CVG 2571

Mesures et Arpentage

Devoir 5

Courbes Horizontales et verticales

Échéance: 29 mars 2018

Question 1

Tabulez le rayon, R, la longue corde, LC, la contre-flèche, E, la station du début de la courbe, TC, la station de la fin de la courbe, CT, ainsi que angles de déflexion et cordes incrémentales nécessaires à l'implantation de courbes horizontales aux stations entières (100 ft).

Pour une courbe de *chemin de fer*, D_c = 2°30', I =15°00', station PI = 38+65.42 (ft).

Solution :

R est le rayon de la courbe :

$$\sin\left(\frac{D_c}{2}\right)=\frac{100\,ft/2}{R}$$

$$\sin\left(\frac{2°30'}{2}\right)=\frac{50\,ft}{R}$$

$$R=\frac{50\,ft}{\sin\left(\frac{2°30'}{2}\right)}$$

$$\boxed{R=2292.01\,ft}$$

LC est la longue corde de la courbe :

$$\sin\left(\frac{I}{2}\right)=\frac{(LC/2)}{R}$$

$$LC=2R\sin\left(\frac{I}{2}\right)=2(2292.01\,ft)\sin\left(\frac{15°00'}{2}\right)$$

$$\boxed{LC=598.335\,ft}$$

E est la contre-flèche de la courbe :

l'examen de la géométrie de la courbe nous donne :

$$\tan\left(\frac{I}{2}\right)=\frac{E+M}{LC/2}$$ (où M est la flèche.

On peut aussi déterminer que :

$$\cos\left(\frac{I}{2}\right)=\frac{R-M}{R}$$

d'où :

$$M=R\left(1-\cos\left(\frac{I}{2}\right)\right)=2292.01\,ft\left(1-\cos\left(\frac{15°00'}{2}\right)\right)$$

$$\boxed{M=19.61\,ft}$$

et donc :

$$E=\frac{LC}{2}\tan\left(\frac{I}{2}\right)-M=\frac{598.33\,ft}{2}\tan\left(\frac{15°00'}{2}\right)-19.61\,ft$$

$$\boxed{E=19.78\,ft}$$

$$\frac{T}{R}=\tan\left(\frac{I}{2}\right)$$

$$T=R\tan\left(\frac{I}{2}\right)=2292.01\,ft\tan\left(\frac{15°00'}{2}\right)$$

$$T=301.75\,ft$$

La station du début de la courbe TC (tangente à courbe), est trouvée en soustrayant la tangente, T, de la station du point d'intersection :

$$TC=PI-T=38+65.42-(3+01.75)$$

$$\boxed{TC=35+63.67}$$

La longeur de la courbe, L est donnée par :

$$L=RI=2292.01\,ft\left(15°\times\frac{\pi}{180°}\right)$$

$$\boxed{L=600.05\,ft}$$

Pour les voies ferrées utilisant la définition des cordes, les stations son définies le long des cordes. Puisque la station initiale est à TC=35+63.67, la station suivante est à (36+00)-(35+63.67)=36.33 ft.

L'angle soutendu par une corde de 36.33 ft est donc :

$$\sin\left(\frac{d_{initial}}{2}\right)=\frac{c_{initial}/2}{R}$$

$$d_{initial}=2\arcsin\left(\frac{c_{initial}/2}{R}\right)=2\arcsin\left(\frac{36.33\,ft/2}{2292.01\,ft}\right)$$

$$\boxed{d_{initial}=0.908°=0°54'29''} \quad , \quad \boxed{\delta_{initial}=\frac{d_{initial}}{2}=0°27'15''}$$

Les angles intermédiaires sont donnés par :

$$\sin\left(\frac{d}{2}\right)=\frac{c/2}{R} \quad , \quad c=100\,ft$$

$$d=2\arcsin\left(\frac{c/2}{R}\right)=2\arcsin\left(\frac{100\,ft/2}{2292.01\,ft}\right)$$

$$\boxed{d=2°30'=D_c} \quad , \quad \delta=1°15'$$

Puisqu'il s'agit d'une voie ferrée, les stations sont définies aux cordes. En outre, la somme des angles de déflexion : $\sum\delta=\frac{I}{2}=7°30'$

donc : $\delta_{final}=\frac{I}{2}-\delta_{initial}-n\,\delta$

$$n=\left[\frac{\frac{I}{2}-\delta_{initial}}{\delta}\right]=\left[\frac{7°30'-0°27'15''}{1°15'}\right]=[5.64]$$

$$\boxed{n=5}$$

$$\delta_{final}=\frac{I}{2}-\delta_{initial}-n\,\delta=7°30'-0°27'15''-5(1°15')$$

$$\boxed{\delta_{final}=0°47'45''}$$

$$c_{final}=2\,R\sin(\delta_{final})=2(2292.01\,ft)\sin(0°47'45'')$$

$$c_{final}=63.67\,ft$$

$$CT=TC+c_{initial}+n\,c+c_{final}=35+63.67+36.33+5(100.00)+63.67$$

$\boxed{CT=41+63.67}$ (station de la fin de la courbe)

