

Cycle 8 – Étude de l'équilibre d'un système complexe grâce au Principe Fondamental de la Dynamique (PFD)

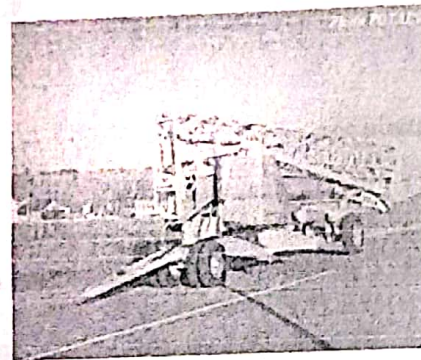
Grue à montage automatisé

À l'issue de ce TD, vous devez être capables de :

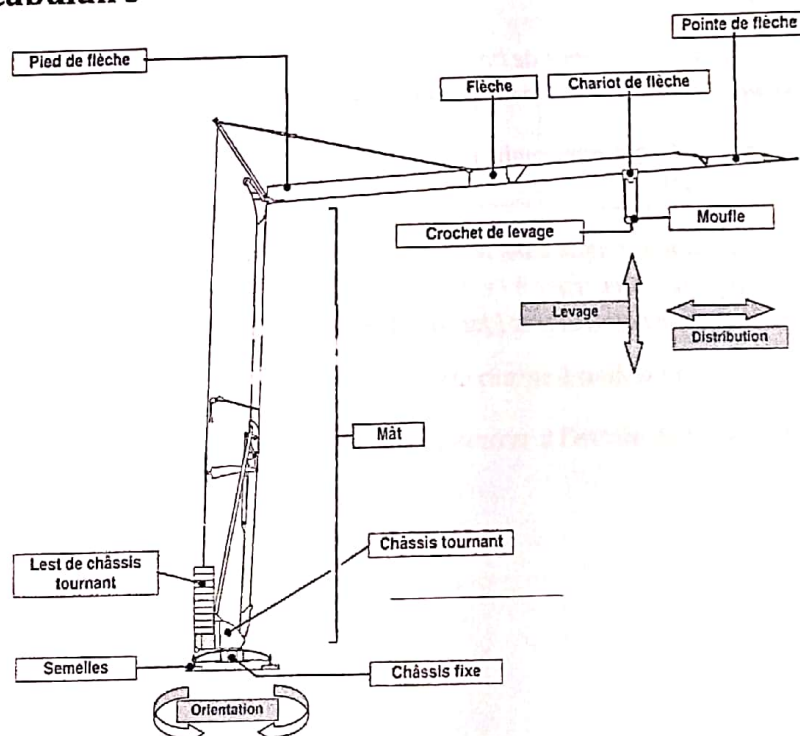
- Déterminer le calcul complet des inconnues de liaison ;
- Proposer une méthode permettant la détermination d'une inconnue de liaison.

1. Introduction

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.



2. Vocabulaire

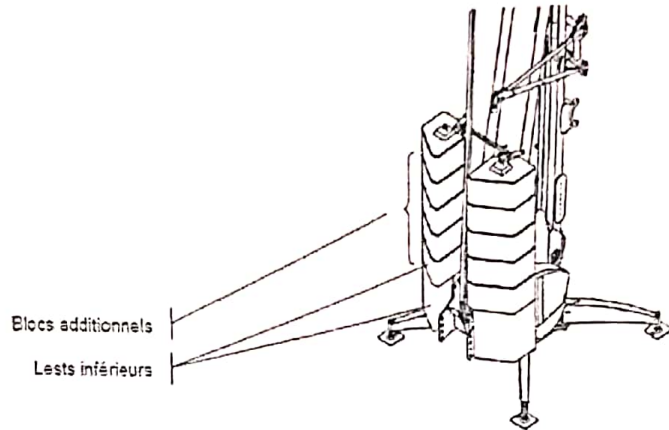


3. Etude de la stabilité de la grue en phase d'utilisation

Dans cette partie nous déterminerons le lest nécessaire à l'utilisation de la grue.

Pour éviter le basculement de la grue vers l'avant, le constructeur prévoit l'utilisation de lests en béton placés proches des pieds arrière, et limite la charge en fonction de sa position sur la flèche (voir document constructeur en annexe). Les deux lests inférieurs ne doivent pas être démontés, et sont nécessaires pendant le dépliage de la grue.

