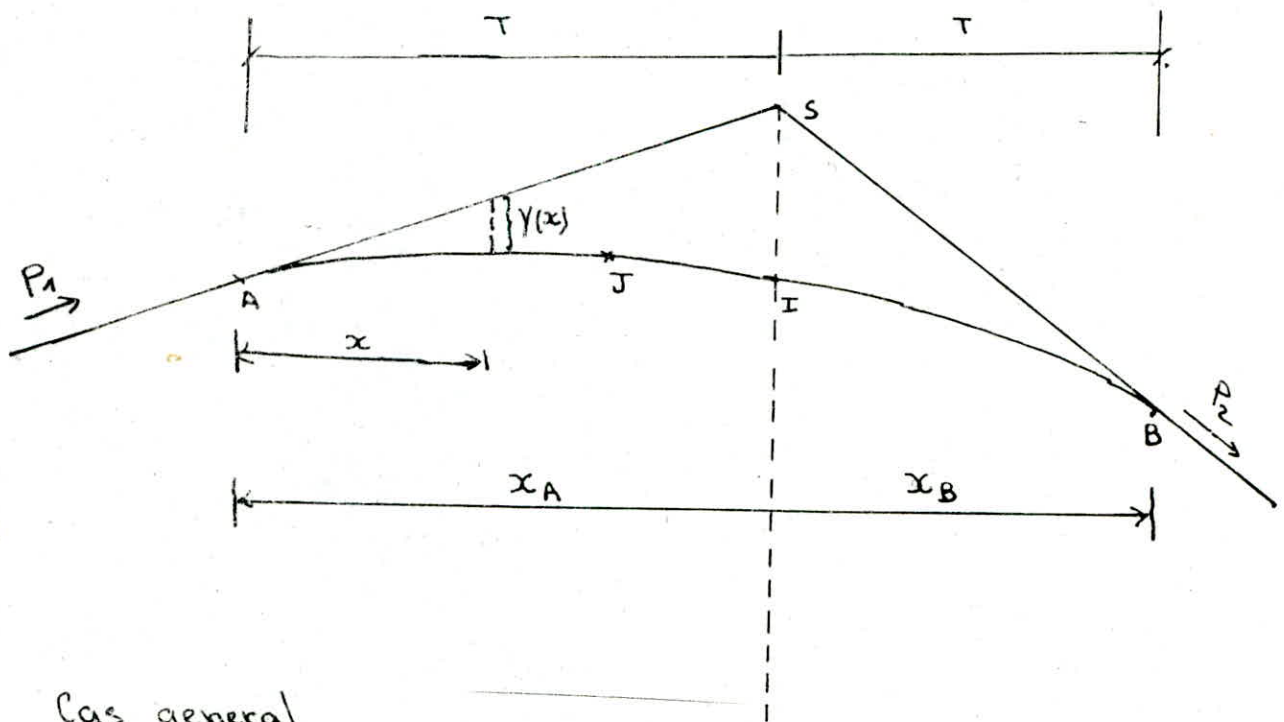
$$R'_{vm} = c V_r^2$$

### Détermination pratique du profil en long

Dans les études du projet, on assimile l'équation du cercle

$x^2 + y^2 - 2Ry = 0$  par l'équation de la parabole

$$x^2 - Ry = 0 \iff y = \frac{x^2}{2R}$$



Cas general

$$|x_A| = |x_B| = R \frac{(P_1 + P_2)}{2} \quad \text{Pentes de sens opposées}$$

$$|x_A| = |x_B| = R \frac{|P_1 - P_2|}{2} \quad \text{Pentes de même sens}$$

$$|y_A| = p_1 |x_A|$$

$$|y_B| = p_2 |x_B|$$

Calcul de la flèche SI

$$[SI] = y_I = \frac{y_A + y_B}{4}$$

$y_A$  et  $y_B$  sont prises avec leur signe (valeurs algébriques)

Calcul des coordonnées du point haut "J"

$$|x_J| = R \left| \frac{p - p'}{2} \right|$$

$$|y_J| = R \frac{pp'}{2}$$

La flèche se calcule de la manière suivante

$$SI = \frac{l^2}{2R}$$

Calcul de la flèche d'un point courant d'abscisse  $x$

$$y(x) = \frac{x^2}{2R}$$

### ) Détermination des altitudes projets

La méthode de calcul est la suivante

#### a) Sur un alignement

$$Z(x) = Z(T) + [PM(T) - PM(x)] \times p$$

( $p$ : pente prise avec son signe)

#### b) En courbe

$$Z(x) = Z(T) + [PM(T) - PM(x)] \times p \pm p_1$$

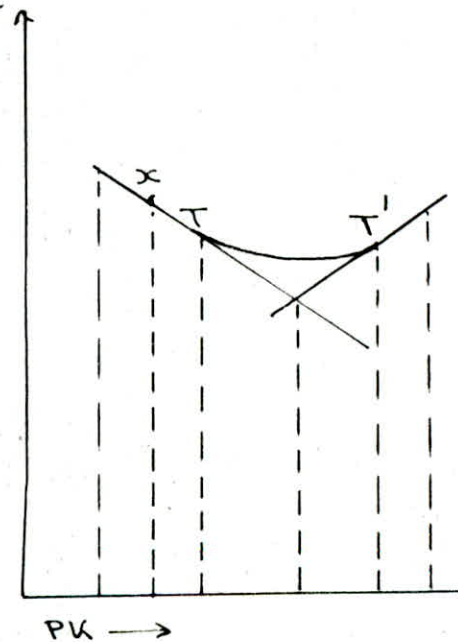
$$\text{avec } p_1 = \frac{[PM(T) - PM(x)]^2}{2R}$$

#### i) Cas d'un angle rentrant

$$Z(x) = Z(T) + [PM(T) - PM(x)] \times p + p_1$$

#### ii) Cas d'un angle saillant

$$Z(x) = Z(T) + [PM(T) - PM(x)] \times p - p_1$$



## Profil en long de la route (RN 41)

Profil en long de la route (RN 41) sur une distance de 1,6 km à partir du PN 00.000 au PN 1650.000

### 1) Calcul des pentes

$$P_1 = \frac{z(B) - z(A)}{PN(B) - PN(A)} = \frac{99.24 - 99.67}{109 - 0} = -0,3945\% \text{ pente}$$

$$P_2 = \frac{z(C) - z(B)}{PN(C) - PN(B)} = \frac{109.65 - 99.24}{241.75 - 109} = +1,29567\% \text{ rampe}$$

$$P_3 = \frac{z(D) - z(C)}{PN(D) - PN(C)} = \frac{109.65 - 100.96}{541.00 - 241.75} = +2,9147\% \text{ rampe}$$

$$P_4 = \frac{z(E) - z(D)}{PN(E) - PN(D)} = \frac{103.02 - 109.65}{706.25 - 540} = -3,9878\% \text{ pente}$$

$$P_5 = \frac{z(F) - z(E)}{PN(F) - PN(E)} = \frac{104.95 - 103.02}{961.40 - 706.25} = +0,756\% \text{ rampe}$$

$$P_6 = \frac{z(G) - z(F)}{PN(G) - PN(F)} = \frac{99.73 - 104.95}{1064.40 - 961.40} = -5,068\% \text{ pente}$$

$$P_7 = \frac{z(H) - z(G)}{PN(H) - PN(G)} = \frac{99.65 - 99.73}{1159.60 - 1064.40} = -0,084\% \text{ pente}$$

$$P_8 = \frac{z(I) - z(H)}{PN(I) - PN(H)} = \frac{102.47 - 99.65}{1326.10 - 1159.60} = 1,6037\% \text{ rampe}$$

$$P_9 = \frac{z(J) - z(I)}{PN(J) - PN(I)} = \frac{99.65 - 102.47}{1448.70 - 1326.10} = -2,3\% \text{ pente}$$

$$P_{10} = \frac{z(K) - z(J)}{PN(K) - PN(J)} = \frac{99.08 - 99.65}{1523.80 - 1448.70} = -0,755\% \text{ pente}$$

$$P_{11} = \frac{z(L) - z(K)}{PN(L) - PN(K)} = \frac{95.80 - 99.08}{1650.00 - 1523.80} = -2,5198\%$$

### 2) Calcul des tangentes et des fleches

En G angle rentrant avec rayon  $R_6 = 1500$

$$\text{Tangente } T_6 = R_6 \left| \frac{P_6 - P_7}{2} \right| = 1500 \left| \frac{5,068 - 0,084}{2 \cdot 100} \right| = 37,380$$

$$\text{Fleche } y_6 = \frac{T_6^2}{2 \cdot R_6} = \frac{(37,380)^2}{2 \cdot 1500} = 0,47$$

En H angle rentrant avec rayon  $R_7 = 3000$

$$\text{Tangente } T_7 = R_7 \left( \frac{P_7 + P_8}{2} \right) = 3000 \left( \frac{0,084 + 1,6937}{2 \cdot 100} \right) = 26,6$$

$$\text{Fleche } y_7 = \frac{T_7^2}{2 \cdot R_7} = \frac{(26,66)^2}{2 \cdot 3000} = 0,12$$

En I angle saillant avec rayon  $R_8 = 1500$

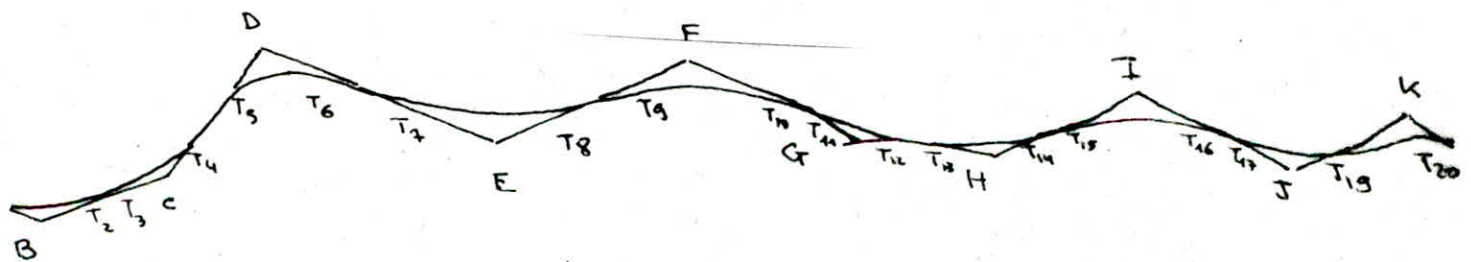
$$\text{Tangente } T_8 = R_8 \left( \frac{P_8 + P_9}{2} \right) = 1500 \left( \frac{1,6937 + 2,3}{2 \cdot 100} \right) = 29,95$$

$$\text{Fleche } y_8 = \frac{T_8^2}{2 \cdot R_8} = \frac{(29,954)^2}{2 \cdot 1500} = 0,3$$

En J angle rentrant avec rayon  $R_9 = 3000$

$$\text{Tangente } T_9 = R_9 \left| \frac{P_9 - P_{10}}{2} \right| = 3000 \left| \frac{2,3 - 0,799}{2 \cdot 100} \right| = 23,11$$

$$\text{Fleche } y_9 = \frac{T_9^2}{2 \cdot R_9} = \frac{(23,11)^2}{2 \cdot 3000} = 0,09$$



En K angle saillant avec rayon  $R_{10} = 3000$

$$\text{Tangente } T_{10} = 37,28$$

$$\text{Flèche } y_{10} = \frac{T_{10}^2}{2 \cdot R_{10}} = 52,28$$

### Calcul des altitudes des points tangents

$$Z(T_1) = Z(B) + [PM(T_1) - PM(B)] \times P_1 = 99,24 + [90,00 - 109,00] \times \frac{-0,3945}{100} = 99,32$$

$$Z(T_2) = Z(B) + [PM(T_2) - PM(B)] \times P_2 = 99,24 + [120,00 - 109,00] \times \frac{1,2956}{100} = 99,42$$

$$Z(T_3) = Z(C) + [PM(T_3) - PM(C)] \times P_2 = 100,96 + [210,00 - 241,75] \times \frac{1,2956}{100} = 100,55$$

$$Z(T_4) = Z(C) + [PM(T_4) - PM(C)] \times P_3 = 100,96 + [270,00 - 241,75] \times \frac{2,9147}{100} = 101,78$$

$$Z(T_5) = Z(C) + [PM(T_5) - PM(C)] \times P_3 = 100,96 + [480,00 - 241,75] \times \frac{2,9147}{100} = 107,88$$

$$Z(T_6) = Z(D) + [PM(T_6) - PM(D)] \times P_4 = 109,65 + [540,00 - 600,00] \times \frac{-3,9878}{100} = 107,20$$

$$Z(T_7) = Z(E) + [PM(T_7) - PM(E)] \times P_4 = 103,02 + [840,00 - 706,25] \times \frac{-3,9878}{100} = 104,86$$

$$Z(T_8) = Z(E) + [PM(T_8) - PM(E)] \times P_5 = 103,02 + [840,00 - 706,25] \times \frac{0,756}{100} = 104,03$$

$$Z(T_9) = Z(E) + [PM(T_9) - PM(E)] \times P_5 = 103,02 + [870,00 - 706,25] \times \frac{0,756}{100} = 104,25$$

$$Z(T_{10}) = Z(F) + [PM(T_{10}) - PM(F)] \times P_6 = 104,95 + [1020,00 - 961,40] \times \frac{-5,068}{100} = 101,9$$

$$Z(T_{11}) = Z(G) + [PM(T_{11}) - PM(G)] \times P_6 = 99,73 + [1050,00 - 1064,40] \times \frac{-5,068}{100} = 100,4$$

$$Z(T_{12}) = Z(G) + [PM(T_{12}) - PM(G)] \times P_7 = 99,73 + [1080,00 - 1064,40] \times \frac{0,084}{100} = 99,07$$

$$Z(T_{13}) = Z(H) + [PM(T_{13}) - PM(H)] \times P_7 = 99,65 + [1120,00 - 1159,60] \times \frac{-0,084}{100} = 100,2$$

$$Z(T_{14}) = Z(H) + [PM(T_{14}) - PM(H)] \times P_8 = 99,65 + [1200,00 - 1159,60] \times \frac{1,6937}{100} = 100,7$$

$$Z(T_{15}) = Z(H) + [PM(T_{15}) - PM(H)] \times P_8 = 99,65 + [1290,00 - 1159,60] \times \frac{1,6937}{100} = 104,1$$

$$Z(T_{16}) = Z(I) + [PM(T_{16}) - PM(I)] \times P_9 = 102,47 + [1350,00 - 1326,00] \times \frac{2,3}{100} = 101,9$$

$$Z(T_{17}) = Z(J) + [PM(T_{17}) - PM(J)] \times P_9 = 99,65 + [1410,00 - 1448,7] \times \frac{-2,3}{100} = 100,7$$

$$Z(T_{18}) = Z(J) + [PM(T_{18}) - PM(J)] \times P_{10} = 99,65 + [1470,00 - 1448,7] \times \frac{-0,759}{100} = 99,8$$

$$Z(T_{19}) = Z(K) + [PM(T_{19}) - PM(K)] \times P_{10} = 99,08 + [1523,80 - 1500,00] \times \frac{0,759}{100} = 99,18$$

$$Z(T_{20}) = Z(K) + [PM(T_{20}) - PM(K)] \times P_{11} = 99,08 + [1523,80 - 1560,00] \times \frac{-2,518}{100} = 98,17$$

$$Z(T_{20}) = 98,17$$

### Cotes projets des points du profil en long de la route (RN41)

Nous allons donner quelques exemples de calcul des

cotes projets, les autres resultats seront regroupés dans des tableaux

$$Z(1) = Z(T_1) + [PM(T_1) - PN(1)] \times P_1$$

$$Z(1) = 99.32 + [90.00 - 00] \times \frac{0.3945}{100} = 99.62$$

$$Z(2) = Z(T_1) + [PM(T_1) - PN(2)] \times P_1 \quad 99.32 +$$

$$Z(2) = 99.32 + [90.00 - 30.00] \times \frac{0.3945}{100} = 99.55$$

$$Z(3) = Z(T_1) + [PN(T_1) - PN(T_3)] \times P_1$$

$$Z(3) = 99.32 + [90.00 - 60.00] \times \frac{0.3945}{100} = 99.43$$

# TABLEAUX DES COTES PROJETS DES POINTS DU PROFIL EN LONG DE LA ROUTE

| N° Profil | P.M    | Alt. Projet |
|-----------|--------|-------------|
| 1         | 0.00   | 99.67       |
| 2         | 30.00  | 99.55       |
| 3         | 60.00  | 99.43       |
| 4         | 90.00  | 99.32       |
| 5         | 120.00 | 99.42       |
| 6         | 150.00 | 99.77       |
| 7         | 180.00 | 100.16      |
| 8         | 210.00 | 100.55      |
| 9         | 240.00 | 101.03      |
| 10        | 270.00 | 101.78      |
| 11        | 300.00 | 102.65      |
| 12        | 330.00 | 103.53      |
| 13        | 360.00 | 104.40      |
| 14        | 390.00 | 105.28      |
| 15        | 420.00 | 106.15      |
| 16        | 450.00 | 107.02      |
| 17        | 480.00 | 107.88      |
| 18        | 510.00 | 108.40      |
| 19        | 540.00 | 108.46      |
| 20        | 570.00 | 108.08      |
| 21        | 600.00 | 107.24      |
| 22        | 630.00 | 106.06      |
| 23        | 660.00 | 104.97      |
| 24        | 690.00 | 104.17      |
| 25        | 720.00 | 103.67      |
| 26        | 750.00 | 103.48      |
| 27        | 780.00 | 103.58      |
| 28        | 810.00 | 103.81      |

| N° Profil | P.M.    | Alt. Projet |
|-----------|---------|-------------|
| 29        | 840.00  | 104.03      |
| 30        | 870.00  | 104.26      |
| 31        | 900.00  | 104.51      |
| 32        | 930.00  | 104.53      |
| 33        | 960.00  | 104.13      |
| 34        | 990.00  | 103.28      |
| 35        | 1020.00 | 101.98      |
| 36        | 1050.00 | 100.63      |
| 37        | 1080.00 | 99.88       |
| 38        | 1110.00 | 99.69       |
| 39        | 1140.00 | 99.67       |
| 40        | 1170.00 | 99.87       |
| 41        | 1200.00 | 100.33      |
| 42        | 1230.00 | 100.84      |
| 43        | 1260.00 | 101.35      |
| 44        | 1290.00 | 101.86      |
| 45        | 1320.00 | 102.17      |
| 46        | 1350.00 | 101.91      |
| 47        | 1380.00 | 101.23      |
| 48        | 1410.00 | 100.54      |
| 49        | 1440.00 | 99.88       |
| 50        | 1470.00 | 99.48       |
| 51        | 1500.00 | 99.26       |
| 52        | 1530.00 | 98.85       |
| 53        | 1560.00 | 98.17       |
| 54        | 1590.00 | 97.41       |
| 55        | 1620.00 | 96.66       |
| 56        | 1650.00 | 95.90       |