Puisqu'il s'agit d'une voie ferrée utilisant la définition de la corde, les stations sont mesurées aux cordes incrémentales et non le long de l'arc.

Question 2

Pour la courbe de la Question 1, tabulez les données de la courbe, les angles de déflexion et cordes totales requises pour implanter la courbe à des stations complètes en utilisant une station totale installée à PC.

Solution :

Station	c	δ	Σδ	LC
35+63.67			0°00'00"	0.00
	36.33	0°27'15"		
36+00.00			0°27'15"	36.33
	100.00	1°15'00"		
37+00.00			1°42'15"	136.32
	100.00	1°15'00"		
38+00.00			2°57'15"	236.24
	100.00	1°15'00"		
39+00.00			4°12'15"	336.05
	100.00	1°15'00"		
40+00.00			5°27'15"	435.7
	100.00	1°15'00"		
41+00.00			6°42'15"	535.15
	63.67	0°47'45"		
41+63.67			7°30'00"	598.33
Σ=	600.00	7°30'00" ✓		
	I/2 =	7°30'00" ✓		

Question 3

Tabulez le rayon, R, la longue corde, LC, la contre-flèche, E, la station du début de la courbe, TC, la station de la fin de la courbe, CT, ainsi que angles de déflexion et cordes incrémentales nécessaires à l'implantation de courbes horizontales aux stations entières (100 ft).

Pour une courbe d'*autoroute*, D_a=2°30', I=15°00', station PI=38+65.42 (ft).

$$R=\frac{100\,ft}{D_a\frac{\pi}{180°}}=\frac{100\,ft\,180°}{D_a\pi}=\frac{100\,ft\,180°}{2°30'\pi}$$

$$\boxed{R=2291.83\,ft}$$

$$LC=2R\sin\left(\frac{I}{2}\right)=2(2291.83\,ft)\sin\left(\frac{15°}{2}\right)$$

$$\boxed{LC=598.29\,ft}$$

$$M=R\left(1-\cos\left(\frac{I}{2}\right)\right)=2291.83\,ft\left(1-\cos\left(\frac{15°00'}{2}\right)\right)$$

$$\boxed{M=19.61\,ft}$$

$$E=\frac{LC}{2}\tan\left(\frac{I}{2}\right)-M=\frac{598.29\,ft}{2}\tan\left(\frac{15°00'}{2}\right)-19.61\,ft$$

$$\boxed{E=19.77\,ft}$$

$$\tan\left(\frac{I}{2}\right)=\frac{T}{R}$$

$$T=R\tan\left(\frac{I}{2}\right)=2291.83\tan(7°30')$$

$$\boxed{T=301.73\,ft}$$

$$L=\heartsuit\ R=I\,\frac{\pi}{180°}R=15°\frac{\pi}{180°}2291.83\,ft$$

$$\boxed{L=600.00\,ft}$$

$$TC=PI-T=38+65.42-301.73$$

$\boxed{TC=35+63.69}$ (station du début de la courbe)

$$CT=TC+L=35+63.69+600.00$$

$\boxed{CT=41+63.69}$ (station de la fin de la courbe)

Puisqu'on a utilisé la définition de l'arc, les stations sont mesurées le long de l'arc. C'est aussi la norme si la courbe est définie seulement en termes du rayon (sans référence au degré de la courbe)

les arcs, s, sont définis ainsi :

$$s=100\,ft \quad , \quad s_{initial}=36+00.00-35+63.69=36.31\,ft \quad , \quad s_{final}=41+63.69-41+00.00=63.69\,ft$$

$$\delta=\frac{1}{2}\frac{100\,ft}{2291.83\,ft}\frac{180°}{\pi} \quad , \quad \delta_{initial}=\frac{1}{2}\frac{36.31\,ft}{2291.83\,ft}\frac{180°}{\pi} \quad , \quad \delta_{final}=\frac{1}{2}\frac{63.69\,ft}{2291.83\,ft}\frac{180°}{\pi}$$

