

## 1. MISE EN CONTEXTE

Conçue pour la construction de maisons individuelles, de bâtiments industriels, de logements collectifs jusqu'à trois ou quatre étages et de petits ponts, la Grue à Montage Automatisée (GMA) est un produit très prisé par les petites entreprises de bâtiment et de travaux publics. Elle se monte sur le chantier de façon autonome en une trentaine de minutes grâce, notamment, à sa technologie hydraulique.



Figure 1 - Grue dépliée



Figure 2 - Grue en cours de dépliement



Figure 3 - Grue en cours d'utilisation

### Vocabulaire :

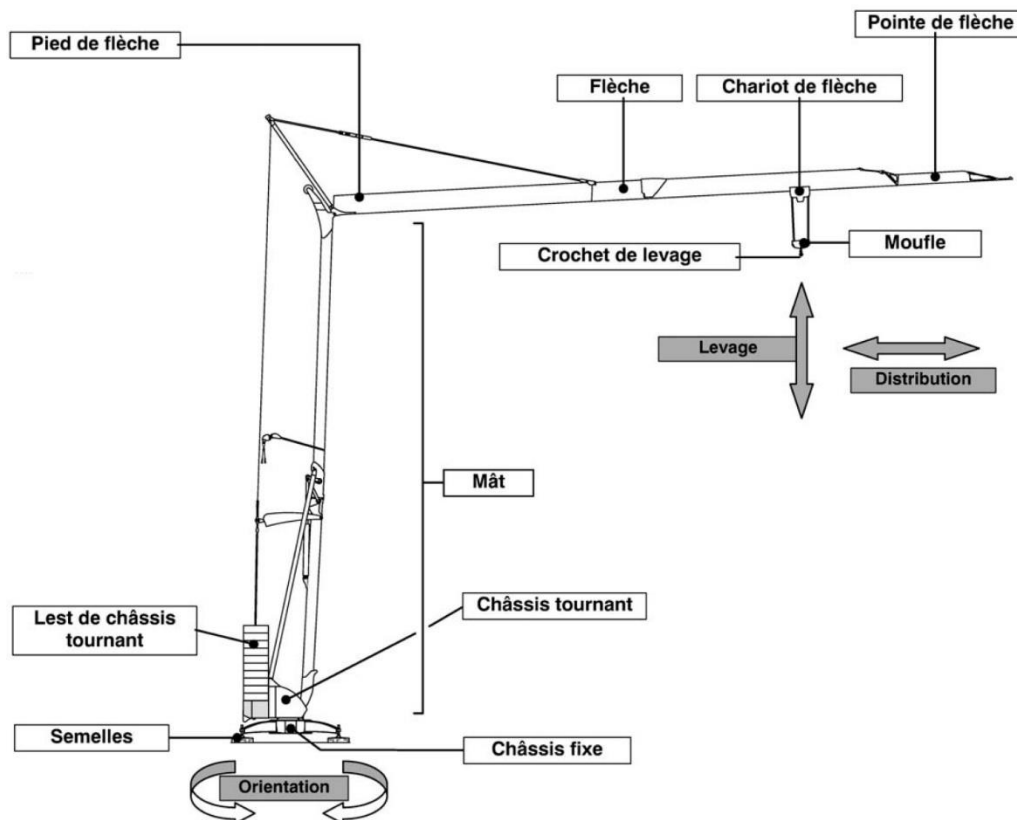


Figure 4 - Description de la grue IGO 15 de la société POTAIN

## 2. MAINTIEN DE LA CHARGE EN EQUILIBRE

La grue est équipée d'un moteur électrique. Le moteur, de type asynchrone (4 pôles), est commandé par un convertisseur de fréquence qui délivre une alimentation à tension et fréquence variable.

La plage de fréquence s'étend de 0 à 92 Hz, ce qui permet une variation de vitesse de 0 à 2760 tr/min.

Cependant la vitesse maximum est limitée par la charge à déplacer (voir courbe ci-contre).

