

III.1. Définition

Le pont roulant est un engin de levage mobile, déplacé sur une ou plusieurs poutres en acier. Il est constitué d'un chariot de transfert ayant un treuil de levage des charges. Ils existent trois types de ponts qui sont :

- Monopoutre : constitué d'une seule poutre
- Bipoutre : monté sur deux poutres
- Multipoutre : en cas d'un pont à plusieurs poutres.

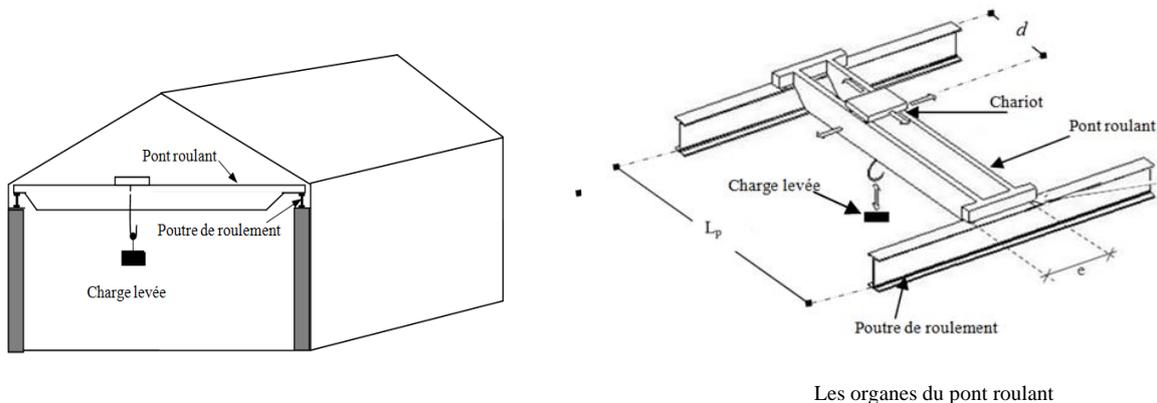


Figure 3.1 : Hangar industriel muni d'un pont roulant

III.1.1. La voie de roulement

La voie de roulement est une structure sur laquelle circule le pont roulant, constituée d'une ou deux poutres de roulement. Le pont peut également être suspendu aux poutres, dans ce cas, on parle alors de pont suspendu.

III.1.2. Poutre de roulement

La poutre de roulement est la composante essentielle de la voie de roulement, peut être un élément en profilé laminé, poutre à treillis ou en poutre composée à âme pleine munie d'un rail spécial. Les poutres de roulement sont des poutres simples ou continues posées directement sur des poteaux indépendants.

III.1.3. Charge nominale

Charge nominale est la masse maximale déterminée selon la puissance de l'appareil de levage pour une utilisation dans des conditions normales.

III.1.4. Rails de roulement

Le rail de roulement équipant la poutre de roulement est en général constitué par un fer plat ou alors par un profil spécial. Leurs caractéristiques mécaniques et géométriques (type d'acier et largeur minimale) sont définies par le fabricant du pont roulant. On peut distinguer trois modes de fixation de rails (voir figure 3.2):

- Rail boulonné
- Rail soudé
- Rail pincé

III.1.4.a. Rail soudé

les rails en fer plat soudé sont couramment utilisés pour les ponts roulants de classe (Q_1 à Q_3 ; U_0 à U_6).

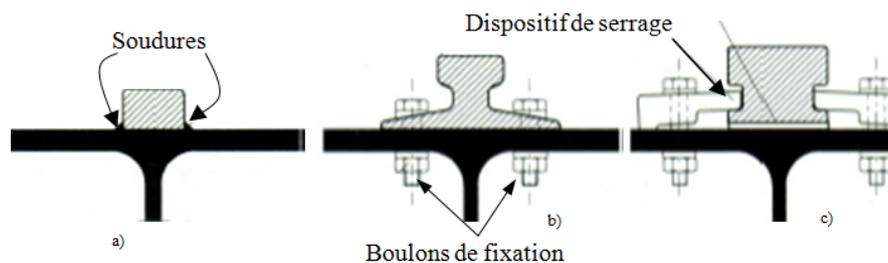


Figure 3.2 : Modes de fixation des Rails sur la poutre de roulement ; a) Rail en fer plat soudé b) Rail à semelle large boulonnée c) Rail à rainures pincé

III. 2. Classification des ponts roulants

La fédération européenne de la manutention (FEM) a classé les ponts roulants selon deux critères ; l'état de chargement et la fréquence d'utilisation. Les tableaux suivants regroupent les classes des ponts roulants selon l'état de chargement et la fréquence d'utilisation respectivement :

