Séries d'exercices sur les voiries

Application 01

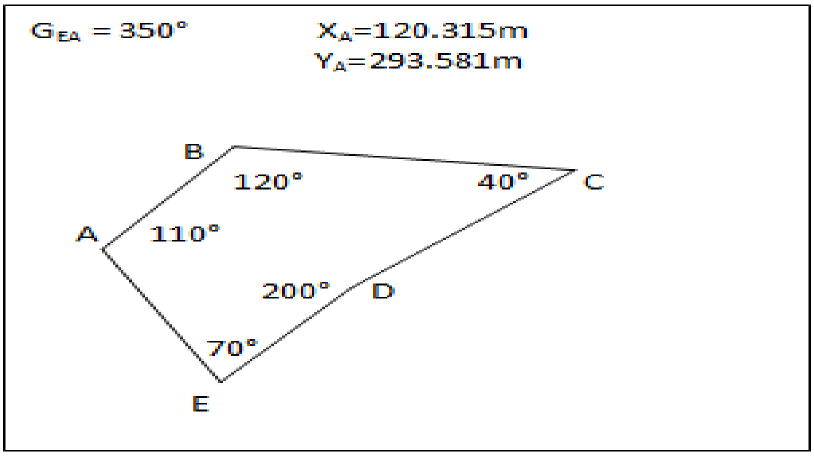
On veut réaliser une liaison routière pour desservir deux localités. On suppose que le terrain est vallonné ; à double sens et que la vitesse de circulation est limitée à 40Km/h. Quelle est la largeur de la chaussée ; si le débit réel de circulation est de 1128VP/h (prendre en compte que 5% de véhicules en circulation sont des poids lourds).

Application 02

On veut réaliser un réseau de voirie pour un lotissement de 480 logts sur une surface de 25ha.

1. Quelle serait la longueur optimale nécessaire pour ce réseau de voirie
2. La figure suivante représente un tronçon de ce réseau de voirie dont la vitesse de base de circulation est de 50Km/h.
   a. Déterminer la capacité maximale de circulation $Q_{idéal}$ d'une voie ; sachant que la distance min de sécurité entre 2 véhicules ; dans les conditions idéales est de 20m.
   b. Est-ce que la largeur indiquée sur la figure est suffisante si $Q_{réel\ (max)}$ = 1584VP/h. Sinon pour quel débit max cette largeur serait-elle suffisante.

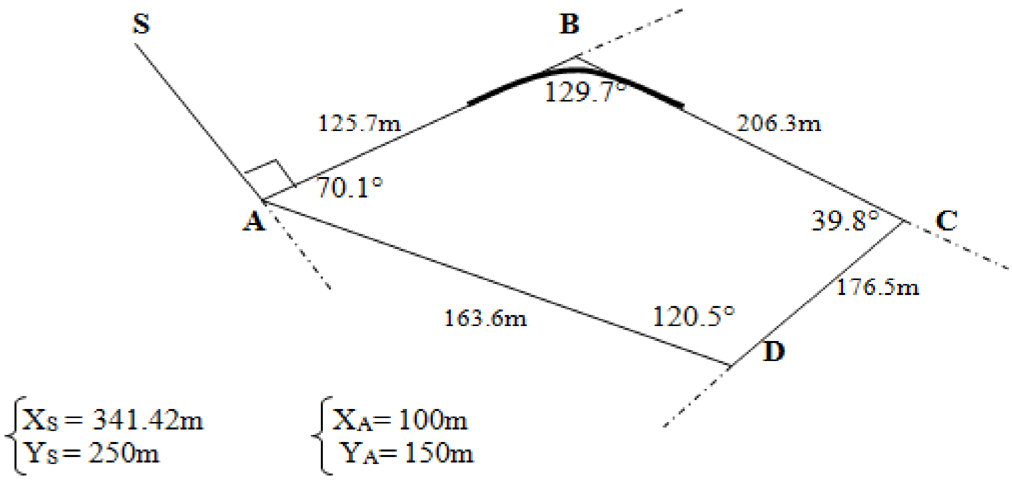
Application 03



1. Trouver la direction du nord (Schématisez)
2. Le gisement de chaque coté
3. ΔX et ΔY de chaque coté
4. La longueur EA
5. Les coordonnées x, y de chacun des sommets si les axes passent par le point le plus à l'ouest.