La charge est soulevée par le crochet du moufle, suspendu au câble.

Le câble qui possède un point fixe en bout de flèche, circule dans les poulies du chariot, du moufle et du mât, pour s'enrouler sur le tambour du treuil de levage.

Un moteur-frein suivi d'un réducteur intégré dans le tambour assurent l'entraînement et le maintien de la charge.

La chaîne de transmission de puissance est décrite par le schéma-bloc de la figure 6.

On donne les valeurs du rapport de transmission  $k$  du réducteur et le diamètre  $D_t$  du tambour :

$$k = \frac{1}{27,95}$$

$$D_t = 236,6 \text{ mm}$$

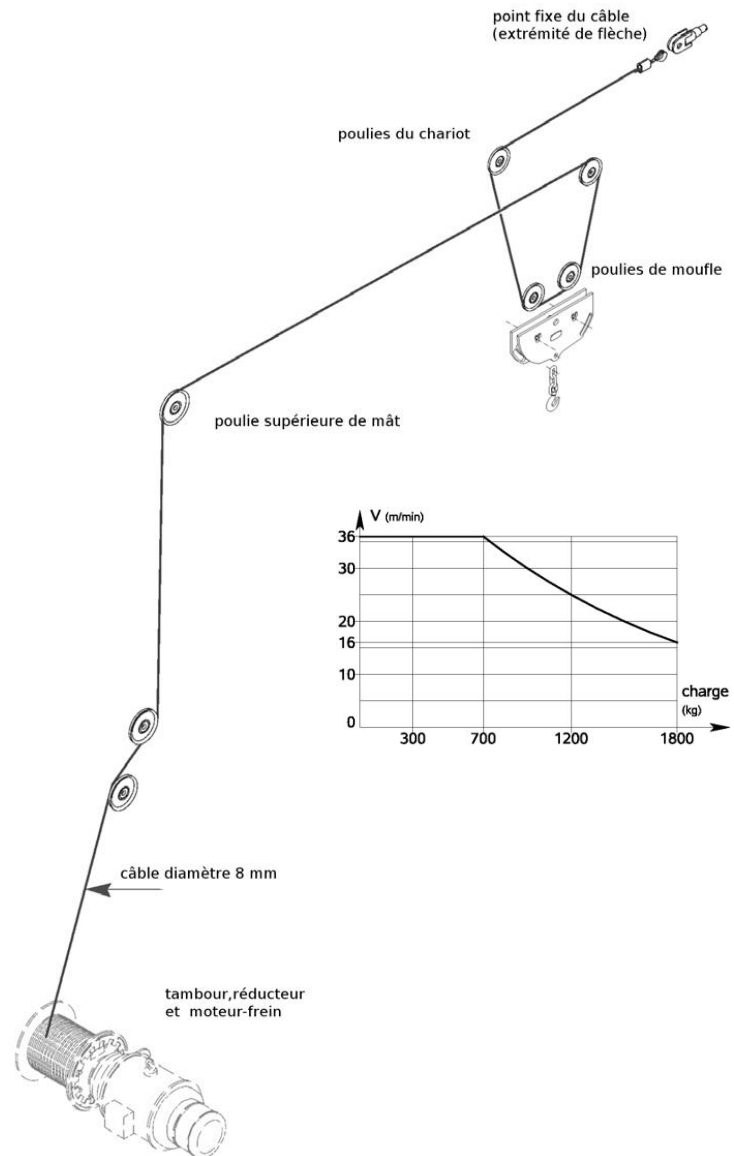


Figure 5 - Chemin du câble et courbe Vitesse - Charge

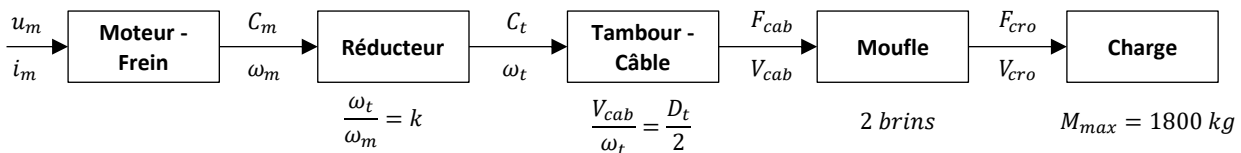


Figure 6 - Schéma-bloc dans le cas de la levée de la charge

- 2.1 Tracer le schéma-bloc de la transmission de puissance dans le cas où la charge devient motrice.
- 2.2 Déterminer l'expression du couple  $C_{frein}$  que doit exercer le frein du moteur pour maintenir la charge en équilibre au bout du crochet en considérant que, dans ce cas, la tension dans le câble est égale à  $F_{cab} = 9000 \text{ N}$ .

### 3. DESCRIPTION DU SYSTEME DE FREINAGE

Le moteur du treuil de levage est équipé d'un frein électromagnétique à manque de courant, monté à l'arrière du moteur, sur le deuxième bout d'arbre (voir figure 7).

Il se compose de :

- Deux disques de freinage **12**, coulissants sur une douille cannelée **8**. Celle-ci est clavetée sur le deuxième bout d'arbre **2** du moteur. Les disques sont équipés de garnitures de frein **11** des deux cotés.
- Un plateau fixe **6** faisant corps avec le flasque arrière du moteur et supportant 3 colonnes **10** en acier traité.
- Un plateau flottant **13**, immobilisé en rotation par les colonnes et séparant les deux disques.
- Le plateau de pression mobile **14** de l'électro-aimant, coulissant sur les colonnes **10**.
- La culasse bobinée **18**, fixée sur les colonnes par les écrous de réglage et d'immobilisation **17**.
- Des ressorts **15** précontraints par les écrous auto-freinés **16**. Ces ressorts exercent l'effort normal  $N$  transmis aux disques de freinage.