Tableau 3.1 : Classification selon l'état de chargement

Etats de charges	
0 (tres leger)	Charge très faible soulevées couramment Charge nominale soulevée exceptionnellement
1 (leger)	Charges de l'ordre du tiers de la charge nominale courante Charge nominale soulevée rarement
2 (moyen)	Charges entre tiers et les deux tiers de charge nominale courante Charge nominale assez fréquente
3 (lourd)	Charges régulièrement au voisinage de la charge nominale

Tableau 3.2 : Classification selon la fréquence d'utilisation

Classes d'utilisation	fréquence d'utilisation
Classe A	Utilisation occasionnelle avec longue périodes de repos
Classe B	Utilisation régulière en service Intermittent
Classe C	Utilisation régulière avec service Intensif
Classe D	Service intensif sévère (période de travail >8h)

En se basant sur l'état de chargement et la fréquence d'utilisation définis dans les deux tableaux ci-dessus, on peut déterminer les groupes des ponts roulants. Le tableau suivant représente tous les groupes de ponts roulants.

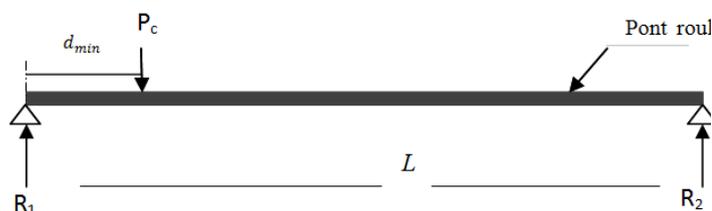
Tableau 3.3 : Groupes de ponts roulant

Groupe des appareils	Classification selon l'état de chargement et la fréquence d'utilisation				Valeur limite de flèche horizontale et verticale de la poutre de roulement
Groupe 1	A0				1/500
Groupe 2	A1	B0			
Groupe 3	A2	B1	C0		1/750
Groupe 4	A3	B2	C1	D0	
Groupe 5		B3	C2	D1	1/1000
Groupe 6				D2	

III. 3. Calcul des poutres de roulement

III. 3.1. Détermination des réactions statique de pont

Les réactions statiques seront terminées par la méthode d'RDM en posant le chariot à la distance minimale (d_{min}) de la poutre de roulement.

**Figure 3.3** : Réactions de pont roulant

Les réactions R_1 et R_2 se trouvent sur le long de la poutre de roulement et sont données par les relations suivantes :

$$R_1 = \left(\frac{P_p}{2} + P_c \frac{(L-d_{min})}{L} \right) \quad (1)$$

$$R_2 = \left(\frac{P_p}{2} + P_c \frac{d_{min}}{L} \right) \quad (2)$$

avec - P_p : le poids du pont roulant

- P_c : le poids du chariot y compris la charge nominale.

Le pont est appuyé en deux points sur la poutre, à cet effet les réactions trouvées seront divisés en deux comme suit ;

$$R_{max} = \frac{R_1}{2} \quad (3)$$

$$R_{min} = \frac{R_2}{2} \quad (4)$$

III. 3. 2. Charges verticales (R_v max)

Les charges verticales seront déterminées en multipliant les réactions statiques maximales et minimales (R_{max} , R_{min}) par un coefficient de majoration dynamique qui est donné selon le groupe du pont. Le tableau suivant représente les valeurs de coefficient de majoration dynamique de chemins de roulement et leurs supports.

Tableau 3.4 : Coefficient de majoration de chemins de roulement et leurs supports

Coefficient de majoration dynamique		
Groupe	Chemin de roulement	Support de chemin de roulement
1	1.05	1.00
2	1.15	1.05
3	1.25	1.10
4	1.35	1.15

III. 3. 3. Charges horizontales

Dans le pont roulant, le chariot peut déplacer, horizontalement, suivant un sens longitudinal et autre transversal. (Voir figure) :

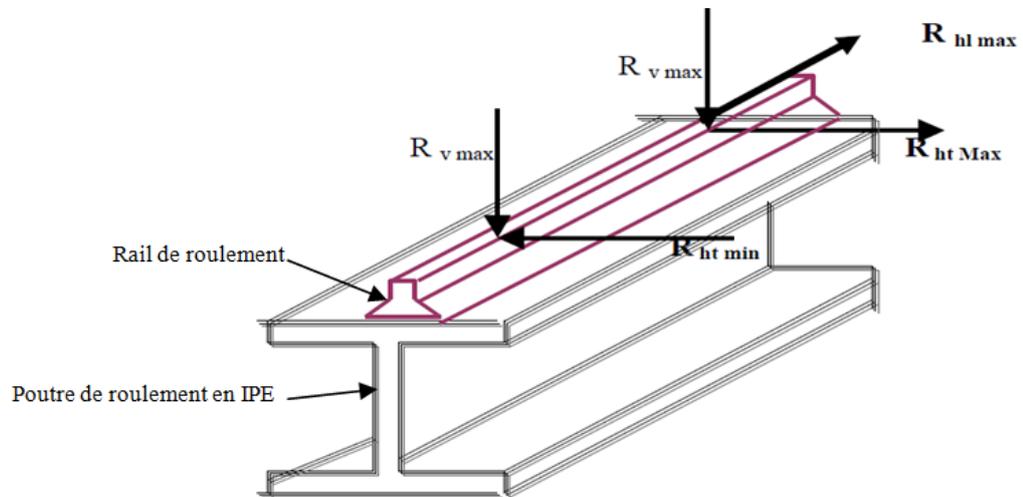


Figure 3.4 ; Réactions horizontales et verticales selon le déplacement du chariot

