

XII.3.3. Calcul du coefficient de répartition transversale ou CRT :

Pour déterminer les efforts dans une poutre, on doit tenir compte de la répartition transversale des surcharges et ceci à travers un coefficient correctif appelé Coefficient de Répartition Transversale "CRT". Celui-ci montre la portion des surcharges transmise sur la poutre considérée.

Dans le cas d'une section transversale indéformable (avec entretoises intermédiaires), on utilise la méthode des entretoises rigides, connue sous le nom de la méthode de Courbon.

Cette méthode suppose que les déformations des entretoises soient négligeables vis-à-vis des déformations des poutres, c'est à dire, les entretoises présentent une rigidité infinie. Ceci peut être obtenue lorsque:

- les entretoises sont suffisamment nombreuses
- Ia portée de la travée est supérieure à 2 fois la largeur du tablier.
- These entretoises ont une hauteur comparable à celle des poutres.

Notons que dans le cas de pont à poutres avec entretoises intermédiaires, ces conditions sont généralement réalisées en pratique.

On peut alors modéliser la section comme une structure transversale rigide reposant sur les appuis élastiques et les répartitions des charges sur les poutres se calcule par la méthode de COURBON.

On a : $R_i = R \cdot \frac{\Delta_i}{n}$

Avec R_i: La charge supportée par la poutre i

i: La numérotation de la poutre étudiée (comptée de gauche à droite)

R: La résultante des charges appliquées

n =3: Le nombre de poutre

 $\eta = \frac{\Delta_i}{n}$: Représente les coefficients de répartition transversale (CRT) de chaque poutre n°i tel que l'on a : $\Delta_i = 1 + \frac{n+1-2i}{n^2-1} \times \frac{6e}{a}$ avec :

a =3,25m: distance entre axe des poutres

e: L'excentricité ou distance de la résultante R au plan axial de symétrie



Si les charges sont symétriques par rapport au plan axial c'est à dire e=0, donc : $\frac{\Delta_i}{n} = \frac{1}{n}$

Les excentricités de chaque résultante considérée:

Pour la charge permanente :

- Poutre centrale : charge uniformément repartie et symétrique, e = 0;
- Poutre de rive : charge uniformément repartie et non symétrique e =2,13

Pour le système A(1): charge uniformément repartie et symétrique, e = 0;

- Poutre centrale : charge uniformément repartie et symétrique, e = 0;
- Poutre de rive : charge uniformément repartie et non symétrique e =1,75

Pour le système Bc :

Les deux files de camions se trouvent dans la position la plus excentré possible dans le sens

transversal, l'axe de la file de roues la plus excentrée doit rester à 0,25 m au moins du bord de la largeur roulable.



Figure 33. Position le plus excentré du système Bc

- Pour deux rangées de camion : $e = \frac{l_r}{2} \left(\frac{4,50}{2} + 0,25\right)$. Avec $l_r = 7m$, on a e = 1m
- Pour une rangée de camion : $e = \frac{l_r}{2} (\frac{2}{2} + 0.25)$. Avec $l_r=7m$, on a e=2.25m



Pour le système B_t : dans une position le plus excentré possible



Figure 34. Position le plus excentré du système Bt

- Pour deux rangées de camion, on a : $e = \frac{l_r}{2} (\frac{5}{2} + 0.50)$. Avec $l_r = 7m$; on a e = 0.5m
- Pour une rangée de camion, on a :e = $\frac{l_r}{2} (\frac{2}{2} + 0.50)$. Avec $l_r = 7m$; on a e=2m

Pour le système B_r : dans une position le plus excentré possible

On a :e = $\frac{l_r - a_2}{2}$. Avec $l_r = 7m$ et $a_2 = 0,6m$; on a e= 3,2m

Système A(t) :

• Cas de un trottoir seulement chargé (déterminant pour la poutre de rive):

On a :e = $\frac{l_r + l_t}{2}$. Avec l_r = 7m et l_t =0,75m ; on a e= 3,88

• Cas de deux trottoirs chargés (déterminant pour la poutre centrale):

Les charges sont symétriques par rapport au plan axial : e = 0

D'où les CRT sont :

	ηg	$\eta_{A(L)}$	$\eta_{A(t1)}$	$\eta_{A(t2)}$	η_{Bc}	η_{Bt}	η_{Br}
Poutre de rive	0,66	0,60	0,93	0,33	0,68	0,64	0,83
Poutre centrale	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

Tableau 88. Les CRT

XII.4. Détermination des sollicitations

XII.4.1. Principe de calcul et Section d'étude

On calcule les sollicitations suivant la méthode des lignes d'influence.