---

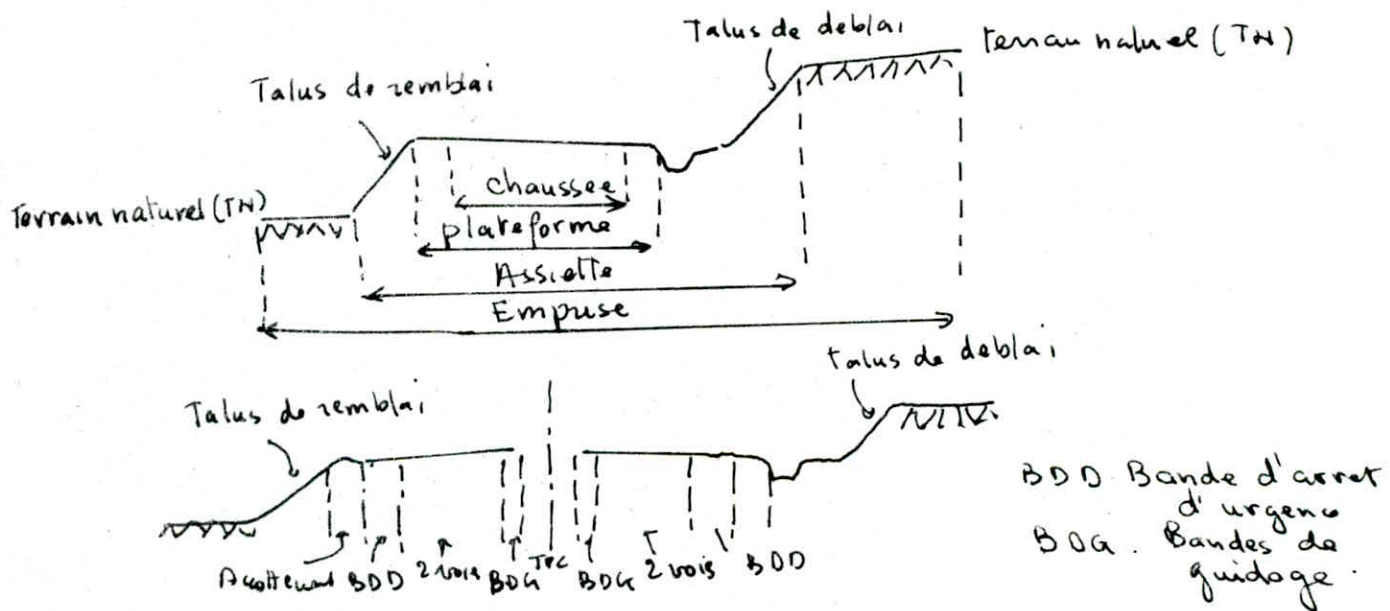
PROFIL EN TRAVERS

# PROFIL EN TRAVERS

## Definition

Les profils en travers sont des coupes transversales menées selon des plans verticaux perpendiculaires à l'axe de la route projetée. Pour déterminer un bon profil en travers, il faut connaître la capacité de trafic de la voie et prévoir le trafic futur. Cette détermination est influencée par deux variables : prix de revient de l'ouvrage et coût de l'exploitation.

## Présentation



## Definition de quelques mots du profil en travers

Emprise : Surface du terrain

Assiette : Surface du terrain occupée par la route limitée par l'intersection du terrain naturel, des talus de remblais ou de déblais et de la surface des ouvrages indispensables à la route

Plateforme : Surface de la route qui comprend la chaussée, les accotements ou encore les terres pleines

## Introduction

Les caractéristiques du tracé en plan et du profil en long dépendent principalement de la vitesse de référence adoptée pour les véhicules lourds et légers.

La largeur de la chaussée quand - à elle est fonction de l'importance et l'hétérogénéité du trafic à écouler. La détermination du profil en travers constitue le problème de la "capacité des routes" Il comporte la détermination de la largeur des voies et du nombre de voies.

### Capacité (en u.v.p/h)

La capacité est le nombre maximum de véhicules qui peuvent raisonnablement passer pendant une (1) heure sur une section donnée d'une voie ou d'une chaussée dans une direction ou dans les deux directions pour une route de 2 ou 3 voies avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres.

### Dimensionnement de la route

#### Taux d'accroissement - $\gamma$ -

Pour le parc automobile, au 1<sup>er</sup> janvier 1974 on comptait 439 000 véhicules dont 259 000 véhicules particuliers, alors qu'au 1<sup>er</sup> janvier 1984, on comptait 817 000 véhicules dont 378 000 véhicules particuliers dont le taux d'accroissement sera

$$\gamma = \frac{817000 - 439000}{439000} = 0,86 \quad \text{d'où} \quad 8,6 \% \text{ par}$$

### Choix du nombre de voies

Le choix du nombre de voies en profil en travers résulte de la composition entre le débit admissible et le trafic prévisible à la dixième année d'exploitation.

Le dimensionnement se fait à partir du débit horaire de pointe normal. Pour l'année 1985 on estime le

Trafic moyen journalier a 14388 v/j. Considérant que la date de mise en service.

l'année 1989, on obtient donc le trafic moyen journalier pour 1989 par la formule suivante :

$$TMJA(1989) = (1 + 5)^4 TMJA(1985) = 20012$$

$$T_0 = 20012 \text{ v/j} = TMJA \text{ à l'année origine c'est-à-dire 1985}$$

Calcul du TMJA à la 10<sup>ème</sup> année d'exploitation

La formule qui donne le TMJA à l'année n est:

$$T_n = T_0 (1 + 5)^n$$

$T_0$  : TMJA à l'année origine c'est-à-dire 1985

5 : taux d'accroissement annuel

n : nombre d'années à partir de l'année origine

Bonnes:  $T_0 = 20012$

$$5 = 8,6\%$$

$$\% PL = 10\%$$

A.N

$$T_n = T_0 (1 + 5)^n$$

$$T_{10} = 20012 (1 + 0,086)^{10} = 45662$$

Dans ce TMJA = 45662 v/j figure un pourcentage de poids lourds  $\% PL = 10$

La formule donnant le trafic effectif

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 3) + p(3)] T_0 (1 + 5)^n$$

$T_{\text{eff}}$  : trafic futur à l'année horizon exprimé en u.v.p/j

3 : % de poids lourds

p : coefficient d'équivalence donné en fonction de la nature du terrain

p = 2 terrain plat

p = 4 terrain vallonné

p = 10 terrain montagneux

Dans notre cas on prend  $p=4$

A.N.

$$T_{eff} = [(1-p) + p \cdot z] T_0 (1+r)^{10}$$

$$T_{eff} = [(1-0,1) + 4(0,1)] 45662 = 59361$$

Determination du débit de pointe horaire normal

le débit de pointe horaire normal est donné par la formule suivante :

$$Q = \frac{1}{n} T \quad \text{avec } \frac{1}{n} = 0,12 \text{ paramètre fondamental}$$

$T = \text{trafic à l'année horizon}$

$$Q = 0,12 \times 59361 = 7123$$

Calcul du débit admissible

le débit admissible est donné par la formule suivante

$$d = k c \quad \text{avec } k = 0,85 \text{ (environnement } E_2)$$

$$c = 1500 \text{ uvp/h par voie pour une route}$$

$$d = 0,85 \times 1500 = 1275 \text{ uvp/h}$$

Calcul du nombre de voie

le nombre de voies est déterminé par la formule suivante

$$N = \frac{S \cdot Q}{d} = \frac{\frac{2}{3} \times 7123}{1275} = 3,72 \quad (S = \frac{2}{3} \text{ coefficient})$$

Donc la route comporte  $2 \times 2$  voies séparées par un terre plein central de 2,50m

DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

# CONSTRUCTION DE LA CHAUSSEE

## Introduction aux chaussées souples

Une chaussée souple est constituée par des couches superposées de matériaux au sein desquelles la répartition des charges se fait par le mécanisme classique des distributions des contraintes dans le sol.

La composition du corps de chaussée :

en partant du haut on distingue :

- Couche de surface { couche de roulement (enrobé dense ou béton bitumineux)  
couche de liaison (enrobé semi-denses)

Elle sert de couche protectrice de la couche de base, elle résiste au cisaillement et encaisse les efforts horizontaux

- Corps de chaussée { - couche de base (grave concassée G.C ou grave bitume G.B)  
- couche de fondation (grave concassée (G.C) ou T.V.O) et éventuellement les sous-couches

- Sous couches { anticontaminante (remontées d'argile)  
anticapillaire (remontées d'eau)  
Drainante (Drainage des eaux)  
anti-gel (lutter contre le gel)

Couche de forme: constituée de matériaux sélectionnés, elle sert à remplacer le sol naturel et s'étend sur toute la plateforme.

Couche de base: Elle supporte des efforts de cisaillement, des efforts dynamiques importants. Elle doit être pratiquement insensible à l'eau

Couche de fondation: La couche de fondation joue le rôle de répartition des pressions sur le sol de fondation. Elle est surtout soumise à des contraintes de compression

## Calcul des épaisseurs des couches

La rupture de la chaussée fait intervenir simultanément :

- le trafic : charge par roue, pression de gonflage, répétition des chocs
- le sol : caractérisé par des données géotechniques
- les matériaux : épaisseur et caractéristiques des diverses couches de la chaussée

Pour la détermination de l'épaisseur de la chaussée nous avons utilisé trois (3) méthodes

1 - La méthode C.B.R

2 - la méthode Rappaport

3 - la méthode du catalogue des structures du L.P.C

En général ces méthodes tiennent compte :

Des qualités mécaniques et de la sensibilité à l'eau du sol de fondation caractérisé par un essai empirique

Des qualités mécaniques des couches de la chaussée, soit en ce qui concerne leur aptitude à supporter les charges, soit en ce qui concerne leur aptitude à les répartir

### Méthode C. B. R

Cette méthode est purement empirique basée sur l'essai C.B.R qui est universellement employé pour apprécier la résistance d'un sol de fondation. La méthode C.B.R fait intervenir en première approximation que les propriétés du sol de fonda

$$e = \frac{100 + \sqrt{P(150)}}{I + 5}$$

e : épaisseur de la chaussée (cm)

P : charge maximale par roue (6,5

I : indice C. B. R

Il existe une formule approchée tenant compte du trafic routier pour le dimensionnement



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

e : épaisseur totale (cm)

N : nombre moyen journalier de camions de plus de 1,5t à ind

P : charge / roue P = 6,5t (essieu)

Suivant la disponibilité des matériaux, on convertit l'épaisseur en la divisant par les coefficient d'équivalence

| Matériaux utilisés                       | Coeff. d'équivalence |
|--|----------------------|
| Beton bitumineux enrobé dense            | 2                    |
| Grave ciment, laitier 0/60 faisant prise | 1,5                  |
| Grave bitume                             | 1,5                  |
| Sable ciment                             | 1 à 1,2              |
| Couche de base (grave concassée)         | 1                    |
| Grave roulée ou sableuse                 | 0,75                 |
| Tout Venant T.V.O                        | 0,75                 |

### Dimensionnement de la chaussée

Données:  $T_0 = 10006 \text{ v/h}$  : Trafic à la date de mise en service de la route

$$Z = \% PL = 10\%$$

le nombre de poids lourds à la 1<sup>re</sup> année de mise en service

$$\frac{10006 \times 10}{100} = 1000 \text{ PL/j}$$

le taux d'accroissement est de: 8,6%

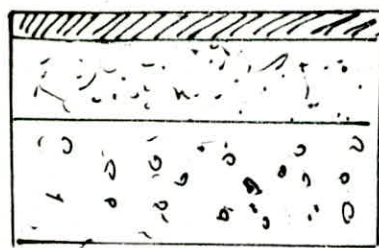
le nombre de poids lourds à la 10<sup>ème</sup> année d'exploitation

$$N = 1000 (1 + 0,086)^{10} = 2281 \text{ PL/j}$$

le C.B.R étant égal à 10 (Résultat donné par SONATRO)

$$\text{d'où } e = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log N/10)}{I + 5} = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{2281}{10})}{10 + 5}$$

$$e = 39,45 \text{ cm}$$

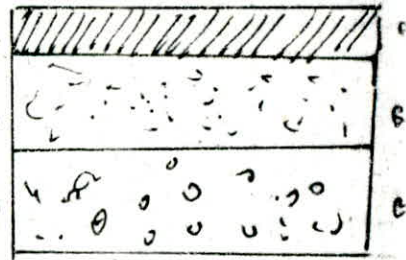


$$5 \text{ cm BB} \times 2 = 12$$

$$14 \text{ cm GB} \times 1,5 = 21$$

$$20 \text{ cm GC} \times 1 = 20$$

épaisseur réelle



épaisseur équivalente

Méthode du catalogue des structures du L C P C (Laboratoire central des ponts et chaussées de PARIS)

La méthode est basée sur la connaissance :

- du trafic cumulé de poids lourds à la 20<sup>ème</sup> année
- des caractéristiques du sol

Classe du sol

La méthode des catalogues des structures prévoit la détermination de la classe  $S_3$  qui est déduite des résultats géotechniques des conditions climatiques et la qualité du drainage.