$$\boxed{\delta=1°15'} \quad , \quad \boxed{\delta_{initial}=0°27'14''} \quad , \quad \boxed{\delta_{final}=0°47'46''}$$

$$c=2R\sin(\delta)=2(2291.83\,ft)\sin(1°15')$$

$$\boxed{c=99.99\,ft}$$

$$c_{initial}=2R\sin(\delta_{initial})=2(2291.83\,ft)\sin(0°27'14'')$$

$$\boxed{c_{initial}=36.31\,ft}$$

$$c_{final}=2R\sin(\delta_{final})=2(2291.83\,ft)\sin(0°47'46'')$$

$$\boxed{c_{final}=63.69\,ft}$$

Question 4

Pour la courbe de la Question 3, tabulez les données de la courbe, les angles de déflexion et cordes totales requises pour implanter la courbe à des stations complètes en utilisant une station totale installée à PC.

Solution :

PC == TC

Station	s	c	δ	Σδ	c (depuis TC)
35+63.69				0°00'00"	0.00
	36.31	36.31	0°27'14"		
36+00.00				0°27'14"	36.31
	100.00	99.99	1°15'00"		
37+00.00				1°42'14"	136.29
	100.00	99.99	1°15'00"		
38+00.00				2°57'14"	236.21
	100.00	99.99	1°15'00"		
39+00.00				4°12'14"	336.01
	100.00	99.99	1°15'00"		
40+00.00				5°27'14"	435.65
	100.00	99.99	1°15'00"		
41+00.00				6°42'14"	535.09
	63.69	63.69	0°47'46"		
41+63.69				7°30'00"	598.29
Σ=	600.00	599.95	7°30'00" ✓		
		I/2 =	7°30'00" ✓		

Question 5

Tabulez les élévations pour une courbe parabolique à tangentes égales d'une longueur de 800 ft pour une pente m_A (g_1) de +2.50%, qui se joint à une pente m_B (g_2) de -1.75% à la station 44+25 à une élévation de 368.96 ft. Les points d'implantation (stakeouts) seront à toutes les demi-stations (donc au 50 ft... de station entières... donc sauf aux extrémités).

$$Station_{début} = Station_{PVI} - \frac{L}{2} = 44+25-400$$

$$\boxed{Station_{début}=40+25}$$

$$Z_{début}=Z_{PVI}-g_1\frac{L}{2}=368.96\,ft-(2.50\,\%)(400.00\,ft)$$

$$\boxed{Z_{début}=358.96\,ft}$$

$$X=Station-Station_{début}$$

$$Tangente=g_1X+Z_{début}$$

$$Décalage=\frac{1}{2}r\,X^2$$

$$Z=Tangente+Décalage$$

$$r=\frac{g_2-g_1}{L}=\frac{-1.75\,\%-2.50\,\%}{800.00\,ft}$$

$$r=-5.31\times10^{-5}/ft$$

Station	X	X²	g_1 X	Tangente	Décalage	Z	ΔZ	Δ²Z
40+25.00	0	0	0.00	358.96	0.00	358.96		
							0.61	
40+50.00	25	625	0.63	359.59	-0.02	359.57		0.51
							1.12	
41+00.00	75	5625	1.88	360.84	-0.15	360.69		-0.14
							0.98	
41+50.00	125	15625	3.13	362.09	-0.42	361.67		-0.12
							0.86	
42+00.00	175	30625	4.38	363.34	-0.81	362.53		-0.14
							0.72	
42+50.00	225	50625	5.63	364.59	-1.34	363.25		-0.14
							0.58	
43+00.00	275	75625	6.88	365.84	-2.01	363.83		-0.13
							0.45	
43+50.00	325	105625	8.13	367.09	-2.81	364.28		-0.13
							0.32	
44+00.00	375	140625	9.38	368.34	-3.74	364.60		-0.13
							0.19	
44+50.00	425	180625	10.63	369.59	-4.80	364.79		-0.13
							0.06	
45+00.00	475	225625	11.88	370.84	-5.99	364.85		-0.14
							-0.08	
45+50.00	525	275625	13.13	372.09	-7.32	364.77		-0.13
							-0.21	
46+00.00	575	330625	14.38	373.34	-8.78	364.56		-0.14
							-0.35	
46+50.00	625	390625	15.63	374.59	-10.38	364.21		-0.12
							-0.47	
47+00.00	675	455625	16.88	375.84	-12.10	363.74		-0.14
							-0.61	
47+50.00	725	525625	18.13	377.09	-13.96	363.13		-0.13
							-0.74	
48+00.00	775	600625	19.38	378.34	-15.95	362.39		0.31
							-0.43	
48+25.00	800	640000	20.00	378.96	-17.00	361.96 ✓		