Les lignes d'influences sont obtenues pour une section donnée x. Dans le cas des poutres, ces lignes d'influences sont déterminées pour les moments fléchissants et les efforts tranchants. Ils



sont obtenus en faisant un balayage d'une charge unitaire (P=1) le long de la poutre et en cherchant le moment fléchissant ou l'effort tranchant dans la section x considérée.



- → On détermine les lignes d'influence des efforts
- → On calcule la sollicitation de l'ensemble dû aux charges permanentes, aux surcharges d'exploitation entre deux lignes d'appuis des poutres en supposant qu'il n'y ait pas d'excentrement ;
- \rightarrow On calcule le moment dans la poutre i par la formule suivante : S_i = η . S

Le pont se compose de 2 travées indépendantes ayant chacune une portée L = 40 m.

Par raison de symétrie, l'étude sera effectuée sur la moitié d'une seule travée.

Les sections d'études présentées ici sont espacées de L/20.

En notant par S la sollicitation, on a :

 $\rightarrow\,$ Pour une charge concentrée $P_i,$ à une section d'abscisse x :

 $S_x = P_i \cdot y_i$: Avec y_i l'ordonnée de P_i correspondant à la ligne d'influence de la sollicitation

 \rightarrow Dans le cas de plusieurs charges P_i, nous avons comme expressions :

 $S_x = \sum P_i \cdot y_i$: Avec y_i l'ordonnée de P_i correspondant à la ligne d'influence de la sollicitation

 \rightarrow Pour une charge uniformément repartie d'intensité q/ml sur une longueur l₁ à l₂ :

 $S_x = q. \omega$: Avec ω : aire de la ligne d'influence de la sollicitation entre $l_1 a l_2$.

XII.4.2. Moment fléchissant

XII.4.2.1. Ligne d'influence des moments fléchissant

La fonction de la ligne d'influence du moment dans une section d'abscisse x de l'appui est donnée par la formule :



$$\begin{cases} \text{Si } \alpha \leq x, \text{ on a } M(\alpha, x) = \alpha(1 - \frac{x}{L}) \\ \text{Si } \alpha \geq x, \text{ on a } M(\alpha, x) = x(1 - \frac{\alpha}{L}) \end{cases}$$

La ligne d'influence des moments fléchissant dans une section (Σ) d'abscisse x fixée sous une charge unitaire P= 1 d'abscisse α variable est la suivante :



Figure 35. Ligne d'influence des moments fléchissant

En toute section, on a l'ordonnée maximale et l'aire correspondante de la ligne d'influence par:

→ $y_{max} = x \left(1 - \frac{x}{L}\right)$: L'ordonnée maximale → $\omega = \int_0^x M(\alpha, x) dx$: Aire de la LI du moment entre 0 et x.

On a donc les aires suivantes pour chaque position x :

Abscisse x(m))	Ordonnées	Aira (m?)
Expressions	Valeurs	y _{max}	Alle ω (III ²)
0×(L/20)	0,00	0,00	0,00
1×(L/20)	1,96	1,86	36,51
Lrél n°06:	3,50	3,19	62,49
2×(L/20)	3,92	3,53	69,18
3×(L/20)	5,88	5,00	98,01
Lrél n°07:	7,00	5,75	112,74
4×(L/20)	7,84	6,27	122,99
5×(L/20)	9,80	7,35	144,13
Lrél n°08:	10,50	7,69	150,73
6×(L/20)	11,76	8,23	161,43
7×(L/20)	13,72	8,92	174,88
8×(L/20)	15,68	9,41	184,49
9×(L/20)	17,64	9,70	190,26
$10 \times (L/20)$	19.61	9.80	192.18

 IUX(L/20)
 I2,01
 2,00
 122,10

 Tableau 89. L'ordonnée maximale et l'aire correspondante de la ligne d'influence du moment

XII.4.2.2. Moments fléchissant dus aux charges permanentes

Nous avons en phase de service : $M_g = \eta_g.g_t.(w_p + w_n)$

• Poutre centrale $g_t = 14,61 \text{ T/ml}$ Poids propre de la superstructure

- Poutre de rive $g_t = \frac{14,61}{2} = 7,31 \text{ T/ml}$ Poids propre de la superstructure
- η_g : CRT des charges permanentes pour chaque poutre
- ω_n ; ω_p : Surface de la partie négative et de la partie positive de la LI