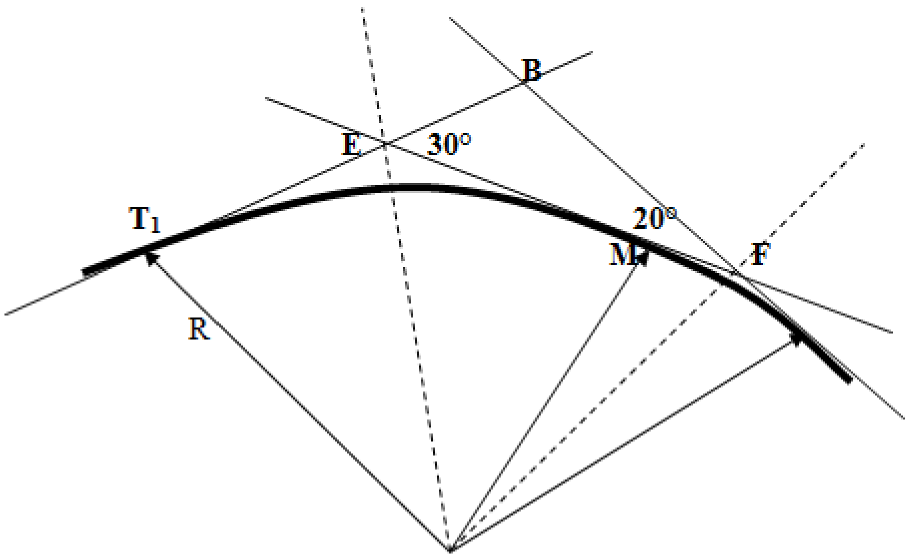
Application 04

1) Indiquer la direction du Nord ; Schématiser.
2) Démonter et vérifier (par calcul de gisement de chaque côté) l'erreur de fermeture de la polygonale fermée ABCD (α=1/6000).
3) Déterminer les valeurs corrigées des longueurs après compensation par la méthode des parallèles proportionnelles.



On désire raccorder les 2 alignements horizontaux AB et BC par une courbe circulaire simple tangente à la droite EF en M. (EF = 129.5m)

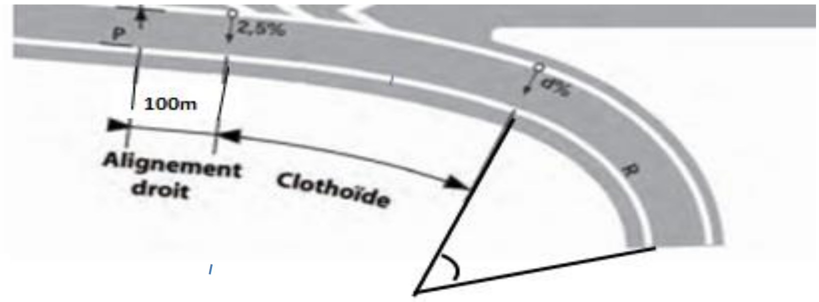
4) Calculer le rayon R et les chainages de T_1 et T_2 de cette courbe.



Application 05

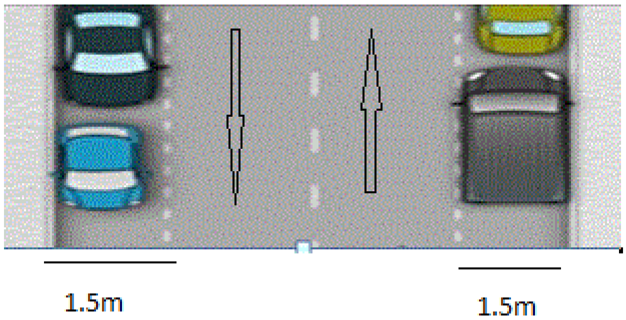
Le schéma ci-dessous représente une route principale avec une bretelle de sortie. Le début de la déviation de la bretelle est un raccordement rectiligne sur lequel une clothoïde permet d’atteindre progressivement le raccordement circulaire.