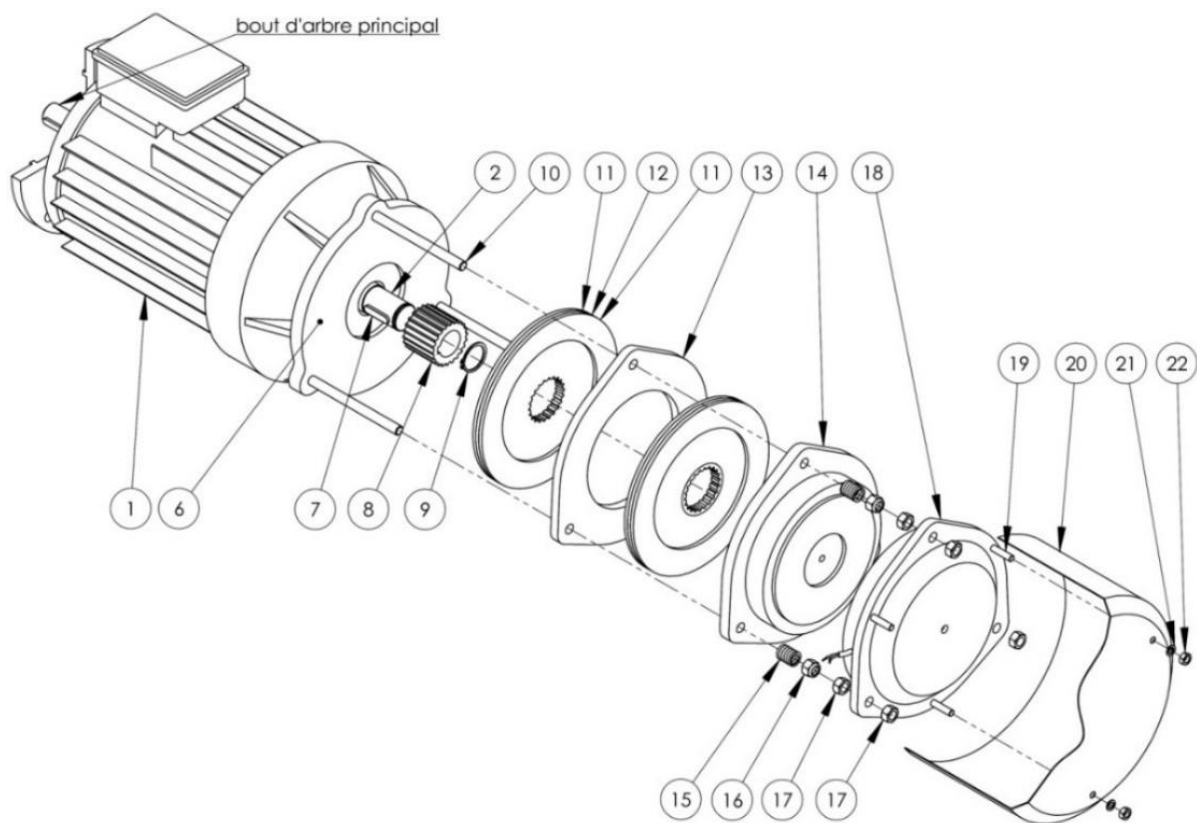


Figure 7 - Descriptif du moteur-frein (à l'arrière du moteur)

En l'absence de courant dans la bobine de la culasse, l'électro-aimant est au repos et les ressorts plaquent le plateau de l'armature mobile **14** contre les disques de frein. L'arbre moteur est freiné.

Lorsque la bobine est alimentée, la culasse **18** attire fortement l'armature mobile qui libère les disques. L'arbre moteur est libre de tourner.