XII.4.2.3. Moment du aux surcharges d'exploitation

Moment du à la surcharge A(l)

Pour une seule voie chargée (poutre de rive) : $M_{A(l1)} = \eta_{A(l)}$. l. A(l). w_p

Pour deux voies chargées (poutre centrale) : $M_{A(l2)} = \eta_{A(l)}$. 2l. A(l). w_p

Avec : $A(1)=0.93T/m^2$. : Surcharge de la chaussée et 1=3.5m : Largeur d'une voie

Moment du à la surcharge du trottoir A(t)

Pour un trottoir chargé: $M_{A(t1)} = \eta_{A(t1)} \cdot l_t \cdot A_{(t)} \cdot w_p$

Pour deux trottoirs chargés : $M_{A(t2)} = 2. \eta_{A(t2)}. l_t. A_{(t)}. w_p$

Avec $A_{(t)} = 0.15 \text{ T/m}^2$: Surcharge du trottoir et $l_t = 0.75 \text{m}$: Largeur du trottoir

Moment du à la surcharge Bc :

C'est donné à partir de l'ordonné yi de la ligne d'influence du moment fléchissant par :

 $M_{Bc} = \eta_{Bc}.\,\beta_o.\,\delta.\,\Sigma P_i y_i$

Dans laquelle δ : Coefficient de majoration dynamique du système Bc

 β_{0} : un coefficient dépendant du nombre de rangées de camion tel que :

Nombre de voie de circulation	1	2	3	4
βο	1	0,9	0,8	0,7

Tableau 90. Valeurs de βo

Le théorème de Barrès permet de trouver la position des deux files de camions du système Bc30 la plus défavorable du convoi pour provoquer le moment fléchissant maximal.

En effet, en voici l'énoncé: "Le moment fléchissant est maximum au droit d'un essieu lorsque cet essieu et la résultante générale du convoi se trouvent dans des sections symétriques par rapport au milieu de la poutre."





D'après le théorème, le moment maximal est obtenu pour la disposition suivante :



Figure 36. Disposition défavorable du camion Bc pour le moment en travée (deux voies chargées)

On peut donc trouver yi pour chaque section x d'après les expressions de la ligne d'influence :

- Pour deux voies chargées : Essieux : P₁=P₂=P₄=P₅=24T et Essieux P₃=P₆=12T
- Pour une voie chargée : Essieux : P₁=P₂=P₄=P₅=12T et Essieux P₃=P₆=6T

		Système Bc											
			Ordon	née yi			Deux voies	Une voie					
Abscisse x	Essieu 1	Essieu 2	Essieu 3	Essieu 4	Essieu 5	Essieu 6	ΣPi.yi	ΣPi.yi					
0×(L/20)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1×(L/20)	1,39	1,32	1,09	0,87	0,79	0,57	124,86	62,43					
Lrél n°06:	2,49	2,35	1,95	1,55	1,42	1,01	222,91	111,45					
2×(L/20)	2,79	2,64	2,19	1,74	1,59	1,14	249,72	124,86					
3×(L/20)	4,18	3,95	3,28	2,60	2,38	1,70	374,58	187,29					
Lrél n°07:	4,97	4,71	3,90	3,10	2,83	2,03	445,81	222,91					
4×(L/20)	5,57	5,27	4,37	3,47	3,17	2,27	499,44	249,72					
5×(L/20)	6,97	6,59	5,47	4,34	3,97	2,84	624,30	312,15					
Lrél n°08:	7,46	7,06	5,85	4,65	4,25	3,04	668,72	334,36					
6×(L/20)	7,95	7,91	6,56	5,21	4,76	3,41	739,25	369,62					
7×(L/20)	7,38	8,35	7,65	6,08	5,55	3,98	796,09	398,05					
8×(L/20)	6,81	7,71	8,74	6,94	6,34	4,54	826,85	413,42					
9×(L/20)	6,24	7,07	9,54	7,81	7,14	5,11	854,07	427,04					
10×(L/20)	5,68	6,43	8,68	8,68	7,93	5,68	861,30	430,65					

Tableau 91.Ordonnée yi de la ligne d'influence du moment sous surcharge Bc

Moment du à la surcharge Bt :

C'est donné à partir de l'ordonné yi de la ligne d'influence du moment fléchissant par :