1. **Calculer** la longueur de la bretelle sachant que la vitesse de roulement est limitée à 60Km/h. (on donne d=5%, f=0.15, θ=35°)



2. Quel serait la valeur :
   - du dévers à 125m du début de mesurage (P)
   - du dévers au niveau du cercle si la longueur de la clothoïde est de 80m.

La figure suivante représente une chassée dont la vitesse de circulation est de 50Km/h. Avec un flux réel de 1700VP/h.



3. Quelle serait la largeur de la chaussée, en supposant que 4% de véhicules sont en réalité des poids lourds.

On dispose de 4 matériaux : sable, tout venant, grave naturelle et béton bitumeux.

4. Constituer avec dénomination de chaque couche et dimensionner la chaussée si le sol de fondation est de classe (S3).
5. On supposera que e_1 =5cm (béton bitumeux) ; e_2 = e_3 = 15cm (tout venant) ; e_4=0. Pour quelle classe de sol ce corps de chaussée serait-il adapté. Justifier et faire un nouveau schéma.

Rappels

Tab 01. Capacité d'une voirie en fonction du nombre de voies

Type de route	*Capacité (UVP/h) (Q)*
Route 2 voies, 2 sens	2000
Route 3 voies, 2 sens	4000
Route à voies multiples	2000 en moyenne/voie

Tab02. $Q_{idéal}^{obst}$/ $Q_{idéal}$ en fonction de la largeur de dégagement

Largeur du dégagement latéral (2cotés)	*Route à 2 voies de 3.6m*	
	Largeur effective	*Capacité % de la capacité idéale*
1.8	7.2	100
1.2	6.7	92
0.6	6.1	83
0	5.2	72

Tab 03. $Q_{réel}/Q_{idéal}^{obst}$ en fonction de la largeur d'une voie

Largeur de la voie	*Capacité en % de capacité d'une voie de 3.6m*	
	Routes à 2 voies	*Route à plus de 2 voies*
3.6	100	100
3.3	88	97
3.00	81	91
2.7	76	81

Solutions

VRD chapitre : Voiries

Application 01.

- Largeur de la chaussée.

Données : $V = 40 km/h$; $Q_{réel} = 1128 VP/h$

et nous avons 5% PL (Poids Lourds)

Solution : Dans la circulation on a :

95% VP + 5% PL (1)

or le terrain est vallonné ⇒ 1 PL = 5% VP

(1) ⇒ 95% VP + $\underbrace{5 \times 5}$% VP = 120% VP

Calculer donc ($Q_{réel}$) pour les 120% VP.

$$\begin{cases} 1128 \longrightarrow 100\% \\ ? \longrightarrow 120\% \end{cases} \Rightarrow Q_{réel}^{120\%} = 1128 \times 1{,}2$$

$$Q_{réel}^{120\%} \text{ (avec 5\% PL)} = 1128 \times 1{,}2 = 1354 \text{ VP/h.}$$

Tab 3 ⇒ $\dfrac{Q_{réel}^{120\%}}{Q_{idéal}^{obr}} = \dfrac{1354}{0{,}72 . 1923} = 0{,}97 = 97\%$

Avec :

Tab 2 ⇒ $Q_{idéal}^{obr} = 0{,}72 \; Q_{idéal}$ (obr = 0)

$$= 0{,}72 \left(\frac{V}{0{,}003V^2 + 0{,}2V + 8} \times 1000 \right)$$

$$= 0{,}72 \times 1923$$

Donc d'après le tableau 3 ; on aura :

$$\begin{cases} 88\% < 97\% < 100 \\ 3{,}3 < L_{rech} < 3{,}6\,m \end{cases}$$

Par interpolation on aura :

$$\begin{cases} 100 - 88 \longrightarrow 100 - 97 \\ 3{,}6 - 3{,}3 \longrightarrow 3{,}6 - L_{rech} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 12 \longrightarrow 3 \\ 0{,}3 \longrightarrow 3{,}6 - L_{rech} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{L_{rech} \simeq 3{,}5\,m}$$