La figure 6 montre l'électro-frein hors tension, c'est-à-dire en position « freinage » :

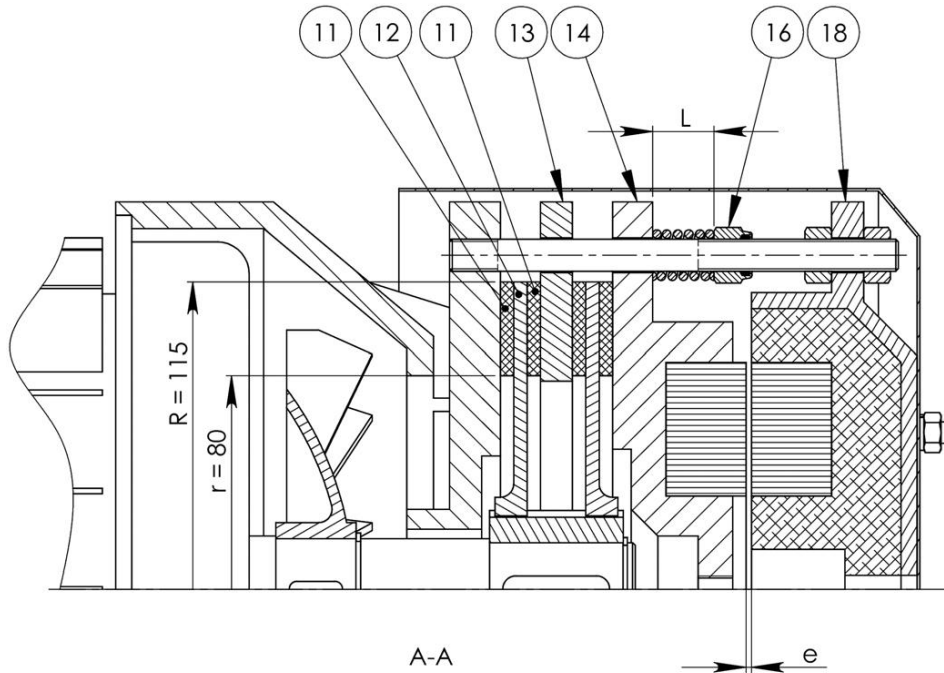


Figure 8 - Electro-frein en position "Freinage"

#### 4. DETERMINATION DE L'EFFORT PRESSEUR EXERCE PAR LES RESSORTS

**Objectif :** Déterminer le réglage correct de la compression des trois ressorts du frein.

On s'intéresse à une des quatre surfaces frottantes entre les disques de frein et les plateaux mobiles. On considère le contact entre la garniture **11** du disque **12** et le plateau **13**.