 $M_{Bt} = \eta_{Bt} \cdot \delta \cdot \Sigma P_i y_i$

Dans laquelle δ : Coefficient de majoration dynamique du système Bt

Le moment maximal est obtenu si les deux essieux se trouvent respectivement sur les abscisses α_1 =18,93m et α_2 = 20,28m





Figure 37. Disposition défavorable du camion Bt pour le moment en travée pour deux rangées de camions

Moment du à la surcharge Br :

C'est donné à partir de l'ordonné yi de la ligne d'influence du moment fléchissant par :

$M_{Br}=\eta_{Br}.\,\delta.\,\Sigma P_i y_i$

Dans laquelle δ : Coefficient de majoration dynamique du système Br

La roue est placée sur chaque section d'étude pour avoir son effet maximal.

On peut donc trouver yi pour chaque section x d'après les expressions de la ligne d'influence pour les systèmes Bt et Br avec:

Système Bt :

- Pour deux voies chargées : Essieux : P₁=P₂=32T
- Pour une voie chargée : Essieux : P₁=P₂=16T

Système Br : Deux voies chargées : Essieu : P1=20T et une voie chargée : Essieu : P1=10T

		S	ystème Bt			Système Br	
	Ordo	nnée	Deux voies	Une voie	Ordonnée	Deux voies	Une voie
Abscisse x	y 1	y 2	ΣPi.yi	ΣPi.yi	у	Pi.yi	Pi.yi
0×(L/20)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1×(L/20)	1,01	0,95	62,74	31,37	1,86	37,25	18,62
Lrél n°06:	1,81	1,69	112,00	56,00	3,19	63,75	31,88
2×(L/20)	2,03	1,89	125,47	62,74	3,53	70,58	35,29
3×(L/20)	3,04	2,84	188,21	94,10	5,00	99,99	49,99
Lrél n°07:	3,62	3,38	224,00	112,00	5,75	115,01	57,50
4×(L/20)	4,06	3,79	250,94	125,47	6,27	125,47	62,74
5×(L/20)	5,07	4,73	313,68	156,84	7,35	147,04	73,52
Lrél n°08:	5,43	5,07	336,00	168,00	7,69	153,76	76,88
6×(L/20)	6,08	5,68	376,42	188,21	8,23	164,68	82,34
7×(L/20)	7,10	6,63	439,15	219,58	8,92	178,41	89,20
8×(L/20)	8,11	7,57	501,89	250,94	9,41	188,21	94,10
9×(L/20)	9,13	8,52	564,62	282,31	9,70	194,09	97,04
10×(L/20)	9,47	9,47	605,76	302,88	9,80	196,05	98,03

Tableau 92. Ordonnée yi de la ligne d'influence du moment sous surcharge Bt et Br



Les moments dus aux charges permanentes et aux surcharges d'exploitation sont :

Histogramme 9. Valeur des moments en poutre de rive

10000,00											
5000,00											
2300,00				I							
0,00	Mg	M(Al)	Mt1	Mt2	Mbc	Mbt	Mbr				
		Moment en poutre de rive (kN.m)									
■ 0×(L/20)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
■ 1×(L/20)	1760,59	718,46	38,18	27,39	405,47	211,83	161,13				
Lrél n°06:	3013,21	1229,63	65,35	46,87	723,86	378,18	275,77				
■ 2×(L/20)	3335,86	1361,30	72,34	51,89	810,93	423,67	305,30				
■ 3×(L/20)	4725,80	1928,51	102,49	73,51	1216,40	635,50	432,51				
∎ Lrél n°07:	5435,76	2218,23	117,88	84,55	1447,73	756,36	497,48				
■4×(L/20)	5930,41	2420,09	128,61	92,25	1621,87	847,34	542,75				
■ 5×(L/20)	6949,70	2836,04	150,72	108,10	2027,34	1059,17	636,04				
∎ Lrél n°08:	7267,65	2965,79	157,61	113,05	2171,59	1134,54	665,14				
■6×(L/20)	7783,67	3176,36	168,80	121,07	2400,62	1271,01	712,37				
■7×(L/20)	8432,31	3441,06	182,87	131,16	2585,21	1482,84	771,73				
■ 8×(L/20)	8895,62	3630,13	192,92	138,37	2685,09	1694,68	814,13				
■9×(L/20)	9173,61	3743,57	198,95	142,69	2773,49	1906,51	839,57				
■10×(L/20)	9266,27	3781,39	200,96	144,13	2796,97	2045,41	848,05				