Catégorie de sol

| Catégorie | Indice C.B.R à 100%<br>de densité maxi Proctor modifié |
|-----------|--|
| $S_1$     | 25 à 40  |
| $S_2$     | 10 à 25  |
| $S_3$     | 5 à 10   |
| $S_4$     | < 5  |

## Classement du trafic suivant le catalogue

| Classement du Trafic | Trafic PL cumulé sur 20 ans       |
|----------------------|-----------------------------------|
| $T_1$                | $< 7.3 \cdot 10^5$                |
| $T_2$                | $7.3 \cdot 10^5 < < 2 \cdot 10^6$ |
| $T_3$                | $2 \cdot 10^6 < < 7.3 \cdot 10^6$ |
| $T_4$                | $7.3 \cdot 10^6 < < 4 \cdot 10^7$ |
| $T_5$                | $> 4 \cdot 10^7$                  |

A la 1<sup>re</sup> année de mise en service nous avons  $TMJA = 10006 \text{ PL/j}$   
 dans ce  $TMJA$  figure un pourcentage de Poids lourds  $\leq 2\% \text{ PL} < 10^6$ ,  
 le nombre de poids lourds à la 1<sup>re</sup> année de mise en service est

$$T_0 = \frac{10}{100} \times 10006 = 1006 \text{ PL/j}$$

le trafic de poids lourds cumulés à la 20<sup>ème</sup> année  
 est donné par la formule suivante

$$T_c = T_0 \frac{1 - (1+t)^{n+1}}{1 - (1+t)} \times 365$$

A.N

$$t = \text{taux d'accroissement} = 0,086$$

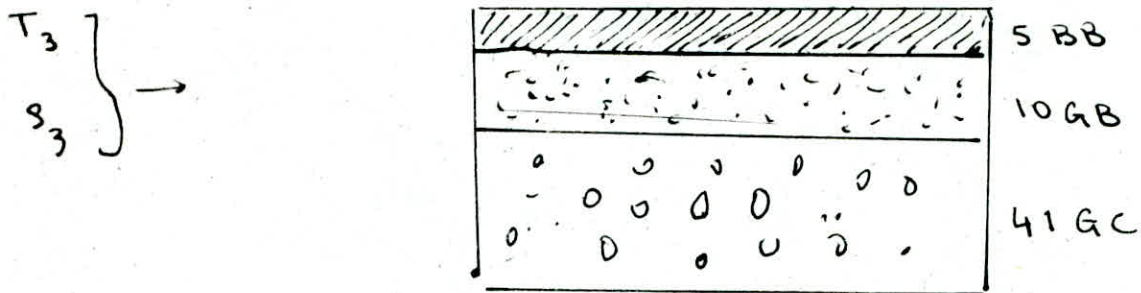
$$n = 20$$

$$T_0 = 1006 \text{ PL/j}$$

$$T_c = 1006 \frac{1 - (1+0,086)^{21}}{1 - (0,086)} = 2,19245 \cdot 10^6$$

Suivant le classement du trafic donné par le catalogue des structures, notre trafic sera classé suivant le trafic  $T_3$

D'après le catalogue des structures, connaissant la classe du sol :  $S_3$  puisque le C.B.R. étant égal à 10, et le trafic  $T_3$ , nous adoptons la structure suivante



Pour notre projet, on choisira la structure donnée par la methode C.B.R en raison de la disponibilité des matériaux composants la chaussée

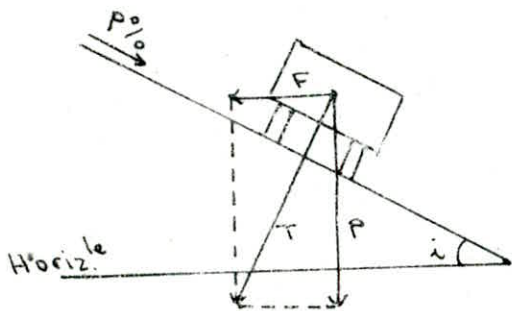
Calcul des devers

# CALCUL DES DEVERS

## Les raccordements progressifs

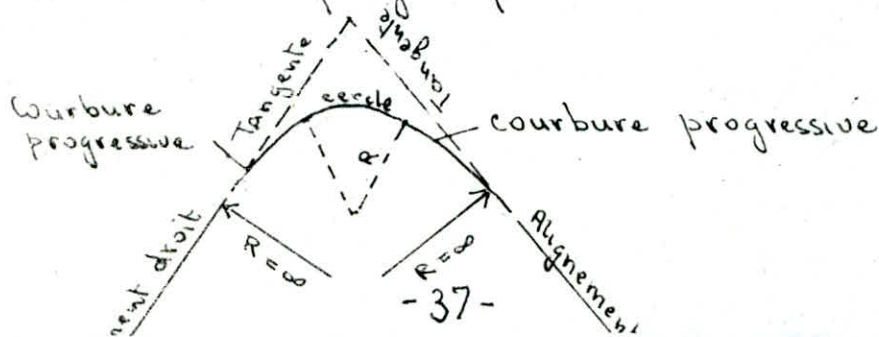
Une route est une suite d'alignements raccordés par des courbes. Chacun de leurs tracés doit obéir à des caractéristiques techniques établies selon la catégorie à laquelle il appartient.

Un véhicule se déplaçant dans un virage est soumis à plusieurs forces dont son poids ( $P$ ) et sa force centrifuge ( $F$ ). La direction de la force résultante ( $T$ ) doit être le plus proche possible de la perpendiculaire à la surface de la route, d'où la nécessité de l'incliner transversalement d'un angle ( $i$ ) par rapport à l'horizontale. Cette inclinaison ( $i$ ) représente le devers ( $p$ ) exprimé le plus souvent en pourcentage.



Pratiquement, les devers n'excèdent pas 7% pour les routes nationales (sauf en zone de montagne) et 6,5% pour les autoroutes.

On ne peut pas passer directement du profil normal en toit en alignement au devers maximum en début de courbe circulaire. Le devers reste constant sur toute la partie circulaire. Cette partie de raccordement sur laquelle le devers va croissant doit permettre d'introduire progressivement les changements d'équilibre subis par le véhicule. Ceci n'est possible que si le raccordement est progressif.



## Passage du profil normal en bit au profil en devers



La pente transversale minimale requise ( $P_1$ ) pour des raisons d'assainissement est de l'ordre de 2,5%, la pente maximale dans les courbes circulaires est de 6%. Les pentes transversales requises dans les courbes circulaires à rayon différents sont à prélever dans le tableau des paramètres fondamentaux des pavés routiers en fonction de la vitesse de référence.

On estime, pour des questions de confort (Vitesse de roulis) que la variation du devers doit être inférieure à 2% par seconde

Pour 1% de variation de devers, les longueurs de raccordement sont ainsi les suivantes

|   |      |     |    |     |     |
|---|------|-----|----|-----|-----|
| Vitesse de référence (km/h)                 | 120  | 100 | 80 | 60  | 40  |
| Longueur pour une variation de 1% du devers | 16,5 | 14  | 11 | 8,5 | 5,5 |

### Calcul du devers

le devers maximum ( $p$ ) est donné par la formule suivante:

$$p\% = 7 \cdot \frac{RND_m - R_m}{RND_m - RMA_m}$$

avec  $RND_m$  = Rayon non deversé (devers = 0) en mètre  
 $RMA_m$  = Rayon minimal absolu avec un devers de 7%  
 $R_m$  = Rayon en mètre

Longueur minimale ( $L_{min}$ ) de raccordement

d'introduction du dévers, on tient compte de la plus grande variation de dévers  $\Delta d = |I\% - p\%|$  avec  $I\%$  pente transversale en alignement droit et  $p\%$  : pente transversale en courbe circulaire.

La longueur minimale ( $L_{min}$ ) de raccordement pour l'introduction du dévers a été évaluée d'après les Normes Françaises à

$$L_{min} = \frac{5}{36} \Delta d V_r$$

$\Delta d$  : variation de dévers

$V_r$  : Vitesse de référence

### Calcul des dévers

PM 00.000 au PM 208.534

Arc de cercle de rayon  $R = 250$  dont le dévers est de  $5\%$  et est constant sur tout l'arc de cercle (la valeur de  $5\%$  a été prélevé du tableau des paramètres fondamentaux des projets routiers en fonction de la vitesse de référence  $V_r$  égale à  $80 \text{ km/h}$  et de  $R = 250$ )

PM 208.534 au PM 266.134

clothoïde de paramètre  $A = 180$  dont le dévers varie de  $5\%$  (fin de l'arc de cercle) jusqu'à  $-2,5\%$  (sur l'alignement droit) sur la longueur suivante:

$$L = 266,134 - 208,534 = 57,6$$

$$\text{différence des dévers } \Delta d = 5\% - (-2,5\%) = 7,5\%$$

longueur minimale ( $L_{min}$ ) de raccordement

$$L_{min} = \frac{5}{36} \Delta d V_r = \frac{5}{36} (7,5) 80 = 83,33$$

La longueur minimale de raccordement ( $L_{min}$ ) est plus grande que la longueur  $L$  de la clothoïde ( $L_{min} > L$ )



donc le devers continuera de varier pour atteindre  $-2,5\%$  sur la longueur de l'alignement droit suivant

$$83,33 - 57,6 = 25,73$$

le devers sera calculé de 5m en 5m sur la longueur de raccordement : 83,33

|            |   |
|------------|---|
| PM 208.534 | $d = 5\%$   |
| PM 210.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 81,864 - 2,5 = 4,86$  |
| PM 215.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 76,864 - 2,5 = 4,41$  |
| PM 220.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 71,864 - 2,5 = 3,97$  |
| PM 225.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 66,864 - 2,5 = 3,52$  |
| PM 230.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 61,864 - 2,5 = 3,07$  |
| PM 235.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 56,864 - 2,5 = 2,62$  |
| PM 240.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 51,864 - 2,5 = 2,17$  |
| PM 245.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 46,864 - 2,5 = 1,72$  |
| PM 250.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 41,864 - 2,5 = 1,26$  |
| PM 255.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 36,864 - 2,5 = 0,82$  |
| PM 260.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 31,864 - 2,5 = 0,37$  |
| PM 265.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 26,864 - 2,5 = -0,08$ |
| PM 266.134 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 25,73 - 2,5 = -0,18$  |

PM 266.134 au PM 306.410

le devers sera calculé de 5m en 5m sur la longueur de raccordement prise sur l'alignement droit : 25,73

|            |   |
|------------|---|
| PM 266.134 | $d = -0,18$   |
| PM 270.039 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 21,864 - 2,5 = -0,53$ |
| PM 275.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 16,864 - 2,5 = -0,98$ |
| PM 280.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 11,864 - 2,5 = -1,43$ |
| PM 285.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 6,864 - 2,5 = -1,88$  |

PM 360.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 53,59 - 2,5 = 1,84$$

PM 365.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 58,59 - 2,5 = 2,24$$

PM 370.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 63,59 - 2,5 = 2,65$$

PM 375.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 68,59 - 2,5 = 3,05$$

PM 380.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 73,59 - 2,5 = 3,46$$

PM 385.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 78,59 - 2,5 = 3,86$$

PM 390.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 83,59 - 2,5 = 4,27$$

PM 395.000

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 88,59 - 2,5 = 4,68$$

PM 398.981

$$d = \frac{7,5}{92,571} \times 92,571 - 2,5 = 5\%$$

PM 398.981 au PM 517.919

Arc de cercle de rayon  $R = 350$  dont le devers est de  $5\%$  et est constant sur tout l'arc de cercle ( la valeur de  $5\%$  a été prelevé du tableau des parametres fondamentaux des projets routiers) en fonction de la vitesse de reference  $V_r$  egale à  $80 \text{ km/h}$  et de  $R = 350$ )

PM 517.919 au PM 610.390

Clothoïde de parametre  $A = 180$  dont le devers varie de  $5\%$  (extremite de l'arc de cercle) à  $-2,5\%$  (debut de l'alignement droit) sur la longueur suivante

$$L = 610.390 - 517.919 = 92,471$$

différence de devers :  $\Delta d = 5\% - (-2,5\%) = 7,5\%$

Longueur minimale de raccordement  $L_{\min}$ .

$$L_{\min} = \frac{5}{36} \Delta d V_r = \frac{5}{36} (7,5) 80 = 83,33$$

le devers sera calculé de  $5 \text{ m}$  en  $5 \text{ m}$  sur la longueur de raccordement suivante :  $92,471$

PM 517.919

$$d = 5\%$$

PM 520.000

$$d = \frac{7,5}{92,471} \times 90,39 - 2,5 = 4,83$$

PM 1095.638 au PM 1166.272

PM 1095.638  $d = -1,41$

PM 1100.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 17,06 - 2,5 = -0,96$

PM 1105.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 22,06 - 2,5 = -0,51$

PM 1110.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 27,06 - 2,5 = -0,06$

PM 1115.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 32,06 - 2,5 = +0,39$

PM 1120.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 37,06 - 2,5 = 0,84$

PM 1125.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 42,06 - 2,5 = 1,26$

PM 1130.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 47,06 - 2,5 = 1,73$

PM 1135.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 52,06 - 2,5 = 2,19$

PM 1140.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 57,06 - 2,5 = 2,64$

PM 1145.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 62,06 - 2,5 = 3,08$

PM 1150.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 67,06 - 2,5 = 3,54$

PM 1155.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 72,06 - 2,5 = 3,99$

PM 1160.000  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 77,06 - 2,5 = 4,43$

PM 1166.272  $d = \frac{7,5}{83,33} \times 83,33 - 2,5 = 5,0\%$

PM 1166.272. au PM 1236.906

la variation de devers de 5% à -2,5% s'effectue

sur une longueur  $L_{\min} = \frac{5}{36} \Delta d$  et  $V_r = \frac{5}{36} (7,5) 80 = 83,33$

qui est supérieur à la longueur de la cloche de

$L = 1236.906 - 1166.272 = 70,634$  donc la variation

des devers s'effectuera sur une distance de l'alignement droit = 127

|             |   |
|-------------|---|
| PM 1166.712 | $d = 5\%$   |
| PM 1170.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 79,602 - 2,5 = 4,66$  |
| PM 1175.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 74,602 - 2,5 = 4,21$  |
| PM 1180.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 69,602 - 2,5 = 3,76$  |
| PM 1185.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 64,602 - 2,5 = 3,31$  |
| PM 1190.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 59,602 - 2,5 = 2,86$  |
| PM 1195.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 54,602 - 2,5 = 2,41$  |
| PM 1200.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 49,602 - 2,5 = 1,96$  |
| PM 1205.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 44,602 - 2,5 = 1,51$  |
| PM 1210.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 39,602 - 2,5 = 1,06$  |
| PM 1215.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 34,602 - 2,5 = 0,61$  |
| PM 1220.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 29,602 - 2,5 = 0,16$  |
| PM 1225.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 24,602 - 2,5 = -0,28$ |
| PM 1230.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 19,602 - 2,5 = -0,73$ |
| PM 1236.906 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 12,696 - 2,5 = -1,35$ |

PM 1236.906. au PM 1294.903

Alignement droit, dont au debut une partie a servi a la variation de dévers sur une distance de 12,69

|             |   |
|-------------|---|
| PM 1236.906 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 12,696 - 2,5 = -1,35$ |
| PM 1240.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 9,602 - 2,5 = -1,63$  |
| PM 1245.000 | $d = \frac{7,5}{83,33} \times 4,602 - 2,5 = -2,08$  |
| PM 1249.602 | $d = -2,5$  |

PM 1249.602 au PM 1294.903

Alignement droit dont le devers varie de  $-2,5\%$  à  $5\%$   
sur une distance de 45.301 jusqu'au début de l'arc  
de cercle de rayon  $R=180$ . la longueur minimale  
de raccordement est de  $\frac{5}{36} \Delta d U_r = \frac{5}{36} (7,5) 60 = 62,5$   
une partie de variation des devers sera prise sur le  
cercle.

PM 1249.602

$$d = -2,5$$

PM 1250.802

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 0,398 - 2,5 = -2,45$$

PM 1255.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 5,398 - 2,5 = -1,85$$

PM 1260.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 10,398 - 2,5 = -1,25$$

PM 1265.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 15,398 - 2,5 = -0,65$$

PM 1270.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 20,398 - 2,5 = -0,05$$

PM 1275.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 25,398 - 2,5 = +0,54$$

PM 1280.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 30,398 - 2,5 = 1,14$$

PM 1285.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 35,398 - 2,5 = 1,74$$

PM 1290.000

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 40,398 - 2,5 = 2,34$$

PM 1294.903

$$d = \frac{7,5}{62,5} \times 45,301 - 2,5 = 2,93$$

PM 1294.903 au PM 1361.803

ARC de cercle de rayon  $R=180$  dont le devers  
varie sur une distance de 17,2 puis reste constant  
jusqu'au PM 1308.303 sur une distance de 14,40m

du PN 1309.303 au PN 1361.803, variation du devers de 5% jusqu'à la valeur déterminée ci-après :  
 sur une distance de 52,5 qui est inférieure à la longueur minimale de raccordement : 62,5 donc la variation de devers continuera sur une distance de 10 m. de l'alignement droit.

|             |  |
|-------------|--|
| PN 1309.303 | $d = 5\%$  |
| PN 1310.603 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 61,8 - 2,5 = 4,51$  |
| PN 1315.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 56,8 - 2,5 = 4,31$  |
| PN 1320.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 51,8 - 2,5 = 3,71$  |
| PN 1325.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 46,8 - 2,5 = 3,12$  |
| PN 1330.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 41,8 - 2,5 = 2,51$  |
| PN 1335.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 36,8 - 2,5 = 1,92$  |
| PN 1340.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 31,8 - 2,5 = 1,32$  |
| PN 1345.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 26,8 - 2,5 = 0,72$  |
| PN 1350.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 21,8 - 2,5 = 0,12$  |
| PN 1355.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 16,8 - 2,5 = -0,48$ |
| PN 1360.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 11,8 - 2,5 = -1,08$ |
| PN 1361.803 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 10,8 - 2,5 = -1,68$ |

Sur l'alignement droit variation du devers du PN 1361.803  
 au PN 1371.803

|             |   |
|-------------|---|
| PN 1361.803 | $d = -1,3\%$                                    |
| PN 1365.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 6,8 - 2,5 = -1,68$ |
| PN 1370.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 1,8 - 2,5 = -2,28$ |
| PN 1370.803 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 0 - 2,5 = -2,5$    |

Etant qu'il n'y a pas de clothoïde inséré entre l'alignement droit et le cercle, la variation des devers s'effectue sur l'alignement droit

de PN 1371.803 à 1379.033 (début de cercle R=200)

|             |  |
|-------------|--|
| PN 1371.803 | $d = -2,5\%$                                       |
| PN 1375.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 3,197 - 2,5 = -2,11$  |
| PN 1379.033 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 7,23 - 2,5 = -1,63$   |
| PN 1380.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 8,197 - 2,5 = -1,51$  |
| PN 1385.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 13,197 - 2,5 = -0,51$ |
| PN 1390.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 18,197 - 2,5 = -0,31$ |
| PN 1395.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 23,197 - 2,5 = +0,28$ |
| PN 1400.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 28,197 - 2,5 = 0,88$  |
| PN 1405.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 33,197 - 2,5 = 1,48$  |
| PN 1410.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 38,197 - 2,5 = 2,08$  |
| PN 1415.000 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 43,197 - 2,5 = 2,68$  |
| PN 1419.400 | $d = \frac{7,5}{62,5} \times 47,597 - 2,5 = 3,21$  |