La série de lests supérieurs est rajoutée après dépliage et permet d'équilibrer la grue lors du soulèvement des charges. Chacun des huit blocs additionnels a une masse de 900 kg, et ils sont montés par paire pour conserver le centre de gravité dans le plan de symétrie de la grue.



Hypothèses :

- en A et B liaison ponctuelle de la grue avec le sol ;
- l'action de la charge sur le crochet est modélisée par la force $\vec{C} = -C\vec{y}$;
- P_1 poids de la grue équipée de ses deux lests inférieurs, s'appliquant en G_1 , avec $\|P_1\| = 93200$ N (masse de la grue 6200 kg, masse d'un lest inférieur 1560 kg) ;
- P_2 poids des lests additionnels s'appliquant au centre de gravité G_2 (masse d'un bloc de béton additionnel 900 kg) ;
- on prendra $g = 10$ m/s².

Qu. 1 : Déterminer, à partir du graphe de liaisons et des torseurs associés, les actions mécaniques du sol sur la grue en fonction de P_1 , P_2 , C et des paramètres géométriques.

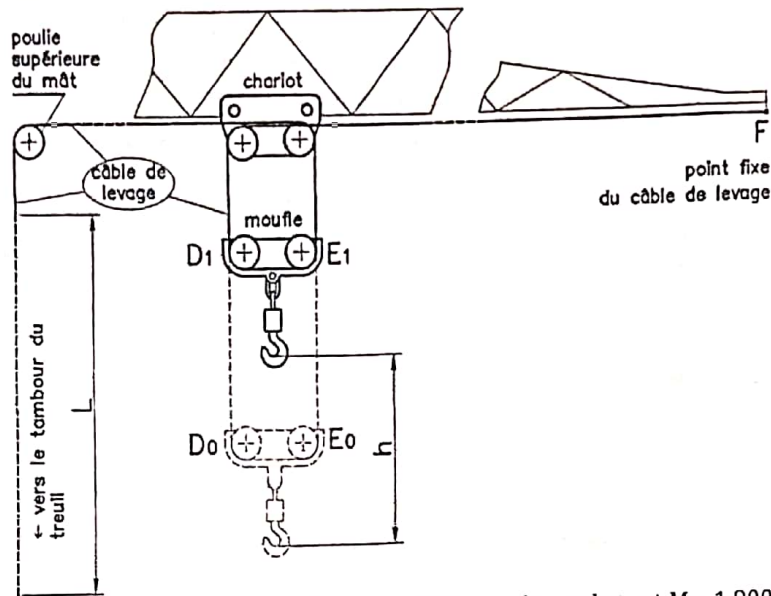
Qu. 2 : Déterminer la charge maximale pouvant être soulevée par la grue (à la limite du basculement).

Qu. 3 : Faire l'application numérique dans le cas où la charge maximale est soulevée à une distance $c = 10,4$ m, et que la grue est chargée à l'aide de 8 blocs de béton additionnels. Comparer avec les informations données par le constructeur (document ressource), commenter.

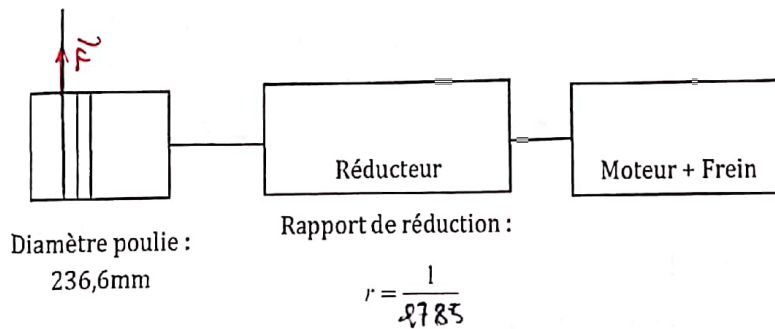
4. Etude Fonction levage / maintenir la charge

Principe de fonctionnement:

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 masse maximum de la charge que le treuil peut soulever avec le crochet est $M = 1\,800\text{ kg}$. On souhaite vérifier que le couple nominal du moteur est suffisant pour soulever cette charge.



Qu. 4 : Calculer la tension dans le câble en fonction de la charge à soulever C .

Qu. 5 : Déterminer le couple que le moteur frein doit exercer à l'entrée du réducteur pour maintenir la charge en équilibre.