Histogramme 10. Valeur des moments en poutre centrale

10000,00 5080,00											
2500,00 0,00	Mg	M(Al)	Mt1	Mt2	Mbc	Mbt	Mbr				
	C	Moment en poutre centrale (kN.m)									
0×(L/20)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
■ 1×(L/20)	1777,68	794,90	13,69	27,39	403,77	221,99	130,43				
Lrél n°06:	3042,46	1360,44	23,43	46,87	720,83	396,31	223,22				
■ 2×(L/20)	3368,24	1506,12	25,94	51,89	807,54	443,98	247,12				
■ 3×(L/20)	4771,68	2133,67	36,75	73,51	1211,30	665,97	350,09				
Lrél n°07:	5488,53	2454,21	42,28	84,55	1441,66	792,62	402,69				
■4×(L/20)	5987,99	2677,54	46,12	92,25	1615,07	887,96	439,33				
■ 5×(L/20)	7017,18	3137,75	54,05	108,10	2018,84	1109,95	514,84				
∎ Lrél n°08:	7338,21	3281,29	56,52	113,05	2162,49	1188,92	538,39				
■6×(L/20)	7859,24	3514,27	60,54	121,07	2390,55	1331,94	576,62				
■7×(L/20)	8514,17	3807,13	65,58	131,16	2574,37	1553,92	624,67				
■ 8×(L/20)	8981,99	4016,31	69,18	138,37	2673,83	1775,91	659,00				
■9×(L/20)	9262,67	4141,82	71,35	142,69	2761,86	1997,90	679,59				
■10×(L/20)	9356,24	4183,66	72,07	144,13	2785,24	2143,46	686,45				



XII.4.2.4. Combinaison d'actions:

A l'ELU : $M_U = 1,35M_G + 1,5.1,07.(M_t + max\{M_B; M_{A(l)}\})$

A l'ELS : $M_S = M_G + 1,20. (M_t + max\{M_B; M_{A(l)}\})$

Histogramme 11. Moments dans les poutres suivant les états limites

22500,00 15000,00	18901,	,12 14045	5,08 19577	,03 14549,59
7500,00				
0,00	ELU	ELS	ELU	ELS
	Moment en pout	re de rive (kN.m)	Moment en pout	re centrale (kN.m)
= 0×(L/20)	0,00	0,00	0,00	0,00
■ 1×(L/20)	3591,21	2668,57	3719,64	2764,42
Lrél n°06:	6146,27	4567,18	6366,06	4731,24
■ 2×(L/20)	6804,40	5056,23	7047,73	5237,85
■ 3×(L/20)	9639,57	7162,99	9984,28	7420,29
Lrél n°07:	11087,73	8239,09	11484,23	8535,04
■4×(L/20)	12096,72	8988,85	12529,30	9311,74
■ 5×(L/20)	14175,84	10533,81	14682,77	10912,19
Lrél n°08:	14824,38	11015,72	15354,49	11411,41
■6×(L/20)	15876,94	11797,87	16444,70	12221,65
■7×(L/20)	17200,02	12781,02	17815,09	13240,12
■ 8×(L/20)	18145,08	13483,28	18793,95	13967,60
■9×(L/20)	18712,11	13904,63	19381,26	14404,09
■10×(L/20)	18901,12	14045,08	19577,03	14549,59

On peut déduire que pour le dimensionnement de la poutre, on va vérifier la section médiane de la poutre centrale qui est la section la plus sollicitée.

XII.4.3. Effort tranchant:

XII.4.3.1. Ligne d'influence des efforts tranchants

Les expressions des fonctions d'influence pour les efforts tranchants dans une section

d'abscisse x sont :

 $\begin{cases} \text{Si } \alpha < x \text{: on a } V(\alpha, x) = -\frac{\alpha}{L} \\ \text{Si } \alpha > x \text{: on a } V(\alpha, x) = 1 - \frac{\alpha}{L} \\ \text{Si } \alpha = x^+ \text{: on a } V(\alpha, x) = 1 - \frac{x}{L} \\ \text{Si } \alpha = x^- \text{: on a } V(\alpha, x) = -\frac{x}{L} \end{cases}$



On obtient le diagramme d'influence en une section droite d'abscisse fixe « x » lorsqu'on applique sur la travée une charge mobile unitaire et localisée par un paramètre α (varie de 0 à L) :



Figure 38. Ligne d'influence des efforts tranchants

Par les mêmes sections de calcul et le même principe de chargement que pour les moments fléchissant, on a les ordonnées maximales et les aires des lignes d'influences :