PM 1419.400 au PM 1562.119

Alignement droit dont le devers est à son début à 3,21% . le devers varie sur la longueur minima

de raccordement  $L_{min} = \frac{\Sigma d \cdot v_r}{36} = \frac{\Sigma (5,71) 80}{36} = 63,44$

PM 1419.400

$$d = 3,21\%$$

PM 1420.000

$$d = \frac{57,5}{63,44} \times 62,84 - 2,5 = 3,15\%$$

PM 1425.000

$$d = \frac{57,5}{63,44} \times 57,84 - 2,5 = 2,70\%$$

PM 1430.000

$$d = \frac{57,5}{63,44} \times 52,84 - 2,5 = 2,25\%$$

PM 1435.000

$$d = \frac{57,1}{63,44} \times 47,84 - 2,5 = 1,80\%$$

PM 1440.000

$$d = \frac{57,1}{63,44} \times 42,84 - 2,5 = 1,35\%$$

PM 1445.000

$$d = \frac{57,1}{63,44} \times 37,84 - 2,5 = 0,90\%$$

PM 1450.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 32,84 - 2,5 = 0,45\%$$

PM 1455.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 27,84 - 2,5 = 0,005\%$$

PM 1460.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 22,84 - 2,5 = -0,44\%$$

PM 1465.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 17,84 - 2,5 = -0,89$$

PM 1470.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 12,84 - 2,5 = -1,34$$

PM 1475.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 7,84 - 2,5 = -1,79$$

PM 1480.000

$$d = \frac{63,44}{57,1} \times 2,84 - 2,5 = -2,24$$

PM 1482.840

$$d = \frac{63,21}{57,1} \times 0 - 2,5 = -2,5$$

PM 1482.840 jusqu'au PM 1562.119 (extrémité de l'alignement droit) devers constant = 2,5%



PM 1562.119 au PM 1650.650

Clotthoïde de paramètre  $A = 300$  de longueur  $L = 128,571$

le devis varie de  $-2,5\%$  à  $5\%$ . la longueur nominale

de raccordement est  $l_{min} = \frac{5}{36} A d v_r = \frac{5}{36} (7,5) 80 = 83,33 < L$

le calcul de devis se fera de 5m en 5m

|             |  |
|-------------|--|
| PM 1562.119 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 0 - 2,5 = -2,5\%$      |
| PM 1565.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 2,88 - 2,5 = -2,02\%$  |
| PM 1570.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 7,88 - 2,5 = -1,72\%$  |
| PM 1575.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 12,88 - 2,5 = -1,42\%$ |
| PM 1580.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 17,88 - 2,5 = -1,12\%$ |
| PM 1585.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 22,88 - 2,5 = -0,82\%$ |
| PM 1590.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 27,88 - 2,5 = -0,52\%$ |
| PM 1595.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 32,88 - 2,5 = -0,22\%$ |
| PM 1600.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 37,88 - 2,5 = 0,07\%$  |
| PM 1605.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 42,88 - 2,5 = +0,37\%$ |
| PM 1610.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 47,88 - 2,5 = +0,67\%$ |
| PM 1615.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 52,88 - 2,5 = +0,97\%$ |
| PM 1620.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 57,88 - 2,5 = 1,27\%$  |
| PM 1625.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 62,88 - 2,5 = 1,47\%$  |
| PM 1630.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 67,88 - 2,5 = 1,77\%$  |
| PM 1635.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 72,88 - 2,5 = 2,17\%$  |
| PM 1640.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 77,88 - 2,5 = 2,46\%$  |
| PM 1645.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 82,88 - 2,5 = 2,77\%$  |
| PM 1650.000 | $d = \frac{128,571}{7,5} \times 87,88 - 2,5 = 3,01\%$  |

---

CUBATURES

# CALCUL DES CUBATURES TERRASSEMENTS

## Cubatures des terrassements

Le volume des terres ou travaux de terrassements représentent l'objet principal du devis d'une route. On déterminera la largeur et la surface de la zone occupée par les travaux de terrassement, la surface des talus des déblais et des remblais.

Par conséquent on dessinera les profils en travers à l'échelle

1/ qui nous permettent de connaître la largeur de l'emprise. On distingue trois méthodes

- 1 - Méthode graphique : la précision obtenue est suffisante avec une grande économie de temps
- 2 - Méthode analytique : Elle présente une grande exactitude sauf qu'elle est lente et laborieuse
- 3 - Méthode du planimètre : c'est une méthode rapide et suffisamment exacte, cependant elle ne peut être vérifiée que par une répétition de l'opération

Exemple pratique de calcul des terrassements

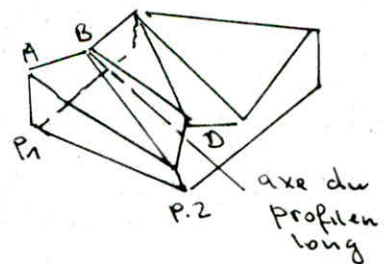
On utilise la méthode analytique "formule de la moyenne des sections extrêmes" qui est une méthode approchée

Soit le volume limité par les plans (Surface du projet, plans verticaux des profils en travers) et par les surfaces  $A B C D \dots$ , représentant le terrain naturel (représentées par les triangles  $A B C, B C D, \dots$ )

la formule du volume du prisme à base triangulaire

$$V = \frac{H}{6} \times (B + B' + 4B'')$$

$B$  et  $B'$  surfaces des profils en travers



B'' base intermédiaire et

H : hauteur du prismatoïde

On peut écrire  $V_1 = \frac{P_1}{6} (S_1 + S_2 + 4s'')$

On considère que  $s'' = \frac{S_1 + S_2}{2}$

d'où  $V_1 = \frac{P_1}{2} (S_1 + S_2)$

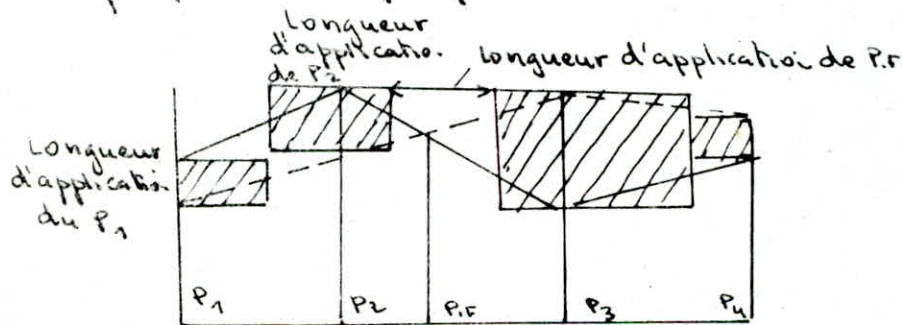
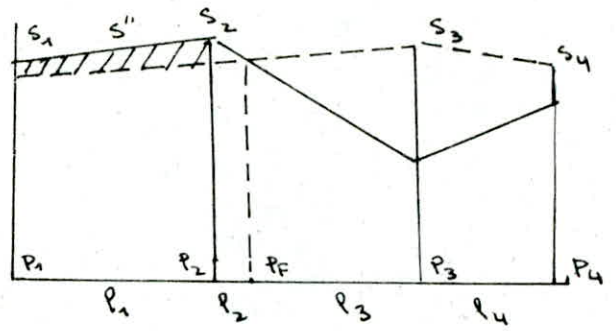
Entre  $P_2$  et  $P_F$   $V_2 = \frac{P_2}{2} (S_2 + 0)$

Entre  $P_F$  et  $P_3$   $V_3 = \frac{P_3}{2} (0 + S_3)$

Entre  $P_3$  et  $P_4$   $V_4 = \frac{P_4}{2} (S_3 + S_4)$

D'où le volume total  $V = \frac{P_1}{2} (S_1 + S_2) + \frac{P_2 S_2}{2} + \frac{P_3 S_3}{2} + \frac{P_4 (S_3 + S_4)}{2}$

On a donc remplacé les volumes de la figure précédente par des prismes dont la section est la surface du profil en travers et la hauteur, la moitié de la distance de ce profil aux profils voisins

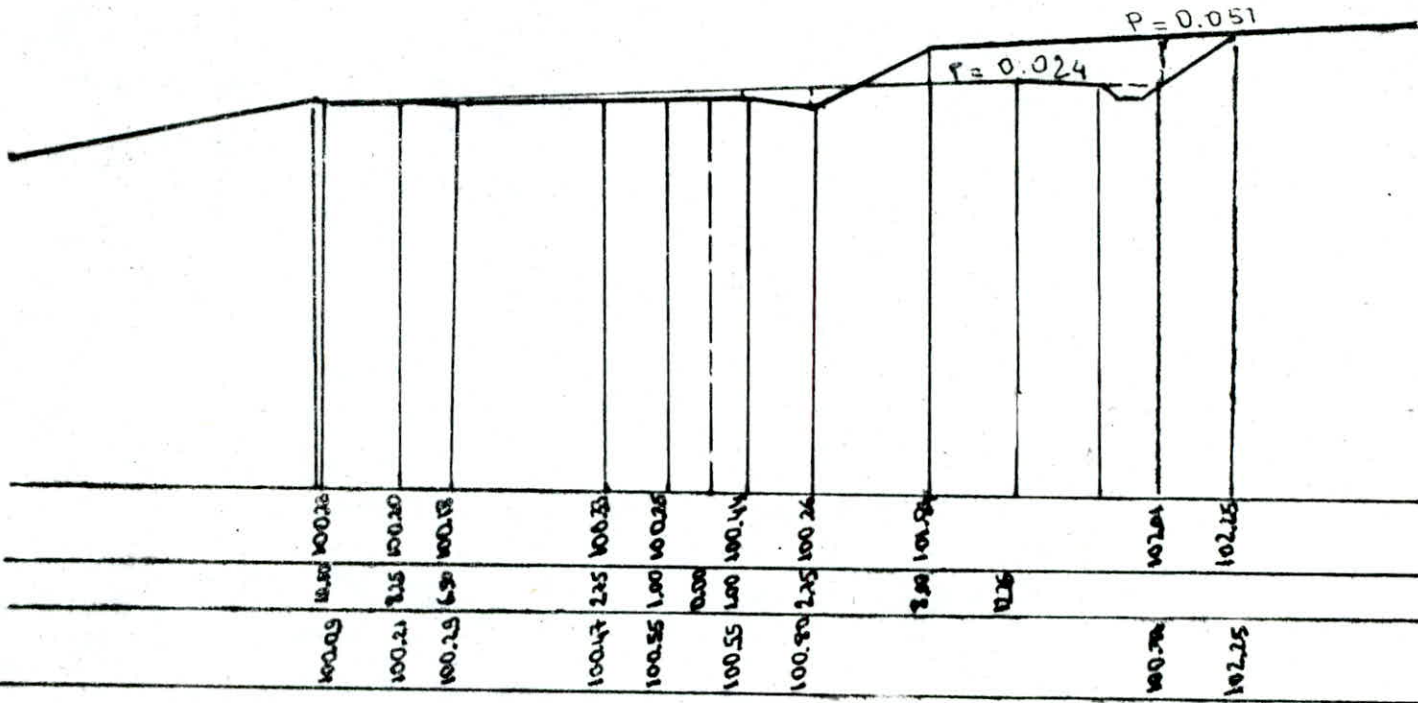


Pour les surfaces des différents profils en travers nous allons utiliser la méthode de décomposition des surfaces de figures géométriques élémentaires (triangle, trapèze, rectangle). Pour le calcul des cubatures de notre projet, nous commençons d'abord par le décapage des terres végétales, sur une épaisseur moyenne de 20cm et ceci sur toute l'emprise de la route. Cette terre peut être répandue sur les surfaces des talus en remblai afin d'augmenter leur stabilité.

Pour le calcul des cubatures nous procédons comme suit :

- le volume des terres en déblai sera retranché du volume total des déblais pour trouver le volume nécessaire.
- le volume des terres végétales en remblai sera ajouté au volume total de remblai, et ce, pour obtenir le volume nécessaire pour les remblais

Nous allons donner un exemple de calcul des surfaces remblai et déblai pour un profil en travers, les autres résultats ( Surface remblai, déblai et volume déblai, remblai ) des profils en travers seront regroupés dans des tableaux ; dans un deuxième type de tableaux on présentera les volumes déblais, remblais des terres végétales en considérant que le décapage de ces terres se fera sur une hauteur de 20cm



On decompose les surfaces Deblai - Remblai en surfaces geometriques simples (triangle, rectangle, trapeze)

Surfaces Deblai

Triangle :  $\frac{1}{2} (1.85 \times 1.24) = 1,54$   
 Trapeze :  $\frac{1}{2} (1.24 + 1,0) \times 5,9 = 6,61$   
 Triangle :  $\frac{1}{2} (2 \times 0.14) = 0,14$   
 Fosse Trapeze :  $\frac{1}{2} (1.50 + 0.50) \times 0.50 = 0,50$   
 rectangle :  $0,4 \times 10 = 4$   
 (corp de chaussée)

Total : 12.79

Surfaces en Remblai

Triangle :  $\frac{1}{2} (1,0 \times 0.54) = 0,27$   
 Trapeze :  $\frac{1}{2} (0.54 + 0.11) \times 1,75 = 0,57$   
 Trapeze :  $\frac{1}{2} (0,11 + 0,2) \times 5,5 = 0,85$   
 Trapeze :  $\frac{1}{2} (0,11 + 0,2) \times 2 = 0,3$   
 Triangle :  $\frac{1}{2} (0,11 \times 1,75) = 0,10$

Total : 2.083

Volume Deblai - Remblai

| Profils en travers |        | Surfaces (m <sup>2</sup> ) |         | Distance entre Profils (m) | Longueur d'application | Volumens (m <sup>3</sup> ) |         |
|--------------------|--------|----------------------------|---------|----------------------------|------------------------|----------------------------|---------|
| N <sup>o</sup>     | PM     | Deblai                     | Remblai |                            |                        | Deblais                    | Remblai |
| 0                  | 0.00   | —                          | —       | 30                         | 15                     | —                          | —       |
| 1                  | 30.00  | —                          | 2.39    | 30                         | 30                     | —                          | 71,70   |
| 2                  | 60.00  | 2.58                       | 2.52    | 30                         | 30                     | 77,40                      | 69,60   |
| 3                  | 90.00  | —                          | 4.66    | 30                         | 30                     | —                          | 139,80  |
| 4                  | 120.00 | —                          | 2.89    | 30                         | 30                     | —                          | 86.70   |
| 5                  | 150.00 | —                          | 0.83    | 30                         | 30                     | —                          | 24.90   |
| 6                  | 180.00 | 3.41                       | 1.43    | 30                         | 30                     | 102.30                     | 42.90   |
| 7                  | 210.00 | 9.73                       | 2.10    | 30                         | 30                     | 291.90                     | 63.0    |
| 8                  | 240.00 | 5.15                       | —       | 30                         | 30                     | 154.50                     | —       |
| 9                  | 270.00 | 2.40                       | —       | 30                         | 30                     | 72.0                       | —       |
| 10                 | 300.00 | 1.70                       | 1.32    | 30                         | 30                     | 51.0                       | 139.60  |
| 11                 | 330.00 | 0,106                      | 3,321   | 30                         | 30                     | 3.18                       | 99.63   |
| 12                 | 360.00 | —                          | 5,68    | 30                         | 30                     | —                          | 240.0   |
| 13                 | 390.00 | 19,83                      | 3,9     | 30                         | 30                     | 594.90                     | 117.0   |
| 14                 | 420.00 | 28,34                      | —       | 30                         | 30                     | 850.20                     | —       |
| *15                | 450.00 | 37,9                       | 0,38    | 30                         | 30                     | 1137.0                     | 11.40   |
| 16                 | 480.00 | 39,7                       | —       | 30                         | 30                     | 1191.0                     | —       |
| 17                 | 510.00 | 31,57                      | 4,4     | 30                         | 30                     | 947.10                     | 132     |
| 18                 | 540.00 | 0,99                       | 0,25    | 30                         | 30                     | 28.7                       | 7.5     |
| 19                 | 570.00 | 12,5                       | —       | 30                         | 30                     | 585                        | —       |
| 20                 | 600.00 | 11,9                       | 8,14    | 30                         | 30                     | 357                        | 244.20  |
| 21                 | 630.00 | 33,83                      | 2,20    | 30                         | 30                     | 1014.90                    | 66      |
| 22                 | 660.00 | 42,36                      | —       | 30                         | 30                     | 1270.80                    | —       |
| 23                 | 690.00 | 26,77                      | 0,5     | 30                         | 30                     | 803.10                     | 15      |
| 24                 | 720.00 | 2,96                       | 1,10    | 30                         | 18,5                   | 54.76                      | 33      |
| PF                 | 727.00 | 9,55                       | —       | 30                         | 15                     | —                          | —       |
| 25                 | 750.00 | 9,55                       | —       | 230                        | 26,5                   | 286.50                     | —       |
| 26                 | 780.00 | 19,01                      | —       | 30                         | 21                     | 399,21                     | —       |
| PF                 | 782.00 | —                          | —       | 12                         | 12,00                  | —                          | —       |