Application 2

1) Longueur optimale

$$D^{té} = \frac{N}{S} = \frac{480}{25} = 19{,}2 \text{ Logts/ha}$$

Tab 1 $\Rightarrow \begin{cases} 15 < 19{,}2 < 20 \\ 11 < L_u < 9 \end{cases}$

Par interpolation :

$$\begin{matrix} 20 - 15 \longrightarrow 9 - 11 \\ 20 - 19{,}2 \longrightarrow 9 - L_u \end{matrix} \Rightarrow L_u \simeq 9{,}32\,m/$$

$$L_{opt} = 9{,}32 \times 480 \simeq 4500\,m \simeq 4{,}5\,km$$

Avec : $\begin{cases} 9{,}32\,m \longrightarrow \text{logt} \\ L_{opt} \longrightarrow 480 \text{ logts} \end{cases}$

2)

a) $Q_{idéal} = \dfrac{V}{e/1000} = 2500 \text{ vP/h}$

avec : $e = 20m$ et $V = 50km/h$

b) Tab 2 $\Rightarrow \dfrac{Q^{obr}_{idéal}}{Q_{idéal}} = 0{,}72$ (obr = 0)

$\Rightarrow Q^{obr}_{idéal} = 0{,}72\, Q_{idéal} = 1800 \text{ vP/h}$

Tab 3 $\Rightarrow \dfrac{Q_{réel}}{Q^{obr}_{idéal}} = 0{,}81$ (L = 3m)

$\Rightarrow Q_{réel} = 0{,}81 \cdot Q^{obr}_{idéal} = 1458 \text{ vP/h}$

$Q^{cal}_{réel} = 1458 \text{ vP/h} < Q^{donné}_{réel} = 1584 \text{ vP/h}$

$\Rightarrow$ L = 3m n'est pas suffisante.

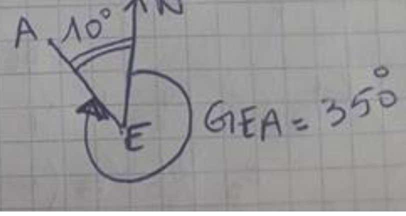
Cette Largeur (L = 3m) est suffisante pour un débit de 1458 vP/h.

Application 03

1) Trouver la direction du nord.

$G_{EA} = 350°$

Le gisement G_{EA} : l'angle que fait le nord avec la droite EA dans le sens des aiguilles d'une montre.

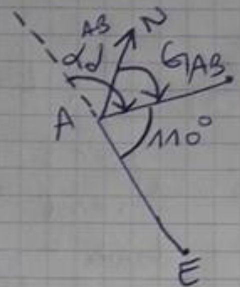


2) Le gisement de chaque côté

$G_{EA} = 350°$.

$G_{AB} = G_{EA} + \alpha_d^{AB}$.

α_d : angle de déflexion : angle que fait la prolongation de la droite EA vers la droite AB dans le sens des aiguilles d'une montre.



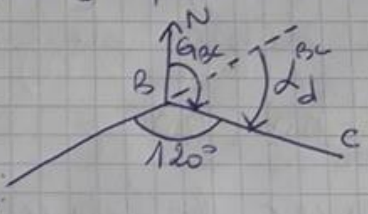
(*) $G_{AB} = G_{EA} + \alpha_d$

$= 350° + (180° - 110°)$ (voir le schéma)

$= 350 + 70 = 420° = 420° - 360° = 60°$.

$G_{AB} = 60°$.

(*) $G_{BC} = G_{AB} + \alpha_d^{BC}$



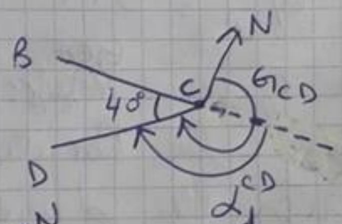
$G_{BC} = 60° + (180° - 120°)$

$= 60° + 60° = 120°$.