$Z_{PVI} + g_2 (L/2) =$ 361.96 ✓

$\Delta^2 Z_{moyen} = -0.133\,ft$ (moyenne n'inclus pas les extrémités, 0.51, et 0.31)

$$\frac{\Delta^2 Z_{moyen}}{\Delta X^2} = \frac{-0.133\,ft}{(50\,ft)^2} = -5.31 \times 10^{-5} / ft = r \quad ✓$$

Question 6

Les conditions sur le terrain exigent que la courbe de l'autoroute passe par un point fixe. Calculez une courbe verticale à tangentes égales appropriée, aux stations entières. La pente m_A (g_1) = -2.50% et m_B (g_2) = +1.50%, l'élévation au VPI (le point d'intersection des 2 tangentes) est de 2430.00 ft à la station 315+00. L'élévation est fixée à 2436.50 ft à la station 314+00.

$$Station_{PVI}=315+00 \quad , \quad Z_{PVI}=2430.00\,ft$$

$$Station_{P}=314+00 \quad , \quad Z_{P}=2436.50\,ft$$

$$g_1=-2.50\,\% \quad , \quad g_2=+1.50\,\% \quad , \quad r=\frac{(g_2-g_1)}{L}$$

$$\Delta X=Station_P-Station_{PVI}=314+00-315+00$$

$$\Delta X=-100.00\,ft$$

$$X_{PVI}=\frac{L}{2} \quad , \quad X_P=X_{PVI}+\Delta X=\frac{L}{2}+\Delta X=\frac{L}{2}-100.00\,ft$$

$$Z_{début}=Z_{PVI}-g_1\left(\frac{L}{2}\right)$$

$$Z=Z_{début}+g_1 X+\frac{1}{2}rX^2$$

$$Z_p=Z_{début}+g_1 X_p+\frac{1}{2}rX_p^2$$

$$Z_p=\left(Z_{PVI}-g_1\left(\frac{L}{2}\right)\right)+g_1\left(\frac{L}{2}+\Delta X\right)+\frac{1}{2}r\left(\frac{L}{2}+\Delta X\right)^2$$

$$Z_p=\left(Z_{PVI}-g_1\left(\frac{L}{2}\right)\right)+g_1\left(\frac{L}{2}+\Delta X\right)+\frac{(g_2-g_1)}{2L}\left(\frac{L}{2}+\Delta X\right)^2$$

$$2L\,Z_p=2L\,Z_{PVI}-g_1 L^2+\left(g_1 L^2+2L g_1 \Delta X\right)+(g_2-g_1)\left(\frac{L^2}{4}+L\,\Delta X+\Delta X^2\right)$$

$$2L(Z_{PVI}-Z_p)+\left(2L\,g_1\Delta X\right)+\frac{(g_2-g_1)}{4}L^2+(g_2-g_1)L\,\Delta X+(g_2-g_1)\Delta X^2=0$$

$$\frac{(g_2-g_1)}{4}L^2+2L(Z_{PVI}-Z_p)+\left(2L\,g_1\Delta X+(g_2-g_1)L\,\Delta X\right)+(g_2-g_1)\Delta X^2=0$$

$$\frac{(g_2-g_1)}{4}L^2+2(Z_{PVI}-Z_p)L+\left(2g_1+(g_2-g_1)\right)\Delta X\,L+(g_2-g_1)\Delta X^2=0$$

$$\frac{(g_2-g_1)}{4}L^2+\left(2(Z_{PVI}-Z_p)+(g_1+g_2)\Delta X\right)L+(g_2-g_1)\Delta X^2=0$$

$$\frac{((1.5\%)-(-2.5\%))}{4}L^2+\left(2(2430.00-2436.50)+((-2.5\%)+(1.5\%))(-100.00\,ft)\right)L+$$
$$((1.5\%)-(-2.5\%))(-100.00\,ft)^2=0$$

$$0.01\,L^2+\left(2(-6.50\,ft)+(-0.01)(-100.00\,ft)\right)L+(0.04)(10\,000\,ft^2)=0$$