- $y_n = -\frac{x}{L}$ L'ordonnée négative et $y_p = 1 \frac{x}{L}$: L'ordonnée positive
- $\omega_n = \int_0^x -V(\alpha, x) dx$: Aire de la LI négative

Abscisses	X(m)	Ordonn	ées y	Air	re w
Expressions	Valeurs	yn	ур	ωn	ωp
0×(L/20)	0,00	0,00	1,00	0,00	19,61
1×(L/20)	1,96	-0,05	0,95	-0,05	17,69
Lrél n°06:	3,50	-0,09	0,91	-0,16	16,26
2×(L/20)	3,92	-0,10	0,90	-0,20	15,88
3×(L/20)	5,88	-0,15	0,85	-0,44	14,16
Lrél n°07:	7,00	-0,18	0,82	-0,62	13,23
4×(L/20)	7,84	-0,20	0,80	-0,78	12,55
5×(L/20)	9,80	-0,25	0,75	-1,23	11,03
Lrél n°08:	10,50	-0,27	0,73	-1,41	10,51
6×(L/20)	11,76	-0,30	0,70	-1,76	9,61
7×(L/20)	13,72	-0,35	0,65	-2,40	8,28
8×(L/20)	15,68	-0,40	0,60	-3,14	7,06
9×(L/20)	17,64	-0,45	0,55	-3,97	5,93
10×(L/20)	19,61	-0,50	0,50	-4,90	4,90

• $\omega_p = \int_x^L V(\alpha, x) dx$: Aire de la LI positive

 Tableau 93. Ordonnée et aire correspondante de la ligne d'influence de l'effort tranchant

XII.4.3.2. Efforts tranchants dus aux charges permanentes

Nous avons en phase de service :

L'effort minimal : $V_{gmin} = \eta_g. g_t. \omega_n$



L'effort maximal : $V_{gmax} = \eta_g. g_t. \omega_p$

Avec $g_t = 14,61 \text{ t/ml}$ pour la poutre centrale : Poids propre de la superstructure

 $g_t = \frac{14,61}{2} = 7,31T/ml$ pour la poutre de rive

 $\eta_g: CRT \text{ des charges permanentes}$

 ω_p : Surface de la partie positive de la LI

 ω_n : Surface de la partie négative de la LI

XII.4.3.3. Effort tranchant dû aux surcharges d'exploitation

Effort tranchant dû à la surcharge A(l)

Pour une seule voie chargée (poutre de rive) :

- \rightarrow L'effort minimal : V_{A1min} = $\eta_{A(l)}$. A(l). ω_n
- \rightarrow L'effort maximal :V_{A1max} = $\eta_{A(l)}$. A(l). ω_p

Pour deux voies chargées (poutre centrale) :

Les efforts sont deux fois que pour les poutres de rive : $V_{A2} = 2$. V_{A1}

Avec : $A(l) = 0.93T/m^2$: Surcharge de la chaussée

Effort tranchant dû à la surcharge du trottoir A(t)

Pour un trottoir chargé:

- \rightarrow L'effort minimal :V_{t1min} = $\eta_{A(t1)}$. A(t). ω_n
- \rightarrow L'effort maximal :V_{t1max} = $\eta_{A(t1)}$. A(t). ω_p

Pour deux trottoirs chargés:

- \rightarrow L'effort minimal : $V_{t2min} = \eta_{A(t2)}$. A(t). ω_n
- \rightarrow L'effort maximal :V_{t2max} = $\eta_{A(t2)}$. A(t). ω_p

Avec $A_{(t)} = 0.15 \text{ T/m}^2$: Surcharge du trottoir

Effort tranchant dû à la surcharge B_c:



- \rightarrow L'effort minimal :V_{Bcmin} = η_{Bc} . β_0 . δ . $\Sigma P_i y_{ni}$
- \rightarrow L'effort maximal : V_{Bcmax} = η_{Bc} . β_0 . δ . $\Sigma P_i y_{pi}$

Avec δ : Coefficient de majoration dynamique du système Bc

 $\beta_0=0.9$: un coefficient dépendant du nombre de rangées de camion

L'effort tranchant maximal est obtenu pour la disposition suivante :



Figure 39. Disposition défavorable du camion Bc pour l'effort tranchant dans la section x

C'est-à-dire en posant au droit de la section d'étude d'abscisse x le dernier essieu de 24T pour la poutre centrale (deux rangées de camions) et 12T pour la poutre de rive (une rangée de camion).