(*) $G_{CD} = G_{BC} + \alpha_d^{CD}$

$= 120° + (180° - 40°)$

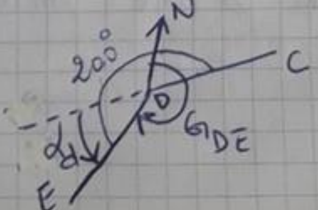
$= 260°$



(*) $G_{DE} = G_{CD} + \alpha_d^{DE}$

$= 260 - (200 - 180°)$

$G_{DE} = 240°$



(*) $G_{EA} = G_{CD} + \alpha_d^{EA} = 240° + 110° = 350°$ (vérifié)

3) Δx et Δy de chaque côté

$$\begin{cases} G_{AB} = 60° \\ L_{AB} = 200m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_{AB} = L_{AB} \sin G_{AB} = 173,2050\,m \\ \Delta y_{AB} = L_{AB} \cos G_{AB} = 100\,m \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{BC} = 120° \\ L_{BC} = 250\,m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_{BC} = L_{BC} \sin G_{BC} = 216,5060\,m \\ \Delta y_{BC} = L_{BC} \cos G_{BC} = -125,00\,m \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{CD} = 260° \\ L_{CD} = 300m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_{CD} = -295,4423\,m \\ \Delta y_{CD} = -52,0944\,m \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{DE} = 240° \\ L_{DE} = 84,55\,m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_{DE} = -73,2224\,m \\ \Delta y_{DE} = -42,2750\,m \end{cases}$$

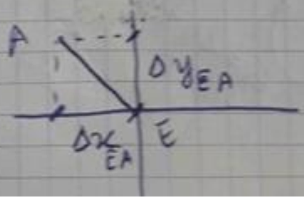
4) La longueur $L_{EA} = ?$

Cheminement fermé $\Rightarrow \begin{cases} \sum \Delta x_i = 0 \\ \sum \Delta y_i = 0 \end{cases}$

$$\begin{matrix} \sum \Delta x_i = 0 \Rightarrow \\ \sum \Delta y_i = 0 \Rightarrow \end{matrix} \begin{cases} \Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} + \Delta x_{CD} + \Delta x_{DE} + \Delta x_{EA} = 0 \\ \Delta y_{AB} + \Delta y_{BC} + \Delta y_{CD} + \Delta y_{DE} + \Delta y_{EA} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta x_{EA} = -21,0463\,m \\ \Delta y_{EA} = 119,3654\,m \end{cases}$$

Enfin $L_{EA} = \sqrt{\Delta x_{EA}^2 + \Delta y_{EA}^2} = 121,2106\,m$



(6)

5) Les coordonnées de chaque point par rapport au point le plus éloigné à l'ouest.

On a : $\begin{cases} \Delta x_{AB} = x_B - \overset{\nearrow 0}{x_A} \\ \Delta y_{AB} = y_B - \overset{\nearrow 0}{y_A} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_B = 173,2050\,m \\ y_B = 100\,m \end{cases}$.

Même chose pour les autres points ;

$\begin{cases} \Delta x_{BC} = x_C - x_B \\ \Delta y_{BC} = y_C - y_B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_C = 389,711\,m \\ y_C = -25,00\,m \end{cases}$.

$\begin{cases} x_D = 94,269\,m \\ y_D = -77,090\,m \end{cases}$; $\begin{cases} x_E = 21,047\,m \\ y_E = -119,365\,m \end{cases}$.

$\begin{cases} \Delta x_{EA} = x_A - x_E \\ \Delta y_{EA} = y_A - y_E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_A = 0 \\ y_A = 0 \end{cases}$ (Vérifié).