## 4 Volume des Terres décapées

| N° de Profil | Largeur<br>Déblai | longueur<br>Remblai | h(m) | Surface<br>Déblai | Surface<br>Remblai | longueur<br>d'application | Volume<br>Déblai | Volume<br>Remblai |  |
|--------------|-------------------|---------------------|------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------------|-------------------|--|
| 0            | —                 | —                   | 0.20 | —                 | —                  | 15                        | —                | —                 |  |
| 1            | —                 | 4.17                | 0.20 | —                 | 2.39               | 30                        | —                | 25.02             |  |
| 2            | 5.01              | 4.06                | 0.20 | 2.58              | 2.32               | 30                        | 30.06            | 24.36             |  |
| 3            | —                 | 13.30               | 0.20 | —                 | 4.66               | 30                        | —                | 79,8              |  |
| 4            | —                 | 5.30                | 0.20 | —                 | 2.89               | 30                        | —                | 31.80             |  |
| 5            | —                 | 1.01                | 0.20 | —                 | 0.83               | 30                        | —                | 6.60              |  |
| 6            | 3.20              | 1.11                | 0.20 | 3.41              | 1.43               | 30                        | 19.20            | 6.06              |  |
| 7            | 8.25              | 3.01                | 0.20 | 9.73              | 2.10               | 30                        | 49.5             | 18.06             |  |
| 8            | 4.75              | —                   | 0.20 | 5.15              | —                  | 30                        | 28.5             | —                 |  |
| 9            | 1.75              | —                   | 0.20 | 2.40              | —                  | 30                        | 10.5             | —                 |  |
| 10           | 2.20              | 1.15                | 0.20 | 1.70              | 1.32               | 30                        | 13.20            | 6.9               |  |
| 11           | 0.10              | 2.98                | 0.20 | 0.106             | 3.321              | 30                        | 0.60             | 17.28             |  |
| 12           | —                 | 7.25                | 0.20 | —                 | 5.68               | 30                        | —                | 43.50             |  |
| 13           | 15.40             | 4.01                | 0.20 | 19.83             | 3.9                | 30                        | 92.4             | —                 |  |
| 14           | 17.18             | —                   | 0.20 | 28.34             | —                  | 30                        | 103.08           | —                 |  |
| 15           | 21.33             | 0.4                 | 0.20 | 37.9              | 0.38               | 30                        | 127.98           | 2.4               |  |
| 16           | 22.30             | —                   | 0.20 | 39.7              | —                  | 30                        | 133.80           | —                 |  |
| 17           | 20.78             | 5.4                 | 0.20 | 31.57             | 4.4                | 30                        | 124.68           | 32.4              |  |
| 18           | 1.10              | 0.4                 | 0.20 | 0.99              | 0.25               | 30                        | 6.60             | 2.40              |  |
| 19           | 13,75             | —                   | 0.20 | 12.5              | —                  | 30                        | 82.50            | —                 |  |
| 20           | 14.5              | 11,02               | 0.20 | 11.9              | 8.14               | 30                        | 87.              | 66.12             |  |
| 21           | 21,88             | 3.50                | 0.20 | 33.83             | 2.20               | 30                        | 131.28           | 21                |  |
| 22           | 23.63             | —                   | 0.20 | 42.36             | —                  | 30                        | 141.78           | —                 |  |
| 23           | 18.75             | 1.20                | 0.20 | 26.77             | 0.5                | 30                        | 112.50           | 7.20              |  |
| 24           | 2.15              | 0.88                | 0.20 | 2.96              | 1.10               | 18.0                      | 12.90            | 5.28              |  |
| PF           | —                 | —                   | 0.20 | —                 | —                  | 15.0                      | —                | —                 |  |
| 25           | 12.0              | —                   | 0.20 | 9.55              | —                  | 26.5                      | 72               | —                 |  |
| 26           | 22.00             | —                   | 0.20 | 12.01             | —                  | 21                        | 132              | —                 |  |
| PF           | —                 | —                   | 0.20 | —                 | —                  | 21                        | —                | —                 |  |
| TOTAL        |                   |                     |      |                   |                    |                           |                  |                   |  |



## Volume Deblai - Remblai

| Profils entraves |         | Surfaces (m <sup>2</sup> ) |         | Distance entre Profils (m) | Longueur d'application | Volumes (m <sup>3</sup> ) |          |
|------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|------------------------|---------------------------|----------|
| N <sup>o</sup>   | PM      | Deblai                     | Remblai |                            |                        | Deblais                   | Remblais |
| 27               | 800.00  | 15.36                      | —       | 18                         | 25,5                   | 253.44                    | —        |
| 28               | 840.00  | 6.83                       | 1.25    | 30                         | 24                     | 163.92                    | 30       |
| 29               | 870.00  | 3.96                       | —       | 30                         | 30                     | 118.8                     | —        |
| 30               | 900.00  | 5.18                       | 3.11    | 30                         | 30                     | 155.40                    | 93.30    |
| 31               | 930.00  | 5.64                       | 8.00    | 30                         | 30                     | 163.20                    | 240.0    |
| 32               | 960.00  | 11.03                      | —       | 30                         | 30                     | 330.90                    | —        |
| 33               | 990.00  | 8.41                       | 1.41    | 30                         | 30                     | 252.30                    | 42.30    |
| 34               | 1020.00 | 7.86                       | 1.32    | 30                         | 30                     | 235.80                    | 39.60    |
| 35               | 1050.00 | 15.04                      | 1.1     | 30                         | 30                     | 431.20                    | 33.0     |
| 36               | 1080.00 | 15.50                      | 4.98    | 30                         | 30                     | 465                       | 140.40   |
| 37               | 1110.00 | 9.34                       | 1.46    | 30                         | 30                     | 280.20                    | 43.80    |
| 38               | 1140.00 | 1.00                       | 4.20    | 30                         | 30                     | 30.0                      | 126.0    |
| 39               | 1170.00 | 0.5                        | 8.65    | 30                         | 30                     | 15.0                      | 25.95    |
| 40               | 1200.00 | 2.1                        | 6.87    | 30                         | 30                     | 63.0                      | 206.10   |
| 41               | 1230.00 | 5.18                       | 2.21    | 30                         | 30                     | 155.40                    | 66.30    |
| 42               | 1260.00 | 11.04                      | 2.60    | 30                         | 30                     | 331.20                    | 78.30    |
| 43               | 1290.00 | 1.84                       | 2.59    | 30                         | 30                     | 55.20                     | 77.70    |
| 44               | 1320.00 | 0.5                        | 2.75    | 30                         | 30                     | 15.0                      | 82.50    |
| 45               | 1350.00 | 4.2                        | 1.08    | 30                         | 30                     | 126.0                     | 32.40    |
| 46               | 1380.00 | 0.4                        | 7.26    | 30                         | 30                     | 12.0                      | 217.80   |
| 47               | 1410.00 | 24.55                      | —       | 30                         | 30                     | 736.50                    | —        |
| 48               | 1440.00 | 2.8                        | 5.08    | 30                         | 30                     | 84.0                      | 152.40   |
| 49               | 1470.00 | 3.50                       | 6.35    | 30                         | 30                     | 105.                      | 190.50   |
| 50               | 1500.00 | 0.4                        | 3.75    | 30                         | 30                     | 12                        | 112.50   |
| 51               | 1530.00 | 4.7                        | 2.15    | 30                         | 30                     | 142.50                    | 64.5     |
| 52               | 1560.00 | 11.02                      | 1.15    | 30                         | 30                     | 330.60                    | 34.50    |
| 53               | 1590.00 | 9.80                       | —       | 30                         | 30                     | 294.0                     | —        |
| 54               | 1620.00 | 8.30                       | 3.20    | 30                         | 30                     | 249.                      | 96       |
| 55               | 1650.00 | 4.50                       | 1.20    | 15                         | 30                     | 135                       | 36       |

# Volume des terres decapées

| N° de Profil | Largeur<br>Deblai | Largeur<br>Remblai | h (m) | Surface<br>Deblai | Surface<br>Remblai | Longueur<br>d'appliqué | Volume<br>Deblai | Volume<br>Remblai |
|--------------|-------------------|--------------------|-------|-------------------|--------------------|------------------------|------------------|-------------------|
| 27           | 13.46             | —                  | 0.20  | 15.36             | —                  | 16.50                  | 44.41            | —                 |
| 28           | 5.75              | 1.06               | 0.20  | 6.83              | 1.25               | 24.                    | 27.60            | 5.09              |
| 29           | 3.25              | —                  | 0.20  | 3.96              | —                  | 30                     | 19.50            | —                 |
| 30           | 4.83              | 2.54               | 0.20  | 5.18              | 3.11               | 30                     | 28.98            | 15.24             |
| 31           | 5.85              | 7.35               | 0.20  | 5.64              | 8.00               | 30                     | 31.5             | 44.10             |
| 32           | 9.89              | —                  | 0.20  | 11.03             | —                  | 30                     | 59.34            | —                 |
| 33           | 7.98              | 1.52               | 0.20  | 8.41              | 1.41               | 30                     | 47.88            | 9.12              |
| 34           | 7.18              | 1.44               | 0.20  | 7.86              | 1.32               | 30                     | 43.08            | 8.64              |
| 35           | 12.56             | 0.98               | 0.20  | 15.04             | 1.1                | 30                     | 75.36            | 5.88              |
| 36           | 14.22             | 3.99               | 0.20  | 15.50             | 4.98               | 30                     | 85.32            | 23.94             |
| 37           | 10.22             | 1.32               | 0.20  | 9.34              | 1.46               | 30                     | 61.32            | 7.92              |
| 38           | 0.97              | 3.01               | 0.20  | 1.00              | 4.20               | 30                     | 5.82             | 18.06             |
| 39           | 0.86              | 5.55               | 0.20  | 0.5               | 8.65               | 30                     | 5.16             | 33.3              |
| 40           | 1.98              | 5.11               | 0.20  | 2.10              | 6.87               | 30                     | 11.88            | 30.66             |
| 41           | 4.35              | 1.99               | 0.20  | 5.18              | 2.21               | 30                     | 26.10            | 11.94             |
| 42           | 10.76             | 2.32               | 0.20  | 11.04             | 2.60               | 30                     | 64.56            | 13.92             |
| 43           | 1.06              | 2.11               | 0.20  | 1.84              | 2.59               | 30                     | 6.36             | 12.66             |
| 44           | 0.4               | 3.01               | 0.20  | 0.5               | 2.75               | 30                     | 2.4              | 18.06             |
| 45           | 3.04              | 0.88               | 0.20  | 4.2               | 1.08               | 30                     | 18.24            | 5.28              |
| 46           | 0.4               | 7.14               | 0.20  | 0.4               | 7.26               | 30                     | 2.4              | 42.84             |
| 47           | 16.76             | —                  | 0.20  | 24.55             | —                  | 30                     | 100.56           | —                 |
| 48           | 2.11              | 1.15               | 0.20  | 2.8               | 5.08               | 30                     | 12.66            | 6.9               |
| 49           | 1.50              | 4.70               | 0.20  | 3.50              | 6.35               | 30                     | 9.0              | 28.2              |
| 50           | 0.6               | 1.50               | 0.20  | 0.4               | 3.75               | 30                     | 3.6              | 9                 |
| 51           | 2.75              | 4.30               | 0.20  | 4.7               | 2.15               | 30                     | 16.5             | 25.80             |
| 52           | 15.75             | 2.01               | 0.20  | 11.02             | 1.15               | 30                     | 94.5             | 12.06             |
| 53           | 8.15              | —                  | 0.20  | 9.80              | —                  | 30                     | 48.9             | —                 |
| 54           | 5.30              | 2.50               | 0.20  | 8.30              | 3.20               | 30                     | 31.8             | 15                |
| 55           | 5.25              | 2.35               | 0.20  | 4.50              | 1.20               | 30                     | 31.5             | 14.1              |

Tableau : Volumes - Deblai - Remblai

| Volume total (m <sup>3</sup> ) |         | Volume des terres décapées |         |
|--------------------------------|---------|----------------------------|---------|
| Deblai                         | Remblai | Deblai                     | Remblai |
| 15169,92                       | 3834,76 | 2895,35                    | 799,16  |

ASSAINISSEMENT

# ASSAINISSEMENT

## Generalités

L'assainissement est l'une des phases les plus importantes de l'étude d'un projet. Cette étude consiste à déterminer les caractéristiques des conduites à réaliser qui permettront l'évacuation totale des eaux de ruissellement pluviales ainsi que leur emplacement.

Les eaux d'infiltration doivent être minimisées autant que possible pour ne pas modifier les caractéristiques physiques de la route telles que la capacité portante. Donc le drainage du corps de chaussée doit être particulièrement soigné. L'eau recueillie par la chaussée ruisselle à peu près, totalement jusqu'au bord de la surface bitumée à cause du devers transversal et peut s'infiltrer dans les accollements. Vu l'impossibilité d'exclure toute infiltration, on devra la diminuer en réalisant des couches de base particulièrement denses.

Un autre problème souvent rencontré dans des réalisations de projets routiers est l'érosion qui peut concerner aussi bien un talus de déblai et de remblai que la surface de la chaussée, des accollements, des flancs ou les fonds de fossés. Pour les talus de déblai, afin de diminuer les risques de l'érosion on réalise un fossé en crête destiné à recueillir tout l'eau venant de la partie supérieure qui dévalera ensuite la pente du déblai dans des canalisations prévues à cet effet et qui déboucheront dans le fossé latéral du fossé.

En ce qui concerne les talus de remblai, en général on opte pour une pente de  $1/2$  ce qui donne des talus stables et à fortiori si une végétation s'y est fixée.

L'érosion du corps de chaussée, des accotements ou des fonds de fossés sera minimisée en réalisant des pentes faibles de sorte que la vitesse de l'eau ne prenne pas une valeur importante.

### Fosse de drainage

Les fossés de drainage auront pour rôle de recueillir toute l'eau ruissellante sur la chaussée et celle venant des talus de déblai ou des terrains environnants. Pour l'évacuer dans le réseau principal ou par évaporation.

### But de l'étude

L'étude consiste à déterminer l'intensité de l'averse qui permettra d'avoir le débit d'apport maximal pour le dimensionnement du réseau.

### Introduction

La répartition des différents paramètres pluviométriques de la région où se situe notre projet CHATEAUNEUF - CHERAGA, a été établie selon étude hydrologique par l'INRH (Institut National de la recherche hydraulique) dont les données pluviométriques nécessaires pour les calculs sont :

Pluie annuelle moyenne  $\bar{P}_{an} = 700 \text{ mm}$

Pluie journalière maximale  $\bar{P}_j = 62 \text{ mm}$

Exposant climatique  $b = 0,41$

Coefficient de variation  $C_v = 0,43$

### Calcul des précipitations

En utilisant la répartition de GALTON des précipitations maximales journalières, la fréquence  $P_j \%$  est déterminée par la

Formule suivante:

$$P_T \% = \frac{\bar{P}_J}{\sqrt{C_v^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

$\bar{P}_J$  : pluie journalière moyenne en (mm)

$C_v$  : coefficient de variation

$u$  : variable de GAUSS

Valeur de  $u$  : repartition statistique de GUMBEL

|           |                |                 |                |                |                 |
|-----------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Frequence | 5 ans<br>(20%) | 10 ans<br>(10%) | 20 ans<br>(5%) | 50 ans<br>(2%) | 100 ans<br>(1%) |
| $u$       | 0,841          | 1,282           | 1,6448         | 2,054          | 2,327           |

Pour déterminer les fréquences d'averse ( $P_T$  %) des différentes durées on utilise la fonction de précipitations ci-dessous

$$P_T \% = P_J \% \left( \frac{t}{24} \right)^b$$

$t$  : durée de l'averse

$b$  : exposant climatique

Cette équation ci-dessus sera exprimée en intensité à partir de la formule  $P = I t$

$$\text{d'où } I_t = I \left( \frac{t}{24} \right)^{\beta} \text{ avec } \beta = b - 1 \quad (b = \beta + 1)$$

$I_t$  désigne l'intensité de l'averse

Application à notre projet

En général pour les routes principales, on prend en compte la fréquence décennale (10 ans)

$$P_J (10\%) = \frac{P_J}{\sqrt{C_v^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

AH :  $P_J = 62 \text{ mm}$

$$C_v = 0.43$$

$$u = 1.282$$

$$P_J(10\%) = \frac{62}{\sqrt{(0.43)^2 + 1}} e^{1.282 \sqrt{\ln(0.43+1)}}$$

$$P_J(10\%) = 36,6 \text{ mm}$$

les chutes de pluie donnent des débits importants, sont les averses de courte durée et d'intensité maximale, c'est pour cela que l'on a pris un temps de concentration de

$$t = 15 \text{ mm}$$

La fréquence d'averse  $P_t(10\%)$  est :

$$P_t(10\%) = P_J(10\%) \left(\frac{t}{24}\right)^b$$

avec  $t = 15 \text{ mm} = 0,25 \text{ heure}$

$$P_J(10\%) = P_J = 36,6 \text{ mm}$$

$$b = 0,41$$

AH .