Effort tranchant dû à la surcharge Bt :

- \rightarrow L'effort minimal : V_{Btmin} = η_{Bt} . δ . $\Sigma P_i y_{ni}$
- \rightarrow L'effort maximal :V_{Btmax} = η_{Bt} . δ . $\Sigma P_i y_{pi}$

Avec δ : Coefficient de majoration dynamique du système Bt

L'effort tranchant maximal est obtenu pour la disposition suivante :



Figure 40. Disposition défavorable du camion Bt pour l'effort tranchant dans la section x

C'est-à-dire en posant au droit de la section d'étude d'abscisse x le dernier essieu de 32T pour la poutre centrale (deux rangées de camions) et 16T pour la poutre de rive (une rangée de camion).

Effort tranchant dû à la surcharge Br :



- \rightarrow L'effort minimal : V_{Brmin} = η_{Br} . δ . $\Sigma P_i y_{ni}$
- \rightarrow L'effort maximal :V_{Brmax} = η_{Br} . δ . $\Sigma P_i y_{pi}$

Avec δ : Coefficient de majoration dynamique du système Br

On a dans le tableau suivant les valeurs de $\sum P_i y_i$ pour deux voies chargées :

Abscisse	Système Bc	Système Bt	Système Br	Système Bc	Système Bt	Système Br
(m)	ΣPi.yni	ΣPi.yni	Pi.yni	ΣPi.ypi	ΣPi.ypi	Pi.ypi
0×(L/20)	-21,58	-1,10	0,00	98,42	62,90	20,00
1×(L/20)	-27,58	-4,30	-1,00	92,42	59,70	19,00
Lrél n°06:	-32,29	-6,81	-1,79	87,71	57,19	18,21
2×(L/20)	-33,58	-7,50	-2,00	86,42	56,50	18,00
3×(L/20)	-39,58	-10,70	-3,00	80,42	53,30	17,00
Lrél n°07:	-43,00	-12,53	-3,57	77,00	51,47	16,43
4×(L/20)	-45,58	-13,90	-4,00	74,42	50,10	16,00
5×(L/20)	-51,58	-17,10	-5,00	68,42	46,90	15,00
Lrél n°08:	-53,71	-18,24	-5,36	66,29	45,76	14,64
6×(L/20)	-57,58	-20,30	-6,00	62,42	43,70	14,00
7×(L/20)	-63,58	-23,50	-7,00	56,42	40,50	13,00
8×(L/20)	-69,58	-26,70	-8,00	50,42	37,30	12,00
9×(L/20)	-75,58	-29,90	-9,00	44,42	34,10	11,00
10×(L/20)	-81,58	-33,10	-10,00	38,42	30,90	10,00

Tableau 94. Ordonnée yi de la ligne d'influence du moment sous surcharge B pour deux voies chargées

Pour une voie chargée, les valeurs de $\sum P_i y_i$ sont les moitiés des valeurs obtenues pour deux voies.



Ainsi, on a les résultats suivants :