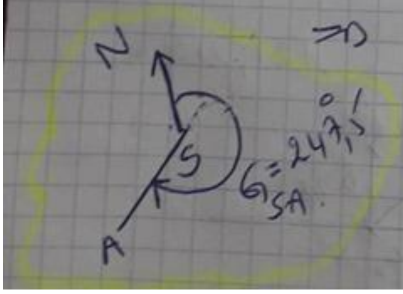
Application 4

1) Direction du nord

$\begin{cases} \Delta x_{SA} = 100 - 341,42 = -241,42\,m \quad 0 \\ \Delta y_{SA} = 150 - 250 = -100\,m < 0 \end{cases}$

$\begin{cases} \Delta x \quad 0 \\ \Delta y < 0 \end{cases} \Rightarrow 3^{\text{ème}}$ cas (voir le cour)

$\Rightarrow G_{SA} = 180° + tg^{-1}\left|\frac{\Delta x_{SA}}{\Delta y_{SA}}\right|$



$G_{SA} = 180° + tg^{-1}\left|\frac{241,42}{100}\right| = 247,5°$

5) Les coordonnées de chaque point par rapport

(9)

(7)

2) $\alpha = \frac{1}{6000}$ (degré de précision de l'appareil de mesure)

$\Sigma \alpha_i = 360°$

$(n-2)180 = 360°$ (n : nbre de sommets de la polygonale) $(n = 4)$

$E_{abs} = \Sigma \alpha_i - (n-2)180 = 0{,}1$

$E_{réel} = \frac{E_{abs}}{} = 2{,}777 . 10^{-4}$

$\alpha \sqrt{n} = \alpha \sqrt{4} = 3{,}333 . 10^{-4}$.

On voit que $E_{réel} < \alpha \sqrt{n} \Rightarrow$ on procède à la compensation.

Pour vérifier l'erreur de fermeture de la polygonale ; on calcule les ≠ gisements

$G_{SA} = 247°{,}5$

$G_{AB} = G_{SA} + \alpha_d = 247°{,}5 + (180 + 90) = 157°{,}5$

$G_{BC} = G_{AB} + \alpha_d = 157{,}5 + (180° - 129{,}7) = 207{,}8$

$G_{CD} = G_{BC} + \alpha_d = 207°{,}8 + (180 - 39°{,}8) = 348°$

$G_{DA} = G_{CD} + \alpha_d = 348° + (180 - 120°{,}5) = 47°{,}5$

$G_{AB} = G_{DA} + \alpha_d = 47°{,}5 + (180 - 70°{,}1) = 157°{,}4$

On voit bien que l'erreur de fermeture est de $0{,}1°$ $(157°{,}5 - 157°{,}4 = 0{,}1°)$.

3) Déterminer les valeurs corrigées des longueurs.

On a : $L_i^{corr} = \sqrt{\Delta x_i^{2\,corr} + \Delta y_i^{2\,corr}}$

On calcule les Δx_i^{corr} et Δy_i^{corr}.

$$\Delta x_i^{corr} = \Delta x_i^{cal} - \frac{L_i \, \Sigma \Delta x_i}{\Sigma L_i}$$

$$\Delta y_i^{corr} = \Delta y_i^{cal} - \frac{L_i \, \Sigma \Delta y_i}{\Sigma L_i}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{AB}^{cal} = 125,7 \sin 157^\circ,5 = 48,1\,m \\ \Delta y_{AB}^{cal} = 125,7 \sin 157^\circ,5 = -116,13\,m \end{cases}$$

avec : $\begin{cases} \Delta x_i^{cal} = L_i \sin G_i \\ \Delta y_i^{cal} = L_i \cos G_i \end{cases}$

De même : $\begin{cases} \Delta x_{BC} = -96,22\,m. \\ \Delta y_{BC} = -182,49\,m \end{cases}$

$\begin{cases} \Delta x_{CD} = -36,7\,m \\ \Delta y_{CD} = 172,64\,m \end{cases}$

$\begin{cases} \Delta x_{DA} = 163.6 \sin 47,5 = 120,62\,m \\ \Delta y_{DA} = 110,53\,m \end{cases}$

$\begin{cases} \Sigma \Delta x_i = 35,8 \\ \Sigma \Delta y_i = -15,45 \end{cases}$ $\qquad \Sigma L_i = 672,1\,m$

$$\frac{\Sigma \Delta x_i}{\Sigma L_i} = 0,0533 \; ; \; \frac{\Sigma \Delta y_i}{\Sigma L_i} = -0,0230$$