$$P_t(10\%) = 36,6 \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,41} = 14,867 \text{ mm}$$

Soit  $I$  l'intensité de l'averse horaire

$$I = \frac{36,6}{24} = 4,025 \text{ mm/h}$$

L'intensité de l'averse pour une durée de 15 mm sera de

$$I = 4,025 \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,41-1} = 59,5 \text{ mm/h}$$



## Evaluation des quantités d'eau recueillie

L'évaluation de la quantité d'eau recueillie se fait par la méthode rationnelle qui lie le débit maximal arrivant en un point à l'intensité de l'averse par

$$Q = 2,778 \ C \cdot I \cdot A$$

2,778 est un coefficient dépendant des unités employées

Q débit exprimé en l/s

C coefficient de ruissellement dépendant de la nature du sol

I intensité de l'averse

A surface drainée

## Coefficient de ruissellement

Ce coefficient exprime le rapport de la quantité d'eau qui ruisselle en surface à la quantité d'eau totale

| Type de surface                       | Coefficient de ruissellement | Valeurs considérées |
|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| chaussée revêtue                      | 0,80 à 0,95                  | 0,90                |
| accotement (sol légèrement perméable) | 0,15 à 0,40                  | 0,30                |
| Talus (sol légèrement perméable)      | 0,10 à 0,30                  | 0,25                |
| Terrain naturel (sol perméable)       | 0,05 à 0,20                  | 0,20                |

## Dimensionnement des fossés

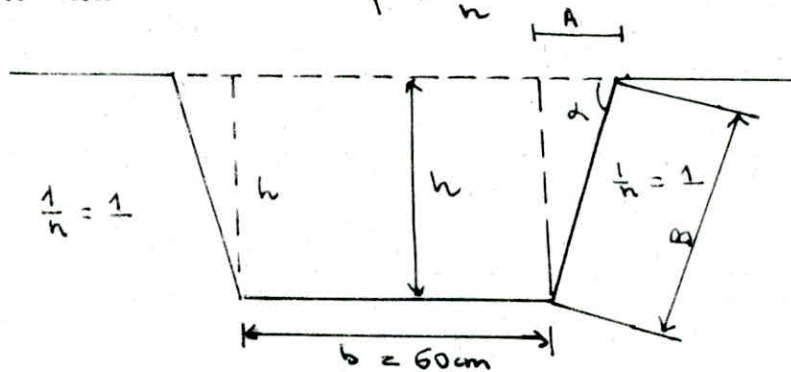
le profil en travers hypothétique du fossé est donné sur la figure ci-dessous avec

$$\text{Surface mouillée} \quad S = h(b + nh)$$

$$\text{Périmètre mouillé} \quad U = b + 2h\sqrt{n^2 + 1}$$

$$\text{Rayon hydraulique} \quad R = \frac{S}{U}$$

$$\text{pente du talus} \quad p = \frac{1}{n}$$



La base du fossé ( $b = 60\text{cm}$ ) est fixée. La pente du talus est aussi fixée  $1/1$  d'où la possibilité de calculer le rayon hydraulique en fonction de la hauteur  $h$  ( $h$  : inconnu)

1) Calcul de la surface mouillée

$$S_m = b \cdot h + 2 \cdot \frac{A \cdot h}{2}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{h}{A} = \frac{1}{n} \Leftrightarrow A = h \cdot n$$

$$\text{d'où} \quad S_m = b \cdot h + A \cdot h = h(b + A) = h(b + nh)$$

2) Calcul du périmètre mouillé

$$P_m = b + 2B$$

$$\text{avec} \quad B = \sqrt{h^2 + A^2} = \sqrt{h^2 + n^2 h^2} = h\sqrt{n^2 + 1}$$

$$\text{d'où} \quad P_m = b + 2h\sqrt{n^2 + 1}$$

## Dimensions du fossé

Les dimensions du fossé sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et du débit d'écoulement au point de saturation

$$Q_a = Q_s = k J^{1/2} S_m R^{2/3}$$

avec  $S_m = h(b + nh)$

$$R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h(b + nh)}{b + 2h\sqrt{n^2 + 1}}$$

$k$ : coefficient de rugosité

$k = 60 \rightarrow$  béton

$J$ : pente du fossé longitudinal

## Calcul des débits d'apport

1) Fossé 1 PM 120.00 au PM 517.315

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficient de ruissellement | Intensité (mm) | Débits (m <sup>3</sup> /s) | Débit total Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|--|
| Talus (déblai)   | 373,18                    | 0,52                         | 59,5           | 0,0032                     | Q <sub>1</sub> = 0,0192                        |
| Accotement       | 265,5                     | 0,30                         | 59,5           | 0,0013                     |  |
| chaussée         | 826                       | 0,95                         | 59,5           | 0,0129                     |  |
| Bassin versant   | 217575                    | 0,52                         | 59,5           | 0,0018                     |  |

2) Fossé 2 PM 350 au PM 517.315

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficient de ruissellement | Intensité (mm) | Débits (m <sup>3</sup> /s) | Débit total Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|--|
| Accotement       | 319,5                     | 0,30                         | 59,5           | 0,0023                     | Q <sub>2</sub> = 0,019                         |
| chaussée         | 1994                      | 0,95                         | 59,5           | 0,0156                     |  |
| Bassin versant   | 315,71                    | 0,52                         | 59,5           | 0,0015                     |  |

Fossé 3 PM 610.490 au PM 750.00 (côté droit de la route)

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficient de ruissellement | Intensité (mm) | Debits (m <sup>3</sup> /s) | Debit total |
|------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|-------------|
| Talus (deblai)   | 131,60                    | 0,52                         | 59,5           | 0,0011                     | Q = 0,0204  |
| Accotement       | 315                       | 0,30                         | 59,5           | 0,0016                     |             |
| chaussée         | 980                       | 0,95                         | 59,5           | 0,0154                     |             |
| Bassin Versant   | 275,66                    | 0,52                         | 59,5           | 0,0023                     |             |

Fossé 4 PM 610.490 au PM 750.00 (côté gauche de la route)

| Surface d'apport | Surface | Coefficient de ruissellement | Intensité | Debits (m <sup>3</sup> /s) | Debit total |
|------------------|---------|------------------------------|-----------|----------------------------|-------------|
| Accotement       | 315     | 0,30                         | 59,5      | 0,0015                     | Q = 0,019   |
| chaussée         | 980     | 0,95                         | 59,5      | 0,0153                     |             |
| Bassin versant   | 262,66  | 0,52                         | 59,5      | 0,0022                     |             |

Fossé 5 PM 750.00 au PM 1140.00 (côté droit)

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficient de ruissellement | Intensité | debits | debit total |
|------------------|---------------------------|------------------------------|-----------|--------|-------------|
| Talus (deblai)   | 366,6                     | 0,52                         | 59,5      | 0,003  | Q = 0,054   |
| Accotement       | 877,5                     | 0,30                         | 59,5      | 0,0043 |             |
| chaussée         | 2730                      | 0,95                         | 59,5      | 0,042  |             |
| Bassin Versant   | 567,7                     | 0,52                         | 59,5      | 0,0048 |             |

Fosse 6 PM 1140 au PM 750 (côté gauche)

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficients de ruissellement | Intensité mm | Debit (m <sup>3</sup> /h) | Debit Tot |
|------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------------|-----------|
| Accotement       | 877,5                     | 0,30                          | 59,5         | 0,0043                    | Q=0,05    |
| chaussée         | 2730                      | 0,95                          | 59,5         | 0,0042                    |           |
| Bassin versant   | 532,75                    | 0,52                          | 59,5         | 0,0041                    |           |

Fosse 7 PM 1140 au PM 1316 (côté droit de la route)

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficient de ruissellement | Intensité mm | Debit   | Debit Tot |
|------------------|---------------------------|------------------------------|--------------|---------|-----------|
| chaussée         | 1765                      | 0,95                         | 59,5         | 0,0277  | Q=0,03    |
| Talus (déblai)   | 165,44                    | 0,52                         | 59,5         | 0,0014  |           |
| accotement       | 396                       | 0,30                         | 59,5         | 0,00196 |           |
| Bassin versant   | 432,7                     | 0,52                         | 59,5         | 0,0037  |           |

Fosse 8

| Surface d'apport | Surface | Coeff de ruissellement | Intensité | Debit   | Debit total |
|------------------|---------|------------------------|-----------|---------|-------------|
| accotement       | 396     | 0,3                    | 59,5      | 0,00196 | Q=0,0       |
| chaussée         | 1765    | 0,95                   | 59,5      | 0,0277  |             |
| Bassin versant   | 376,5   | 0,52                   | 59,5      | 0,0028  |             |

Fosse 9 PM 1316 au PM 1640

| Surface d'apport | Surface (m <sup>2</sup> ) | Coefficient de ruissellement | Intensité | Debit  | Debit tot |
|------------------|---------------------------|------------------------------|-----------|--------|-----------|
| Talus            | 304,56                    | 0,52                         | 59,5      | 0,0026 | Q=0,047   |
| accotement       | 729                       | 0,30                         | 59,5      | 0,0036 |           |
| chaussée         | 2268                      | 0,95                         | 59,5      | 0,036  |           |
| Bassin versant   | 617,36                    | 0,52                         | 59,5      | 0,0053 |           |

Le terre plein central est prévu sous de "V" avec une pente de 8%, des dispositifs d'évacuation d'eau seront donc à prévoir tels que regards et traversées sous chaussées. On doit aussi prévoir à l'axe du terre plein central et dans le sens longitudinal les demi-buses (cunettes). Tout le long du terre plein central, les regards doivent être placés à chaque 50m et les traversées en buse font évacuer l'eau vers les fossés latéraux. A chaque 50m, le débit recueilli par chaque traversée en buse pour l'évacuer vers le fossé latéral est :

$$Q_a = 2,778 \text{ C.I. A} = 2,778 \cdot 0,95 \cdot 59,5 \cdot 475$$

$$Q_a = 0,0074$$

les débits des eaux provenant du terre plein central par l'intermédiaire des traversées en buses sont

Fossé 1  $Q'_1 = 0,0074 \times 6 = 0,0444 \text{ m}^3/\text{s}$

debit total recueilli par le Fossé 1 :  $Q_1 + Q'_1 = 0,0192 + 0,0444 = 0,063 \text{ m}^3/\text{s}$

Fossé 2  $Q'_2 = 0,0074$

$$Q_2 + Q'_2 = 0,0444 + 0,0197 = 0,0641$$

Fossé 3  $Q'_3 = 0,022$

$$Q_3 + Q'_3 = 0,0222 + 0,0204 = 0,0426$$

Fossé 4  $Q'_4 = 0,022$

$$Q_4 + Q'_4 = 0,0222 + 0,0195 = 0,0417$$

Debit total pour les fossés lateraux

| Fossé | 5      | 6     | 7     | 8     | 9    |
|-------|--------|-------|-------|-------|------|
|       | 0,1206 | 0,072 | 0,052 | 0,062 | 0,09 |

Pour un fossé trapezoidal

$$S_m = \frac{B+b}{2} h = \frac{b+b+2nh}{2} \cdot h = (b+nh)h \quad \left. \vphantom{S_m} \right\} \Rightarrow R_h = \frac{b+nh}{2\sqrt{n^2+1}}$$

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

le debit de saturation devient  $Q_s = k(b+nh)h \left( \frac{b+nh}{2\sqrt{n^2+1}} \right)^{2/3}$

on egalise  $Q_s = Q_a$  pour determiner la hauteur du fossé ( $Q_a$ : debit d'apport)

on considere la valeur la plus defavorable

soit  $Q_a = 0,1206 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_a = Q_s \Rightarrow h = 0,29337 \text{ on prend } h = 0,40 \text{ m}$$

pour un meilleur entret.

### Dimensionnement des traverses

les traverses sont des conduites faites de buses circulaires passant sous les remblais et destinées à évacuer les eaux d'un fossé.

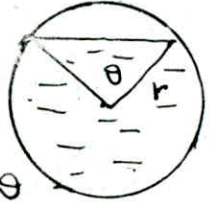
Pour dimensionner les traverses, il faut determiner d'abord pour quelle valeur de hauteur d'eau dans la section, le debit est maximal

si  $r$  est la section mouillée, le débit est maximal

si  $\frac{dQ}{dR} = 0$

$$R = \frac{r^2}{2} (\theta - \sin \theta)$$

$$dR = \frac{r^2}{2} (1 - \cos \theta) d\theta \text{ et } B = r\theta \Rightarrow dB = r d\theta$$



condition de débit maximal  $3\theta dR - R dB = 0$

ou  $2\theta - 3\theta \cos \theta + \sin \theta = 0$  vérifiée pour  $\theta = 308^\circ$

la fleche  $f$  aura pour valeur  $f = r \left(1 + \cos \frac{\theta}{2}\right) = 91r = 0,05D$

On utilise la formule de GAUCKLER-MANNING-STRIKLER

$$Q_s = K S_m R_h^{2/3} y^{1/2} \text{ avec } S_m = \frac{r^2}{2} (\theta - \sin \theta)$$

$$\text{et } R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{r^2}{2} \frac{(\theta - \sin \theta)}{r\theta} \quad (\theta = \text{radian})$$

$$Q_s = \frac{K}{2} \left(\theta - \cos \frac{\theta}{2}\right) \left(\frac{\theta - \sin \theta}{2\theta}\right)^{2/3} y^{1/2} r^{8/3}$$

et en égalisant  $Q_s = Q_a$  = on obtient la valeur de  $r = ?$

| N° de la traverse | débit révisé par les fossés | diamètre $\phi$ |
|-------------------|-----------------------------|-----------------|
| ① Pn 150.00       | 0,12008                     | $\phi$ 600      |
| ② Pn 450.00       | 0,09838                     | $\phi$ 600      |
| ③ Pn 750.00       | 0,10305                     | $\phi$ 600      |
| ④ Pn 1470.00      | 0,119886                    | $\phi$ 600      |
| 5 Pn 1640.00      | 0,07503                     | $\phi$ 500      |

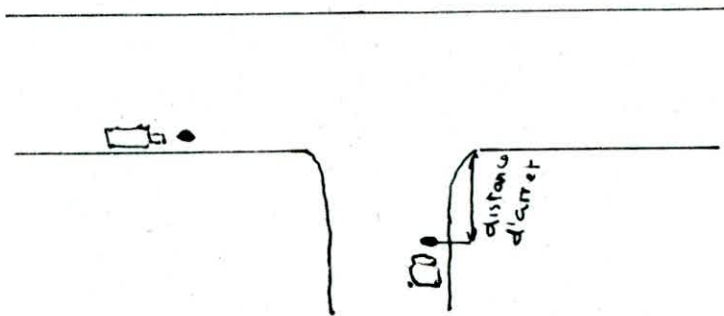


CARREFOURS

# CARREFOURS

## Generalités

le croisement de deux courants de circulation est dangereux et devra être aménagé de sorte que les conducteurs circulant sur les 2 voies disposent d'une distance de visibilité nécessaire et s'arrêter en arrivant au point de conflit



le carrefour est caractérisé par

1. Type de route à relier
2. Nombre de branches à relier
3. Implantation (zone urbaine ou rurale)
4. Trafic déterminant chaque itinéraire
5. Pourcentage de poids lourds

But de l'aménagement

les divers courants de circulation doivent pouvoir se succéder en tenant compte des considérations suivantes

- sécurité : pas de risque de collision

- commodité : en réduisant au moins le gêne apporté aux autres conducteurs ( freinage , accélération )

- de débit : débit suffisant sur les directions différentes d'où la nécessité d'un compromis

Type d'intersection :

Dans un carrefour on peut rencontrer différents types d'intersections pouvant être classées en 3 catégories

- 1°/ Intersection à 3 branches appelées bifurcation
- 2°/ Intersection à 4 branches
- 3°/ Intersection à plus de 4 branches