$$0.01\,L^2+(-13.00\,ft+1\,ft)L+400\,ft^2=0$$

$$0.01\,L^2+(-12.00\,ft)L+400\,ft^2=0$$

$$L=\frac{-(-12.00)\pm\sqrt{(-12)^2-4(0.01)(400)}}{2(0.01)}$$

$$L=1165.68,34.32$$

$$\boxed{L=1165.68\,ft}$$

$$r=\frac{g_2-g_1}{L}=\frac{2.5\%-(-1.5\%)}{1165.68\,ft}=3.4\times10^{-5}/ft$$

$$Station_{début}=Station_{PVI}-\frac{L}{2}=315+00-\frac{1165.68\,ft}{2}\quad,\quad Z_{début}=Z_{PVI}-g_1\frac{L}{2}=2430\,ft-(-2.5\%)\frac{1165.68\,ft}{2}$$

$$\boxed{Station_{début}=309+17.16}\quad,\quad\boxed{Z_{début}=2\,444.57\,ft}$$

$$Station_{fin}=Station_{PVI}+\frac{L}{2}=315+00+\frac{1165.68\,ft}{2}\quad,\quad Z_{fin}=Z_{PVI}+g_2\frac{L}{2}=2430\,ft+(1.5\%)\frac{1165.68}{2}$$

$$\boxed{Station_{fin}=320+82.84\,ft}\quad,\quad\boxed{Z_{fin}=2\,438.74\,ft}$$

Station	X	X²	g_1 X	Tangente	Décalage	Z	ΔZ	Δ²Z
309+17.16	0	0	0.00	2444.57	0.00	2444.57		
							-1.95	
310+00.00	82.84	6862.466	-2.07	2442.50	0.12	2442.62		-0.10
							-2.05	
311+00.00	182.84	33430.47	-4.57	2440.00	0.57	2440.57		0.35
							-1.70	
312+00.00	282.84	79998.47	-7.07	2437.50	1.37	2438.87		0.34
							-1.36	
313+00.00	382.84	146566	-9.57	2435.00	2.51	2437.51		0.35
							-1.01	
314+00.00	482.84	233134	-12.07	2432.50	4.00	2436.50		0.34
							-0.67	
315+00.00	582.84	339702	-14.57	2430.00	5.83	2435.83		0.34
							-0.33	
316+00.00	682.84	466270	-17.07	2427.50	8.00	2435.50		0.34
							0.01	
317+00.00	782.84	612838	-19.57	2425.00	10.51	2435.51		0.35
							0.36	
318+00.00	882.84	779406	-22.07	2422.50	13.37	2435.87		0.34
							0.70	
319+00.00	982.84	965974	-24.57	2420.00	16.57	2436.57		0.35
							1.05	
320+00.00	1082.84	1172542	-27.07	2417.50	20.12	2437.62		0.07
							1.12	
320+82.84	1165.68	1358810	-29.14	2415.43	23.31	2438.74 ✓		

$Z_{PVI} + g_2\ (L/2) =$ 2438.74 ✓

$$\overline{\Delta^2 Z} = 0.344\,ft$$

$$\frac{\overline{\Delta^2 Z}}{\Delta X^2} = \frac{0.344\,ft}{(100\,ft)^2} = 3.4\times10^{-5}/ft = r \quad ✓$$

Question 7

Déterminez la station et l'élévation du point le plus bas de la courbe de la Question 6.

$$x_{minimum} = \frac{g_1 L}{g_1 - g_2} = \frac{-2.5\%(1\,165.68\,ft)}{-2.5\% - 1.5\%}$$

$$x_{minimum} = 728.55\,ft$$

$$Station_{minimum} = Station_{début} + x_{minimum} = 309+17.16+728.55$$

$\boxed{Station_{minimum}=316+45.71}$

$$Z_{min}=Z_{début}+g_1(x_{min})+\frac{1}{2}r(x_{min})^2=2444.57\,ft-2.5\%(728.55\,ft)+\frac{1}{2}(3.4\times10^{-5}/ft)(728.55\,ft)^2$$

$\boxed{Z_{min}=2435.38\,ft}$

Question 8

Pour la courbe de la Question 6, implantez une courbe à tangentes non-égales, avec une distance arrière, L_1=300 ft, et une distance avant, L_2=500 ft.