Enfin :

$$\begin{cases} \Delta x_{AB}^{corr} = 48,1 - 0,0533 \cdot 125,7 = 41,40 \text{ m} \\ \Delta y_{AB}^{corr} = -116,13 + 0,023 \times 125,7 = -113,24 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{BC}^{corr} = -107,22 \text{ m} \\ \Delta y_{BC}^{corr} = -117,75 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{CD}^{corr} = -46,11 \text{ m} \\ \Delta y_{CD}^{corr} = 176,70 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{DA}^{corr} = 111,90 \text{ m} \\ \Delta y_{DA}^{corr} = 114,29 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Sigma \Delta x_i^{corr} = -0,03 \simeq 0 \\ \Sigma \Delta y_i^{corr} = 0 \end{cases}$$

Et on aura : $L_{AB}^{corr} = \sqrt{\Delta x_{AB}^{2\,corr} + \Delta y_{AB}^{2\,corr}} = 120,57 \text{ m}$

de même ; $L_{BC}^{corr} = 207,58 \text{ m}$

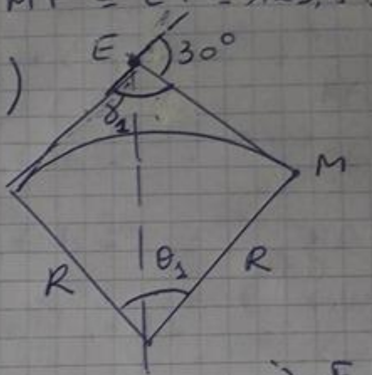
$L_{CD}^{corr} = 182,62 \text{ m}$

$L_{DA}^{corr} = 159,95 \text{ m}$

4) Calculer R ?

Nous avons $EM + MF = EF = 129,5$ .....(*)

$1^{ère}$ Courbe (Cercle $\overset{\frown}{T_1M}$)



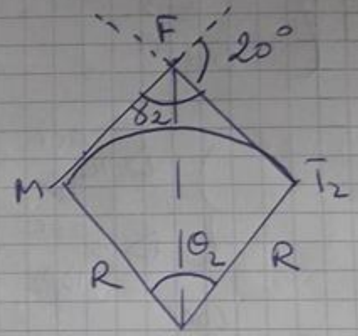
On a :

$\gamma_1 = 180° - 30° = 150°$

$tg\,\dfrac{\gamma_1}{2} = \dfrac{R}{EM}$

$\Rightarrow \quad EM = \dfrac{R}{tg\left(\frac{\gamma_1}{2}\right)}$

$2^{ème}$ Courbe (Cercle $\overset{\frown}{MT_2}$)



$\gamma_2 = 180° - 20° = 160°$

$tg\,\dfrac{\gamma_2}{2} = \dfrac{R}{MF} \Rightarrow MF = \dfrac{R}{tg\left(\frac{\gamma_2}{2}\right)}$

$(*) \Rightarrow EM + MF = \dfrac{R}{tg\left(\frac{\gamma_1}{2}\right)} + \dfrac{R}{tg\left(\frac{\gamma_2}{2}\right)} = 129,5\ m.$

$\Rightarrow \quad R = \dfrac{129,5}{\dfrac{1}{tg\,75°} + \dfrac{1}{tg\,80°}} = 291,67\ m.$

Les chainage CHT_1 et CHT_2 ;

$CHT_1 = L_{AB} - T_1E = 120,57 - \dfrac{R}{tg\,75} = 42,42\ m.$

$CHT_2 = CHT_1 - \overset{\frown}{T_1T_2}$

$\overset{\frown}{T_1T_2} = (\theta_1 + \theta_2)\, R \times \dfrac{3,14}{180°}$

avec : $\theta_1 = 30°$ et $\theta_2 = 20°$.