Méthode d'aménagement

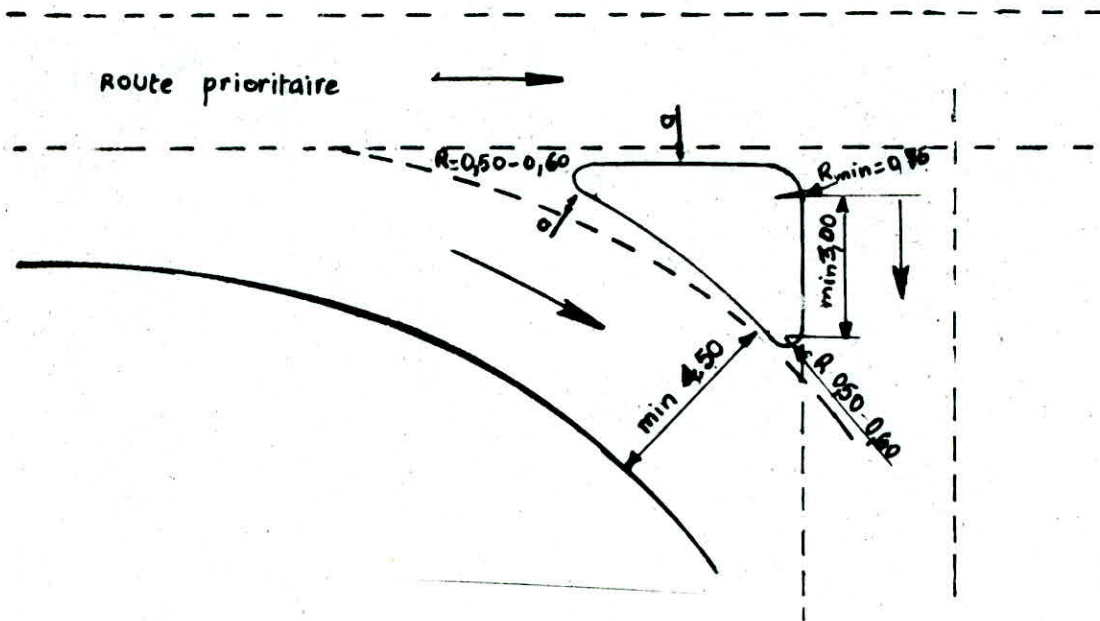
a/ On donne aux carrefours des caractéristiques géométriques suffisantes, c'est le type de carrefours libres

b/ On supprime les points de conflit : c'est le type de carrefours commandés

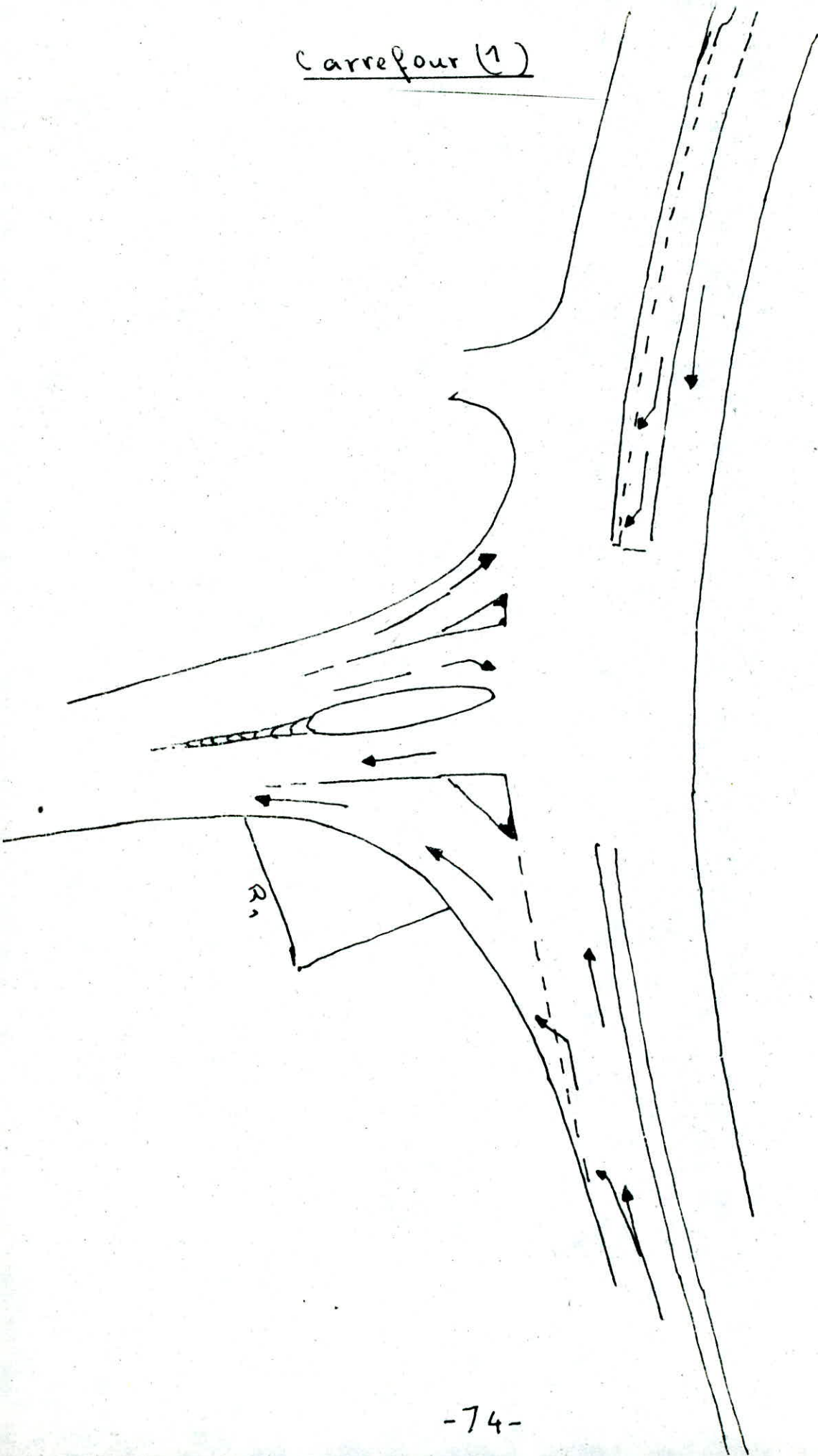
c/ En séparant complètement les courants : c'est le type de carrefour à niveau différents

Pour les carrefours (1) et (2) du projet, on se trouve confronté à des carrefours à 3 branches en forme de "T" dont la méthode est celle se rapportant à "a" avec des îlots directionnels et séparateurs

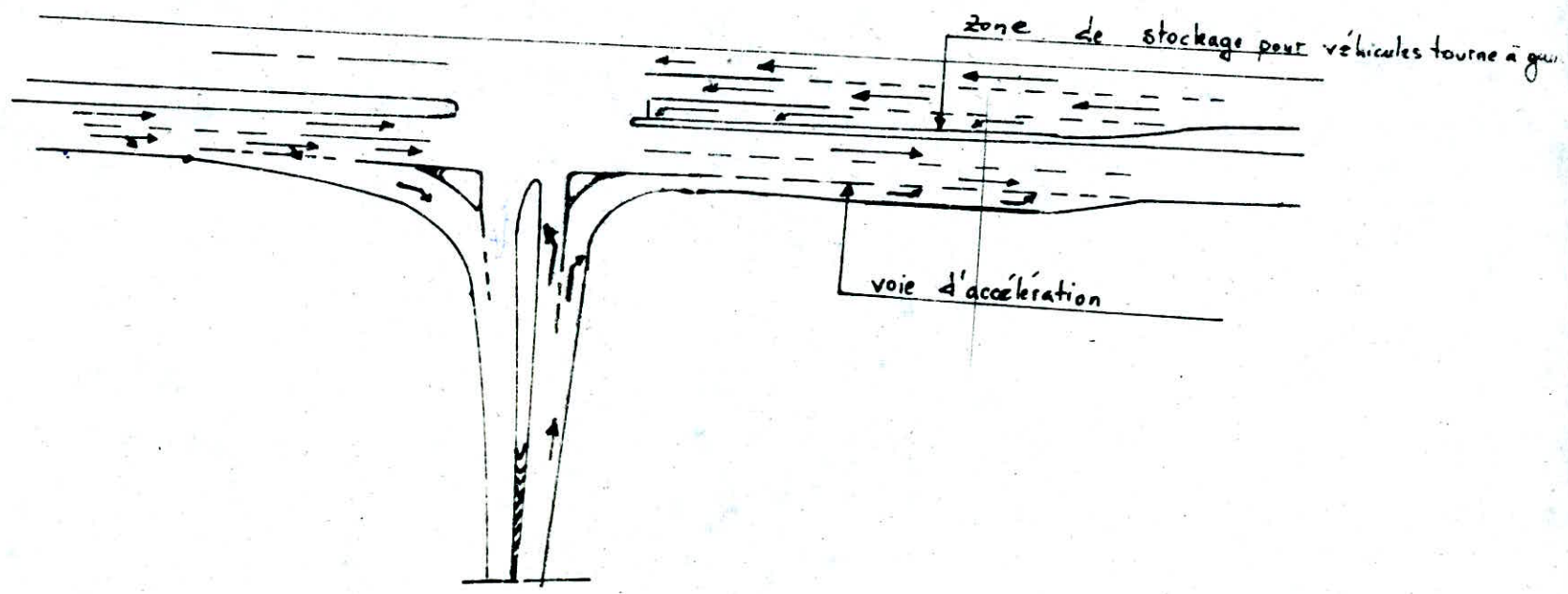
# ILOT DIRECTONNEL



Carrefour (1)



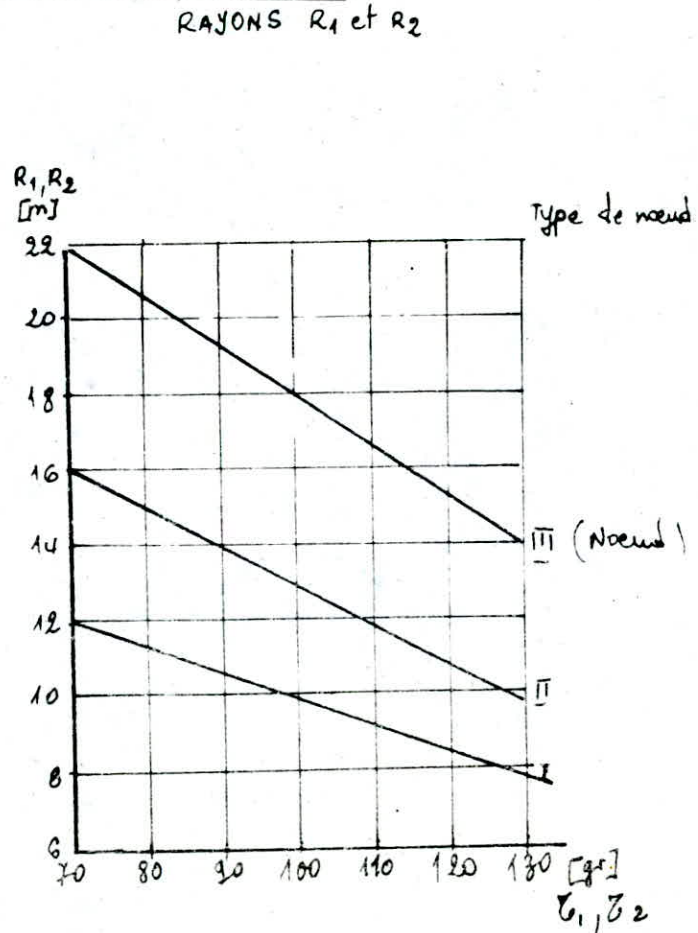
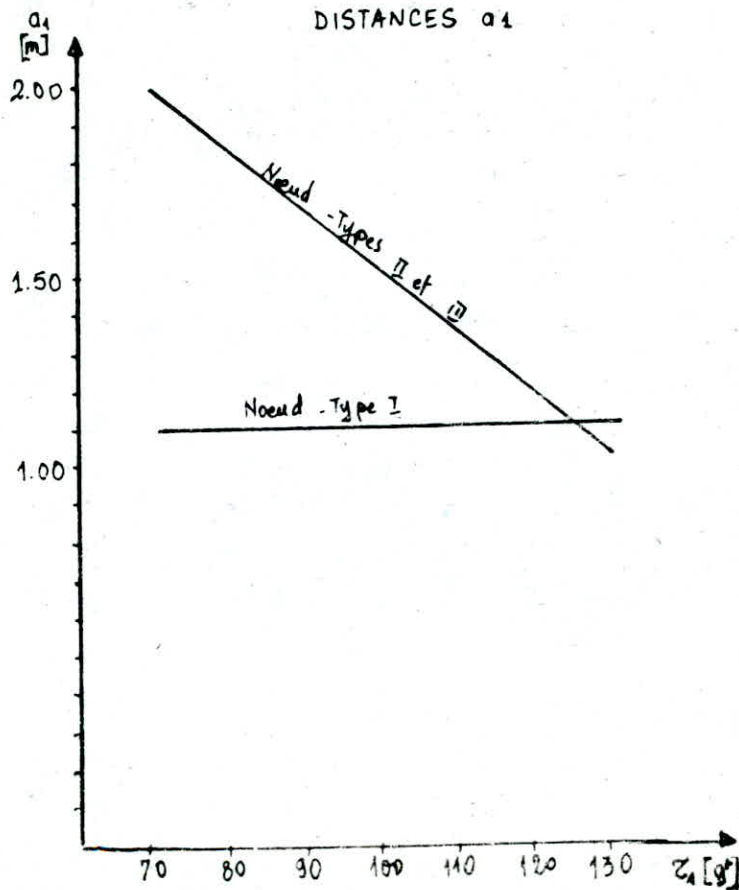
SCHEMA D'UN CARREFOUR (2)



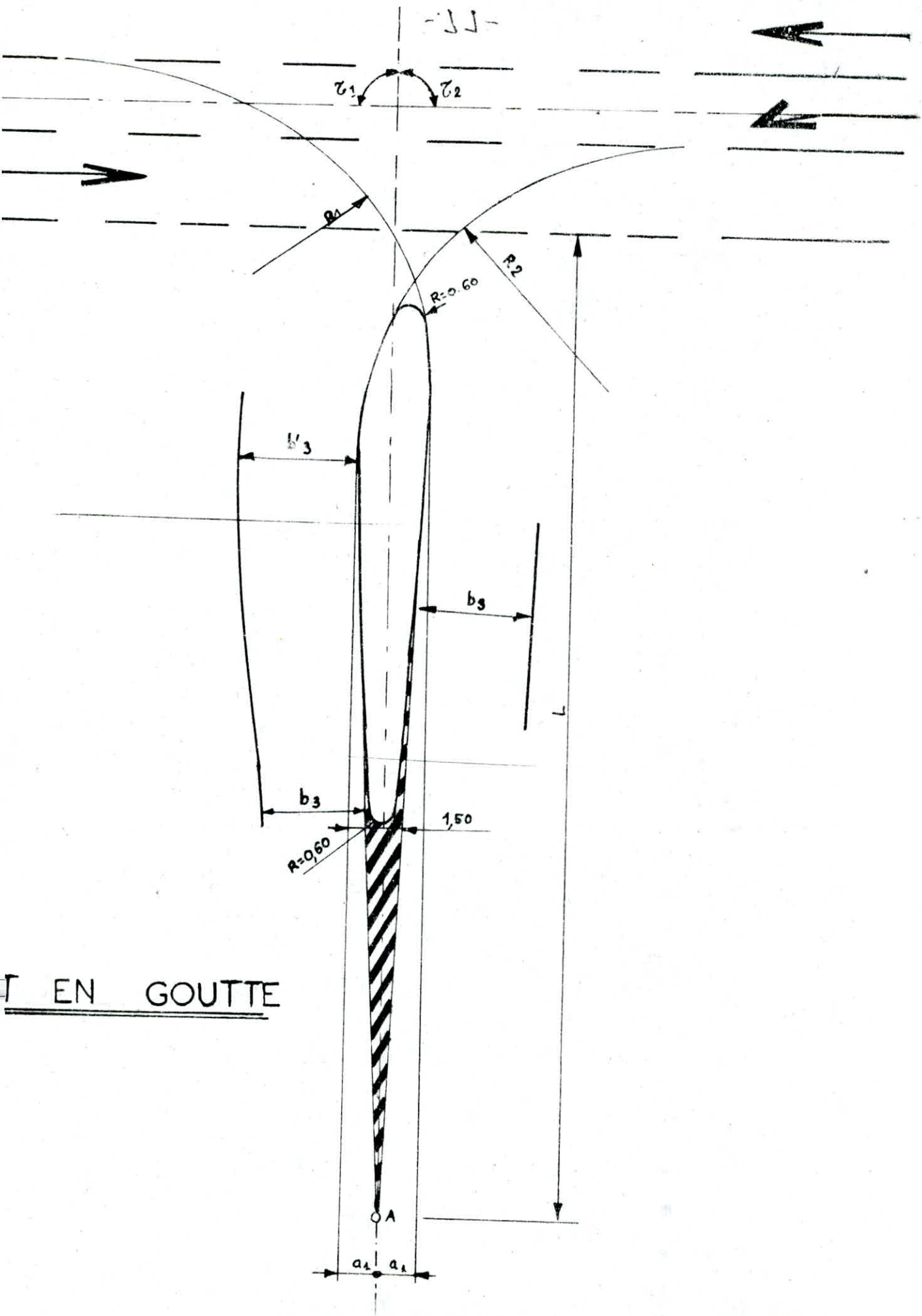
-75-

# ELEMENT DE L'ISLOT EN GOUTTE

| Type de Noeud                  | I (m)       | II (m) | III (m) |
|--------------------------------|-------------|--------|---------|
| R ( $\sigma = 100gr$ )         | 10,00       | 13,00  | 18,00   |
| L                              | 20,00       | 40,00  | 40,00   |
| b <sub>3</sub>                 | 4,00 - 4,50 | 4,50   | 4,50    |
| b' <sub>3</sub> (Pour Camions) | 4,5         | 4,50   | 4,50    |