III. 3. 3.a. Réactions horizontales longitudinales R_{HL}

Les réactions horizontales longitudinales sont engendrées par les effets de freinage du pont. Selon CTICM, elles sont estimées de vingt pourcent (20 %) de réaction statique verticale :

$$R_{HL} = 0.2 R_V \quad (5)$$

III. 3. 3. b. Réaction horizontale transversale R_{HT}

Elles résultent des effets de freinage du chariot dans le pont roulant. Les réactions horizontales transversales seront déterminées selon la position du chariot comme suit :

- Chariot à distance minimale du chemin de roulement :

$$R_{ht.max} = \pm \left[0.0052(K + M + P_p) \frac{L_P}{e} + 0.021(K + M) \right]$$

$$R_{ht.min} = \pm \left[0.0052(K + M + P_p) \frac{L_P}{e} - 0.021(K + M) \right]$$

- Chariot au milieu du chemin de roulement :

$$- R_{ht.max} = \pm \left[0.024(K + M + P_p) \frac{L_p}{e} + 0.021(K + M) \right]$$

$$- R_{ht.min} = \pm \left[0.024(K + M + P_p) \frac{L_p}{e} - 0.021(K + M) \right]$$

avec : M : Force nominale de levage, L_{Pont} : Portée du pont, p_p : Poids du pont à vide
 K : Poids du chariot à vide, e : distance entre les galets du pont a : distance de l'approche minimale

Application

Soit un pont roulant avec la portée de 15.8 m, appuyé sur deux poutres de 6 m de longueur. Leurs caractéristiques sont ;

Distance minimale $d_{min} = 0.8m$, charge à lever ; M = 20 t

Espacement entre galets de pont e = 2.5m poids du pont à vide $P_p = 22.5t$

Longueur de pont $L_p = 15.8 m$ poids du chariot à vide K = 6 t

Longueur de la poutre de roulement L = 6m

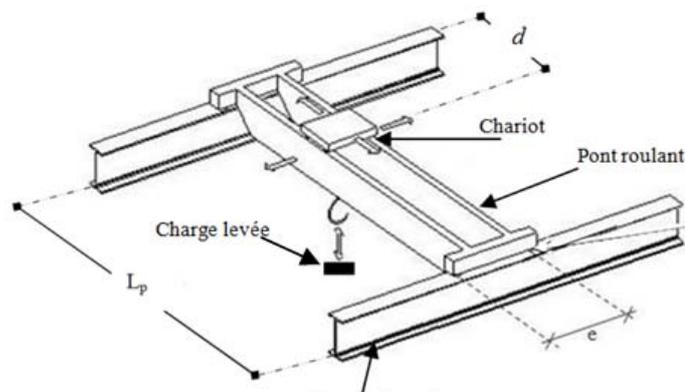


Figure 3.5 : Pont roulant

Travail demandé :

1) Dimensionner la poutre de roulement (prendre HEB) ?

La poutre de roulement sera équipée par un Rail d'acier de type A65 (voir figure 3.5.a)

2) Vérifier la poutre de roulement ?

Caractéristique du Rail A65

Poids $G = 43.5 \text{ kg/m}$

Hauteur $H=75\text{mm}$

L'aire de la section $A = 55.4 \text{ cm}^2$

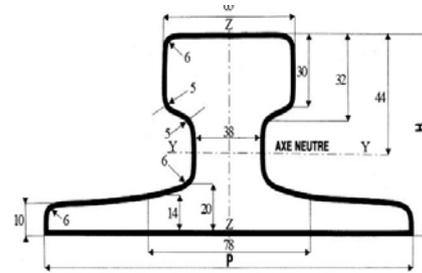


Figure 3.6 : Rail de type A65

Solution

1-Dimensionnement de poutre de roulement ;

Détermination de réactions statiques de pont :

Les réactions statiques seront terminées par la méthode d'RDM en posant le chariot à la distance minimale (d_{min}) de la poutre.