On note α le rendement

$$\frac{P_n}{P_m} = \alpha \Leftrightarrow \frac{C_n \omega_n}{C_m \omega_m} = \alpha$$

pour $\alpha = 1$ $C_n \omega_n = C_m \omega_m$

$$\rightarrow \frac{C_n}{C_m} = \frac{1}{r}$$

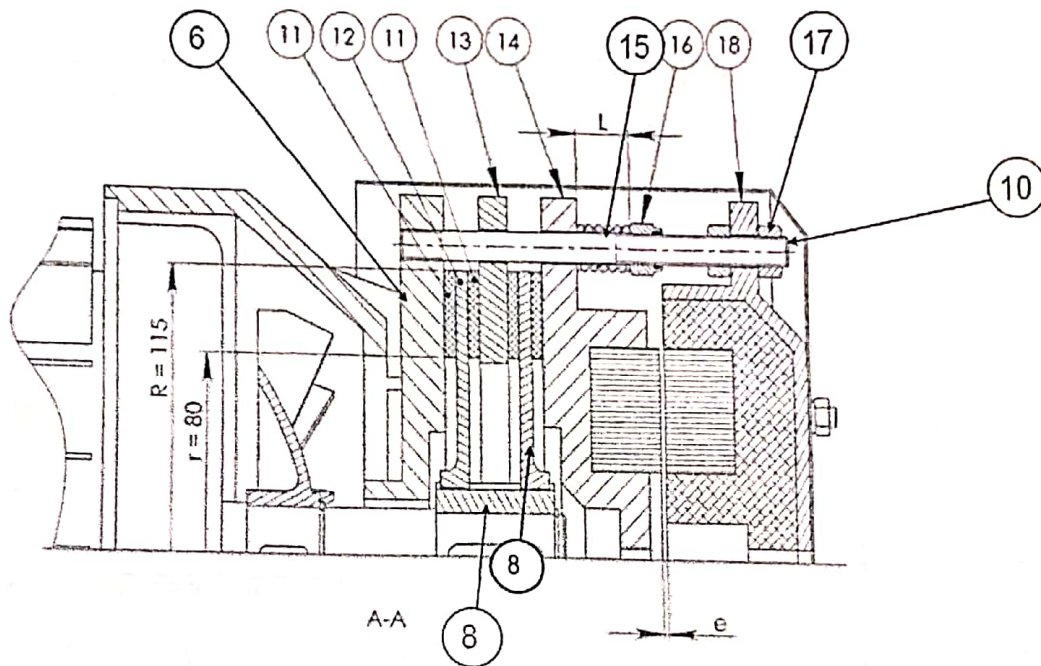
3

isoler poulie ; B_{flex} , $\mathcal{M}_p(\vec{F})$, C_R , pivot (possibilité frottement)

UTC à l'équilibre : $F \cdot \frac{d}{2} \cos \theta = C_n \cdot r \Leftrightarrow F \cdot \frac{d}{2} \leq C_n$

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. 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 ;
- L'armature 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 ;
- Trois ressorts 15 précontraints par les écrous auto-freinés 16 ;
- Ces 3 ressorts exercent l'effort normal N transmis aux disques de freinage.

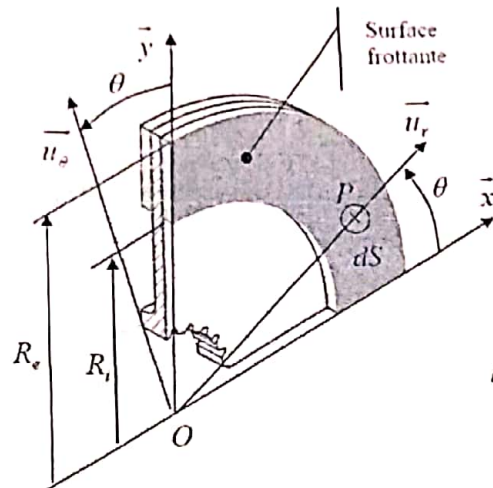


En l'absence de courant dans la bobine de la culasse, l'électro-aimant est au repos et les ressorts plaquent le plateau de l'armature mobile contre les disques de frein. L'arbre moteur est freiné.

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

Données :

Le coefficient de frottement d'une garniture Ferrodo sur un plateau acier vaut $f = 0,25$.