Histogramme 12. Efforts minimaux dans les poutres

-300,00														
-200,00	-													
-100,00						- 4								
0,00	Vσ	V(AI)	Vt1	Vt2	Vbc	Vht	Vbr	Vσ	$V(\Delta 1)$	Vt1	Vt2	Vbc	Vht	Vbr
		· (/ 11)	· · · · ·	1							1		• • •	
	Effe	ort min	imal da	ins la p	outre d	e rive (KN)	Effo	ort mini	mai da	ns la po	outre ce	entrale ((KIN)
■ 0×(L/20)	0,00	0,00	0,00	0,00	-70,0	-3,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-69,7	-3,90	0,00
■1×(L/20)	-2,36	-0,28	-0,07	-0,05	-89,5	-14,6	-4,34	-2,39	-0,30	-0,02	-0,05	-89,1	-15,2	-3,50
Lrél n°06:	-7,53	-0,88	-0,22	-0,16	-104,	-23,1	-7,74	-7,61	-0,97	-0,08	-0,16	-104,	-24,1	-6,25
2×(L/20)	-9,45	-1,10	-0,27	-0,20	-109,	-25,5	-8,67	-9,54	-1,22	-0,10	-0,20	-108,	-26,5	-7,00
■ 3×(L/20)	-21,2	-2,48	-0,62	-0,44	-128,	-36,4	-13,0	-21,4	-2,74	-0,22	-0,44	-127,	-37,8	-10,5
Lrél n°07:	-30,1	-3,51	-0,87	-0,62	-139,	-42,6	-15,4	-30,4	-3,89	-0,31	-0,62	-139,	-44,3	-12,5
■4×(L/20)	-37,8	-4,41	-1,09	-0,78	-148,	-47,3	-17,3	-38,1	-4,88	-0,39	-0,78	-147,	-49,1	-14,0
■ 5×(L/20)	-59,0	-6,89	-1,71	-1,23	-167,	-58,1	-21,6	-59,6	-7,62	-0,61	-1,23	-166,	-60,5	-17,5
■ Lrél n°08:	-67,7	-7,90	-1,96	-1,41	-174,	-62,0	-23,2	-68,4	-8,74	-0,70	-1,41	-173,	-64,5	-18,7
■ 6×(L/20)	-85,0	-9,92	-2,46	-1,76	-186,	-69,0	-26,0	-85,9	-10,9	-0,88	-1,76	-186,	-71,8	-21,0
■7×(L/20)	-115,	-13,5	-3,35	-2,40	-206,	-79,9	-30,3	-116,	-14,9	-1,20	-2,40	-205,	-83,1	-24,5
■ 8×(L/20)	-151,	-17,6	-4,37	-3,14	-225,	-90,8	-34,6	-152,	-19,5	-1,57	-3,14	-224,	-94,4	-28,0
■9×(L/20)	-191,	-22,3	-5,54	-3,97	-245,	-101,	-39,0	-193,	-24,6	-1,99	-3,97	-244,	-105,	-31,5
■ 10×(L/20)	-236,	-27,5	-6,83	-4,90	-264,	-112,	-43,3	-238,	-30,4	-2,45	-4,90	-263,	-117,	-35,0

Histogramme 13. Efforts maximaux dans les poutres

1050,00

700,00														
350,00														
0,00	Vg	V(Al)	Vt1	Vt2	Vbc	Vbt	Vbr	Vg	V(Al)	Vt1	Vt2	Vbc	Vbt	Vbr
	Effe	Effort maximal dans la poutre de rive (kN)							rt maxi	mal da	ns la po	outre ce	entrale ((kN)
0×(L/20)	945,3	110,2	27,33	19,61	319,6	214,0	86,73	954,4	121,9	9,80	19,61	318,2	222,5	70,03
1×(L/20)	853,1	99,47	24,67	17,69	300,1	203,1	82,39	861,4	110,0	8,85	17,69	298,8	211,2	66,53
Lrél n°06:	784,0	91,42	22,67	16,26	284,8	194,5	78,99	791,6	101,1	8,13	16,26	283,6	202,3	63,78
2×(L/20)	765,6	89,28	22,14	15,88	280,6	192,2	78,05	773,1	98,77	7,94	15,88	279,4	199,9	63,03
■ 3×(L/20)	682,9	79,63	19,75	14,16	261,1	181,3	73,72	689,6	88,10	7,08	14,16	260,0	188,5	59,52
Lrél n°07:	637,9	74,38	18,45	13,23	250,0	175,1	71,24	644,1	82,29	6,61	13,23	249,0	182,1	57,53
■4×(L/20)	604,9	70,54	17,49	12,55	241,6	170,4	69,38	610,8	78,04	6,27	12,55	240,6	177,2	56,02
■ 5×(L/20)	531,7	62,00	15,38	11,03	222,2	159,5	65,05	536,8	68,59	5,51	11,03	221,2	165,9	52,52
Lrél n°08:	506,8	59,09	14,65	10,51	215,2	155,6	63,50	511,7	65,38	5,26	10,51	214,3	161,9	51,28
■6×(L/20)	463,2	54,01	13,39	9,61	202,7	148,6	60,71	467,6	59,75	4,80	9,61	201,8	154,6	49,02
■7×(L/20)	399,3	46,57	11,55	8,28	183,2	137,7	56,37	403,2	51,52	4,14	8,28	182,4	143,3	45,52
■ 8×(L/20)	340,3	39,68	9,84	7,06	163,7	126,9	52,04	343,6	43,90	3,53	7,06	163,0	131,9	42,02
■9×(L/20)	285,9	33,34	8,27	5,93	144,2	116,0	47,70	288,7	36,89	2,97	5,93	143,6	120,6	38,52
■10×(L/20)	236,3	27,55	6,83	4,90	124,7	105,1	43,36	238,6	30,49	2,45	4,90	124,2	109,3	35,01