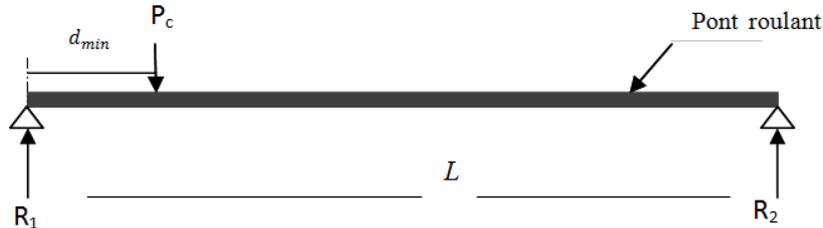


Figure 3.7 : Réactions d'appuis

1- Chariot à distance a :

$$R_1 = \left(\frac{P_p}{2} + P_c \frac{(L-d_{min})}{L} \right) = \left(\frac{22.5}{2} + (20 + 6) \frac{(15.8-0.8)}{15.8} \right) = 35.93t$$

$$R_2 = \left(\frac{P_p}{2} + P_c \frac{d_{min}}{L} \right) = \left(\frac{22.5}{2} + (20 + 6) \frac{(0.8)}{15.8} \right) = 12.56t$$

2. chariot à mi-travée :

$$R_1 = R_2 = \left(\frac{(P_p + P_c)}{2} \right) = \left(\frac{22.5+26}{2} \right) = 24.25t$$

Le pont est appuyé sur deux points sur la poutre, à cet effet les réactions trouvées seront divisés en deux comme suit ;

1- Chariot à distance a :

$$R_{max} = \frac{35.93}{2} = \mathbf{17.965t}$$

$$R_{min} = \frac{R_2}{2} = \frac{12.56}{2} = \mathbf{6.28 t}$$

2. Chariot à mi-travée : $R_{max} = \frac{R}{2} = \mathbf{12.125t}$

Charges verticales (RV max)

Les charges verticales seront déterminées en multipliant les réactions statiques maximales et minimales (R_{max} , R_{min}) par un coefficient de majoration dynamique qui est donné selon le groupe du pont (voir tableau)

Pont en groupe II ;

Chariot à distance a :

$$V_{max} = R_{max} * 1.15 = 20.659 t$$

$$V_{min} = R_{min} * 1.15 = 7.13t$$

2. chariot à mi-travée : $R_{max} * 1.15 = \mathbf{13.94 t}$

II. réaction horizontales

1. réactions horizontales longitudinales : c'est 20 % de réaction statiques ; $R_{hL} = 0.2 * R_V$

a) Chariot à distance a :

$$\max R_{hl} = R_{v,max} * 0.2 = 17,965 * 0.2 = 3.593 t$$

$$\min R_{hl} = R_{v,min} * 0.2 = 6.28 * 0.2 = 1.256 t$$

b) chariot à mi-travée : $R_{hl} = R_v * 0.2 = 12,125 * 0.2 = 2.425 t$

2. réactions horizontales transversales :

a) Chariot à distance minimale du chemin de roulement :

$$R_{ht.max} = \pm \left[0.0052(K + N + B) \frac{L}{e} + 0.021(K + N) \right] = \pm \left[0.0052(20 + 6 + 22.5) \frac{15.8}{2.5} + 0.021(6 + 20) \right] = 1.593 + 0.546 = \mathbf{2.139t}$$

$$R_{ht.min} = \pm \left[0.0052(K + N + B) \frac{L}{e} - 0.021(K + N) \right] \pm \left[0.0052(20 + 6 + 22.5) \frac{15.8}{2.5} - 0.021(6 + 20) \right] = 1.5931 - 0.546 = \mathbf{1.047 t}$$

b) Chariot au milieu du chemin de roulement :

$$\begin{aligned} - R_{ht.max} &= \pm \left[0.024(K + N + B) \frac{L}{e} + 0.021(K + N) \right] \\ - & \\ - &= \pm \left[0.024(20 + 6 + 22.5) \frac{15.8}{2.5} + 0.021(6 + 20) \right] = 7.356 + 0.546 = \mathbf{7.902t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - R_{ht.min} &= \pm \left[0.024(K + N + B) \frac{L}{e} - 0.021(K + N) \right] \\ & \\ &= \pm \left[0.024(20 + 6 + 22.5) \frac{15.8}{2.5} - 0.021(6 + 20) \right] = 7.356 - 0.546 = \mathbf{6.81t} \end{aligned}$$

Les réactions sont regroupées dans le tableau suivant ;

Tableau 3.5 : Récapitule des réactions selon la position de chariot

Les réactions	Verticales		Horizontales			
			Transversales		Longitudinales	
	$R_{V.max}$	$R_{V.min}$	$R_{ht.max}$	$R_{ht.min}$	$R_{hL.max}$	$R_{hL.min}$
Chariot à distance a	20.659	7.13	2.139	1.047	3.593	1.256
Chariot à m-itravée	13.94	13.94	7.902	6.81	2.425	2.425