On donne figure 9 le paramétrage du disque **12** et de sa garniture **11**.

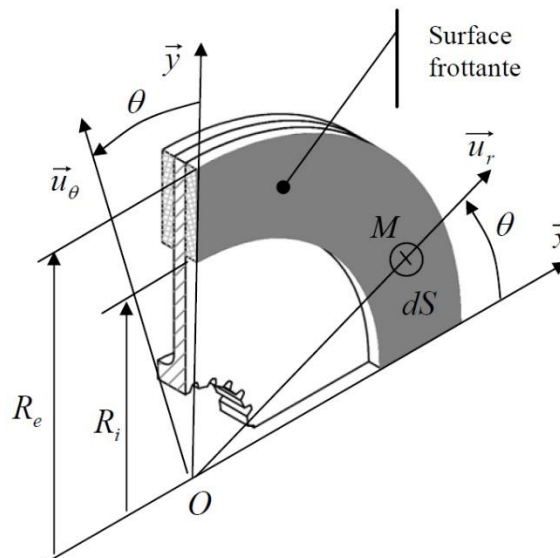


Figure 9 - Paramétrage d'un disque de freinage

Pour caractériser localement les actions de contact du plateau **13** sur la garniture **11**, on utilise un modèle de répartition surfacique avec frottement.

L'expression de l'action élémentaire  $d\vec{R}(13 \rightarrow 11)$  est alors :

$$d\vec{R}(13 \rightarrow 11) = d\vec{N}(13 \rightarrow 11) + d\vec{T}(13 \rightarrow 11) = -dN \cdot \vec{z} - dT \cdot \vec{u}_\theta$$

On note  $p(M)$  la pression en  $M$  exercée par **13** sur **11**. On considère que  $p(M) = p_0 = cte$ .

On a notamment :

$$p(M) = \frac{dN}{dS} = p_0$$

- 4.1 En se plaçant à la limite du glissement, déterminer les composantes du torseur en  $O$  de l'action mécanique d'un plateau **13** sur la garniture **11** au niveau de la surface frottante en fonction de  $p_0$  et du paramétrage :

$$\{\mathcal{T}(13 \rightarrow 11)\} = \{\vec{R}(13 \rightarrow 11) \quad \vec{M}(O, 13 \rightarrow 11)\}_O$$

**Remarque** : on considèrera un coefficient de frottement  $f = 0,25$  au contact entre **11** et **13**.

On appelle  $N$  l'effort presseur développé par les trois ressorts **15** sur le plateau mobile **14** :

$$\{\mathcal{T}(3 \text{ ressorts} : 0 \rightarrow 14)\} = \{-N \cdot \vec{z} \quad \vec{0}\}_O$$

- 4.2 Isoler le plateau **14** et traduire son équilibre en se plaçant à la limite du glissement.

**Remarque** : on considèrera que le plateau **14** est en liaison glissière de direction  $\vec{z}$  avec le bâti **0**.

- 4.3 En déduire la relation entre  $N$ ,  $p_0$  et le paramétrage ainsi que l'expression du couple transmissible par un disque de frein.

On appelle couple transmissible d'un frein, le moment maximal transmissible en utilisant toutes les surfaces de contact disques – plateaux sans qu'il y ait glissement.

- 4.4 Déterminer l'expression du couple transmissible  $C_t$  pour le frein composé des deux disques.
- 4.5 Déterminer l'expression de l'effort minimum que doit produire par chaque ressort :  $F_{\text{ressort}}$  pour assurer un couple de freinage suffisant.
- 4.6 Expliquer pourquoi la position de la culasse **18** est réglable.