Solution :

Supposons les mêmes pentes, et station du point d'intersection. La longueur est évidemment différente, et la courbe ne passera pas par le point fixe donné.

$$L=L_1+L_2=300\,ft+500\,ft=800\,ft$$

$$g_1=-2.5\% \quad , \quad g_2=+1.5\%$$

$$Station_{PVI}=315+00 \quad , \quad Z_{PVI}=2430.00\,ft$$

Les courbes à tangentes inégales sont conçues comme 2 courbes à tangentes égales, dont la tangente est égale au point PVI. La tangente intermédiaire joint le point milieu de la tangente arrière et la tangente avant :

$$Station_1=315+00-\frac{L_1}{2}=313+50 \quad , \quad Z_1=2430.00\,ft-(-2.5\%)\frac{L_1}{2}=2\,433.75\,ft$$

$$Station_2=315+00+\frac{L_2}{2}=317+50 \qquad Z_2=2430.00\,ft+(1.5\%)\frac{L_2}{2}=2\,433.75\,ft$$

$$g_{1-2}=\frac{2433.75-2433.75}{31750-31350}=0\% \quad \text{(horizontale)}$$

$$r_1=\frac{g_{1-2}-g_1}{L_1}=\frac{0\%-(-2.5\%)}{300} \quad , \quad r_2=\frac{g_2-g_{1-2}}{L_2}=\frac{1.5\%-0\%}{500\,ft}$$

$\boxed{r_1=8.33\times10^{-5}/ft}$, $\boxed{r_2=3\times10^{-5}/ft}$

$$Station_{début}=Station_{PVI}-300\,ft=315+00-300\,ft=312+00$$

$$X_1 = Station - Station_{début} = Station - (312+00)$$

$$X_2 = Station - Station_{PVI} = Station - (315+00)$$

Station_commune=Station_PVI=315+00

$$Z_{commune} = Z_1 + g_{1-2}\frac{L_1}{2} = 2\,433.75\,ft + 0 = 2\,433.75\,ft$$

$$Station_{fin} = Station_{PVI} + L_2 = 315+00 + 500\,ft = 320+00$$

$$Z_{fin} = Z_{PVI} + g\,2\,L_2 = 2430 + 1.5\,\%\,(500\,ft) = 2\,437.50\,ft$$

Station	X	X²	g_1	g_1 X	Z_A	Tangente	r	Décalage	Z	ΔZ	Δ²Z
312+00.00	0	0	-2.50%	0.00	2437.50	2437.50	8.33E-05 /ft	0.00	2437.50		
										-2.08	
313+00.00	100	10000	-2.50%	-2.50	2437.50	2435.00	8.33E-05 /ft	0.42	2435.42		0.83
										-1.25	
314+00.00	200	40000	-2.50%	-5.00	2437.50	2432.50	8.33E-05 /ft	1.67	2434.17		0.83
										-0.42	
315+00.00	0	0	0	0.00	2433.75	2433.75	3.00E-05 /ft	0.00	2433.75		0.57
										0.15	
316+00.00	100	10000	0	0.00	2433.75	2433.75	3.00E-05 /ft	0.15	2433.90		0.30
										0.45	
317+00.00	200	40000	0	0.00	2433.75	2433.75	3.00E-05 /ft	0.60	2434.35		0.30
										0.75	
318+00.00	300	90000	0	0.00	2433.75	2433.75	3.00E-05 /ft	1.35	2435.10		0.30
										1.05	
319+00.00	400	160000	0	0.00	2433.75	2433.75	3.00E-05 /ft	2.40	2436.15		0.30
										1.35	
320+00.00	500	250000	0	0.00	2433.75	2433.75	3.00E-05 /ft	3.75	2437.50		

lL'équation de la parabole : $Z = Z_A + g_1 X + \frac{1}{2} r X^2 = Tangente + Décalage$

$$Tangente = g_1 X + Z_A \quad , \quad Décalage = \frac{1}{2} r X^2$$

Les deux courbes se rencontrent à la $Station_{PVI}$. Alors , le X recommence à compter à partir de cette station, le Z_A qui était originalement l'altitude au début de la courbe devient l'altitude de la courbe à la $Station_{PVI}$, $Z_{commune}$. De même, r était originalement r_1 devient maintenant r_2

$$\frac{(\overline{\Delta^2 Z})_1}{\Delta X^2} = \frac{0.83\,ft}{(100\,ft)^2} = 8.3\times10^{-5}/ft = r_1 ✓ \quad , \quad \frac{(\overline{\Delta^2 Z})_2}{\Delta X^2} = \frac{0.30\,ft}{(100\,ft)^2} = 3.0\times10^{-5}/ft = r_2 ✓$$