-JJ-



EN GOUTTE



SIGNALISATION

---

# SIGNALISATION

## Generalités

Pour assurer une bonne manœuvre en toute sécurité des usagers arrivant à proximité de virages ou de carrefours sur une route à grande circulation, il faudra mettre en place une signalisation parfaite

### Signalisation horizontale

Elle est réalisée par des marquages à l'aide de peinture sur les chaussées. On rencontre les lignes longitudinales qui sont les suivantes

- Continues infranchissables
- Discontinues de délimitation de voie (forte prédominance des vides sur les pleins)
- Discontinues d'avertissement (prédominance des pleins sur les vides)
- Discontinues de guidage (équilibre entre les vides et les pleins)
- Mixtes (ligne discontinue accolée à une ligne continue)

Il existe un autre type de marquage qui est le marquage transversal comme par exemple :

- ligne "STOP"
- ligne "CEDER LE PASSAGE"

les autres marquages sont les flèches de rabattement et

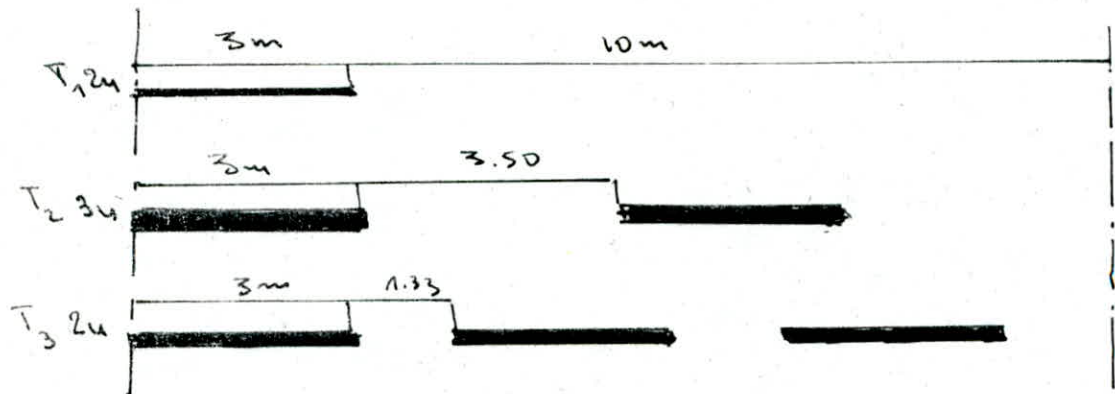
les fleches de selection. la couleur blanche est utilisée pour les différents marquages cités plus haut. Alors que le rouge et le blanc serviront pour les zones interdites au stationnement. Pour les lignes discontinues on retiendra trois types de modulation dont la différence se situe par le rapport des pleins aux vides. Ces types sont présentés (types de marquage) dans un tableau. la largeur des lignes est définie par rapport à une largeur "u" suivant le type de route

$u = 7,5\text{cm}$  sur autoroutes et voies urbaines

$u = 6,0\text{cm}$  sur routes et voies urbaines

(TMSA > 3000 v/j)

| Type de modulation | longueur du trait | Intervalle entre 2 traits successifs (m) | Rapport plein / vide  |
|--------------------|-------------------|--|-----------------------|
| $T_1$              | 3,00              | 10,00                                    | environ $\frac{1}{3}$ |
| $T'_1$             | 1,50              | 5,00                                     |                       |
| $T_2$              | 3,00              | 3,50                                     | Environ 1             |
| $T'_2$             | 0,50              | 0,50                                     |                       |
| $T_3$              | 3,00              | 1,50                                     | Environ 3             |
| $T'_3$             | 20,00             | 6,00                                     |                       |



Actuellement en Algérie il n'existe pas un règlement routier concernant particulièrement la signalisation. Toutefois nous allons nous intéresser aux différents panneaux d'indication d'avertissement observés sur les routes à grande circulation sur les carrefours

Pour les virages ( $R=180$  et  $R=200$ )

les signaux d'avertissement de danger

A<sub>1b</sub> : virage à droite dangereux

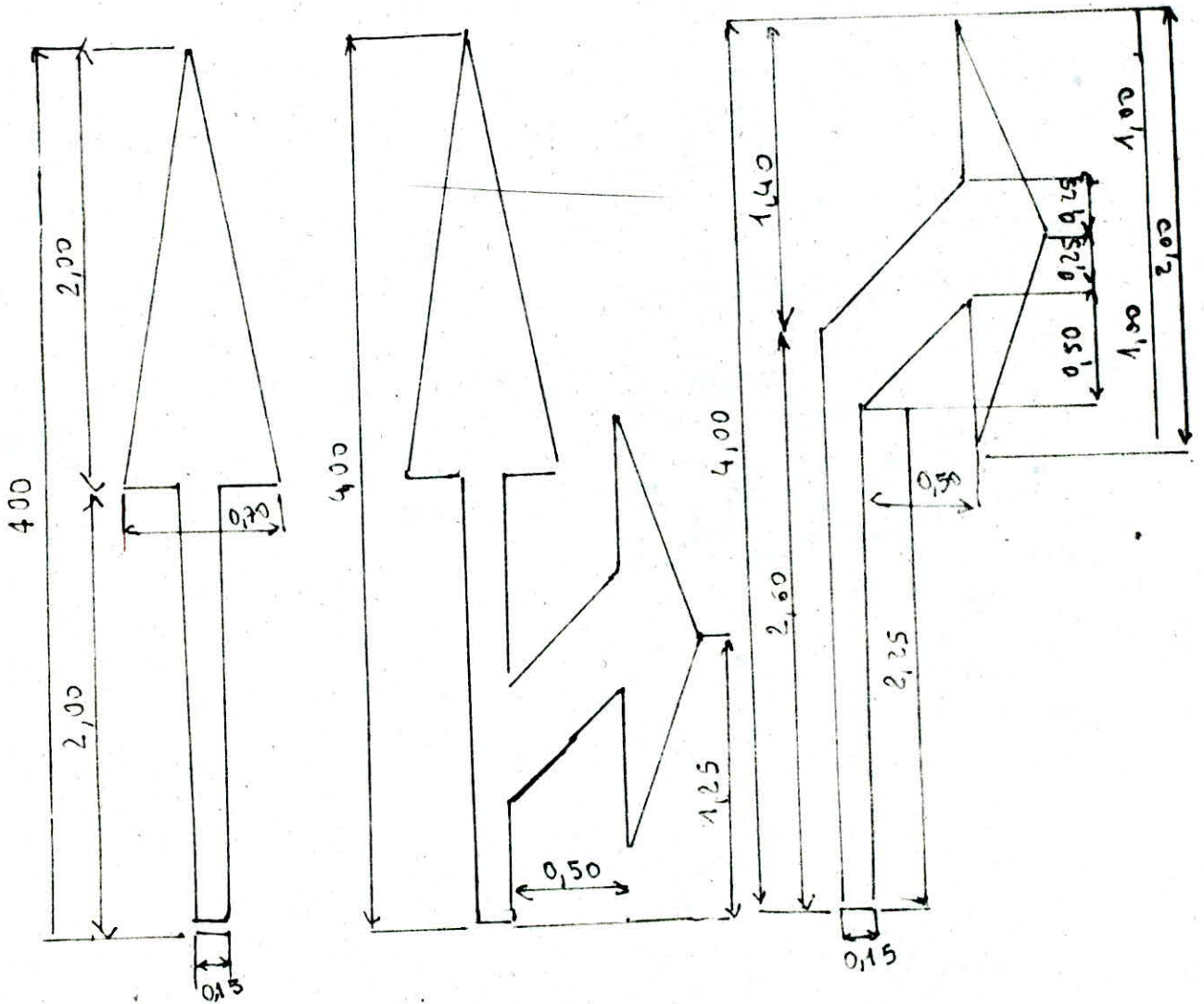
A<sub>1a</sub> : virage à gauche dangereux

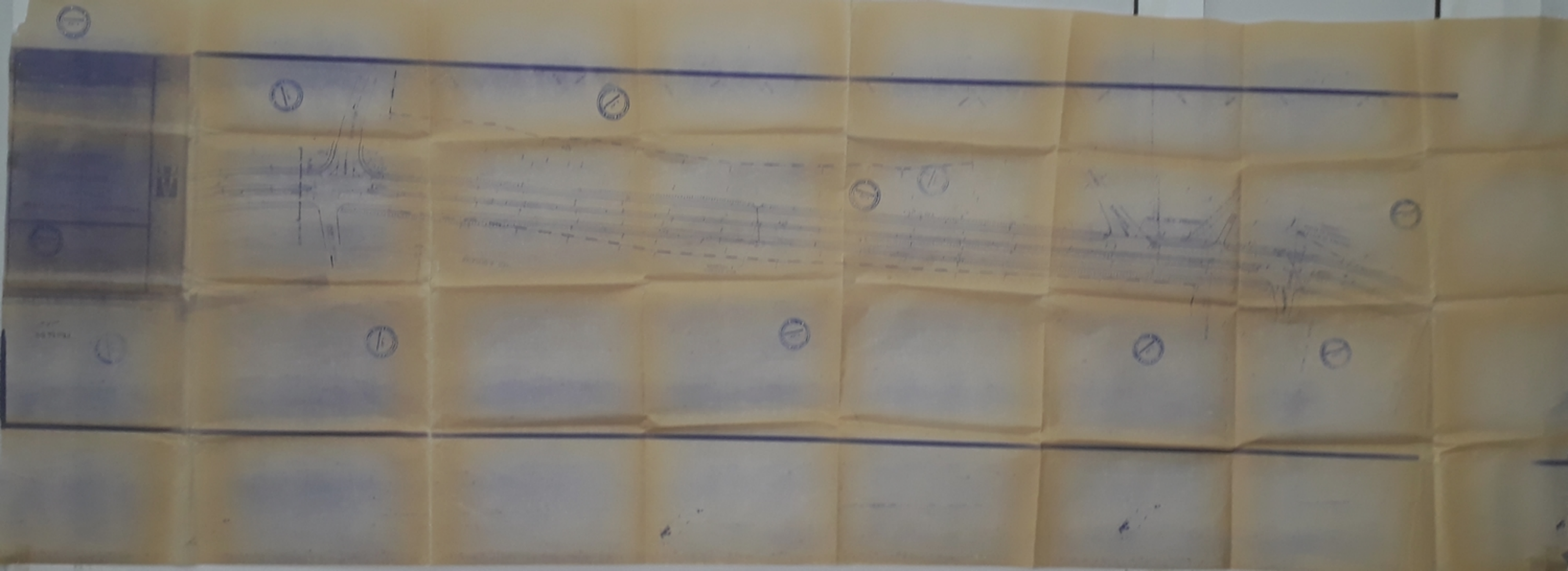
A<sub>24</sub> : "STOP" à 150 m (arrêt obligatoire)

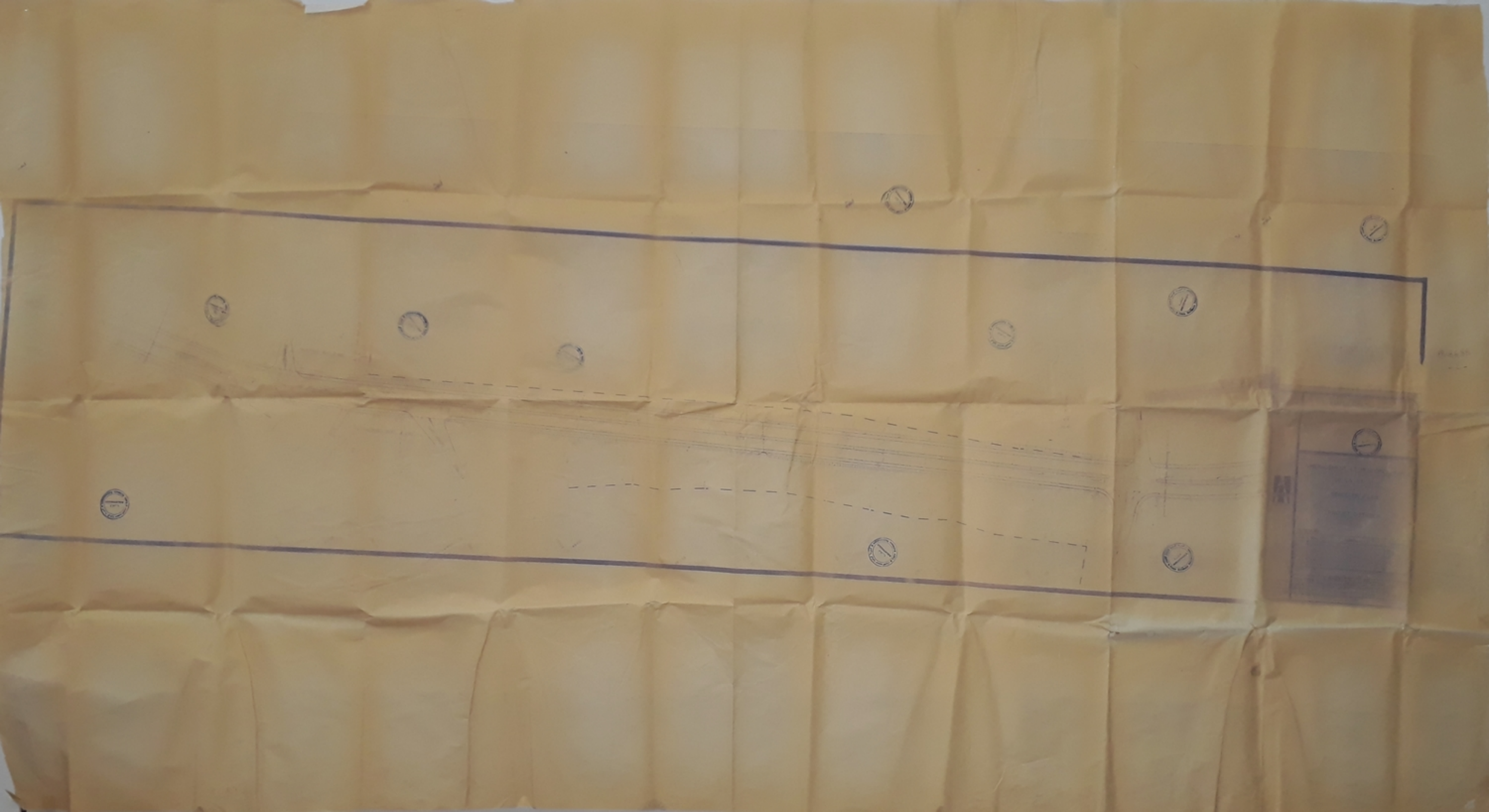


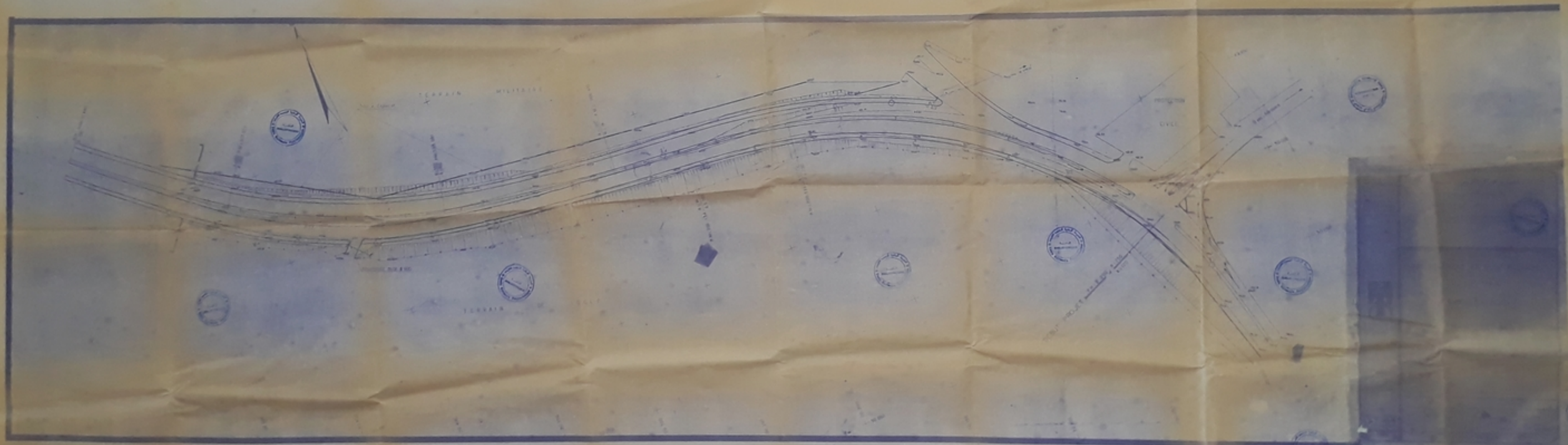
Sur la route à grande circulation, on rencontre la signalisation "d'indication" qui permet d'identifier la route

Les fleches de selection qu'on rencontre sur des voies du tourne a droite ( Carrefour) ou voie d'insertion sont telles que









1203685