$$\frac{\theta_1}{2} + \frac{\gamma_1}{2} + 90° = 180° \Rightarrow \theta_1 = 30°$$

$$\frac{\theta_2}{2} + \frac{\gamma_2}{2} + 90° = 180° \Rightarrow \theta_2 = 20°$$

$$\widehat{T_1T_2} = 50 \times 291,67 \times \frac{3,14}{180} = 254,4\ m$$

$$CH\,T_2 = CH\,T_1 + \widehat{T_1T_2} = 42,42 + 254,4 = 296,82\ m$$

Application 5

1) Calcul de la longueur de la bretelle montrée sur le schéma

$$L(\text{bretelle}) = L(\text{droite}) + L(\text{clothoïde}) + L(\text{Cercle})$$

$L(\text{droite}) = 100\ m$

$L(\text{clothoïde}) = \frac{V}{7,2}(5 + 2,5) = 62,5\ m$

$L(\text{Cercle}) = R\theta\frac{\pi}{180°} = 86,57\ m$

avec : $R^{min} = \frac{V^2}{127(d+f)} = \frac{(60)^2}{127(0,05 + 0,15)}$

$R^{min} = 141,8\ m$

Enfin : $L(\text{bretelle}) = 100 + 62,5 + 86,57 = 249,1\ m$.

2) ⊖ Le dévers à 125 m du début de mesurage :

$$L = \frac{V}{7,2}(d + 2,5\%) \Rightarrow d = \frac{25 \times 7,2}{60} - 2,5 = 0,5\%$$

⊖ Le dévers au niveau du Cercle de la clothoïde

avec : $L = 80\ m$

$$L = \frac{V}{7,2}(d + 2,5\%) \Rightarrow d = \frac{80 \times 7,2}{60} - 2,5 = 7,1\%$$

3) L (chaussée) = ? avec : $\begin{cases} obt = 1,5 \\ PL = 7\% \end{cases}$

On a : $\dfrac{Q^{obt}_{idéal}}{Q_{idéal}} = ?\,(1)$ (Acct = obt = 1,5 m, voir le schéma)

$\dfrac{Q_{réel}}{Q^{obt}_{idéal}} = ?\,(2)$ (Pour avoir $L_{chaussée}$?)

obt = 1,5 m ⇒ il est entre :

$1,2 < 1,5 < 1,8$ (Tableau 02)

$92 < \underbrace{\text{Capacité \%}}_{x} < 100$

Par interpolation on aura :

$$\begin{cases} 1,8 - 1,2 \longrightarrow 1,8 - 1,5 \\ 100 - 92 \longrightarrow 100 - x \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,6 \longrightarrow 0,3 \\ 8 \longrightarrow 100 - x \end{cases} \Rightarrow x = 98,7\%$$

$(1) \Rightarrow \dfrac{Q^{obt}_{idéal}}{Q_{idéal}} = 98,7\% \Rightarrow Q^{obt}_{idéal} = 98,7\% \, (Q_{idéal})$

or : $Q_{idéal} = \dfrac{v}{e/1000} = \dfrac{v}{0,003V^2 + 0,2V + 8} \times 1000$

$Q_{idéal} = 1851$ vP/h

$\Rightarrow Q^{obt}_{idéal} = 1851\,(98,7\%) = 1826$ vP/h.

Nous 7% PL ⇒ $Q^{7\%PL}_{réel} = ?$

Dans la circulation on a : 7% PL + 93% VP

Route plate (voir le schéma) ⇒ PL = 2,5 VP.

$93\%\ VP + 7\%\ PL = 93\%\ VP + (7 \times 2{,}5\%)\ VP$

$= 110{,}5\%\ VP$

$\underset{7\%PL}{1700\ VP/h} \longrightarrow 100\%$

$Q_{réel} \longrightarrow 110{,}5\%$

$\Rightarrow Q^{7\%PL}_{réel} = 1878\ VP/h = 1700 \times 1{,}105$

(2) $\Rightarrow \dfrac{Q^{7\%PL}_{réel}}{Q^{obt}_{ideal}} = \dfrac{1878}{1826} = 1{,}02 \simeq 100\%$

$\Rightarrow$ L (chaussée) = 3,6 m (tab 3)