Avec : $\vec{OP} = r \cdot \vec{u}_r$

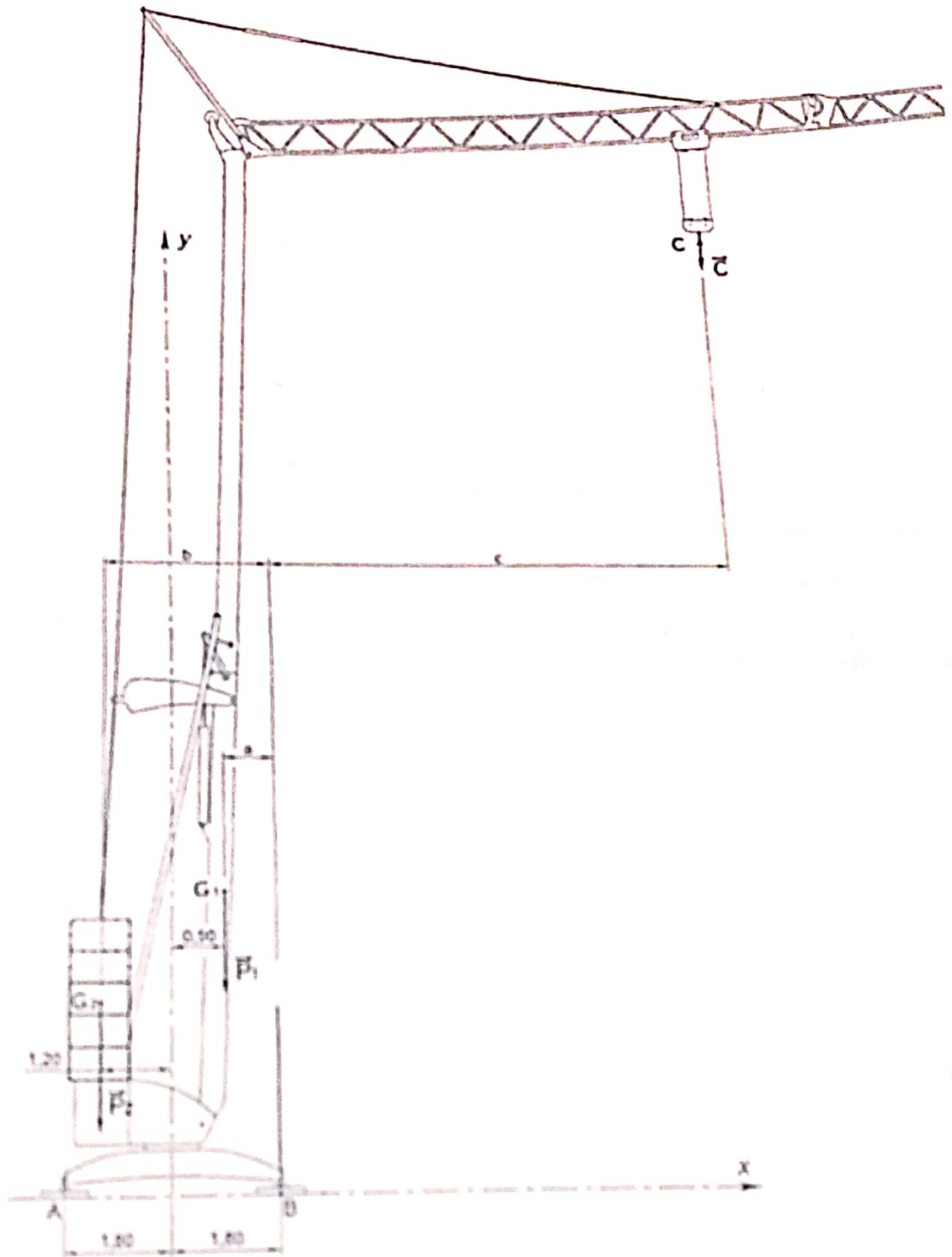
Qu. 6 : On suppose que la pression de contact entre les garnitures et les disques de freinage est constante, Donner l'expression de la pression p en fonction de R_i , R_e et de l'effort normal résultant N .

Qu. 7 : Donner l'expression du couple maximal transmissible par une surface frottante, en fonction de R_i , R_e , p et f . Cette expression peut se mettre sous la forme Couple = $f R_{eq} N$, et on donnera l'expression du rayon équivalent.

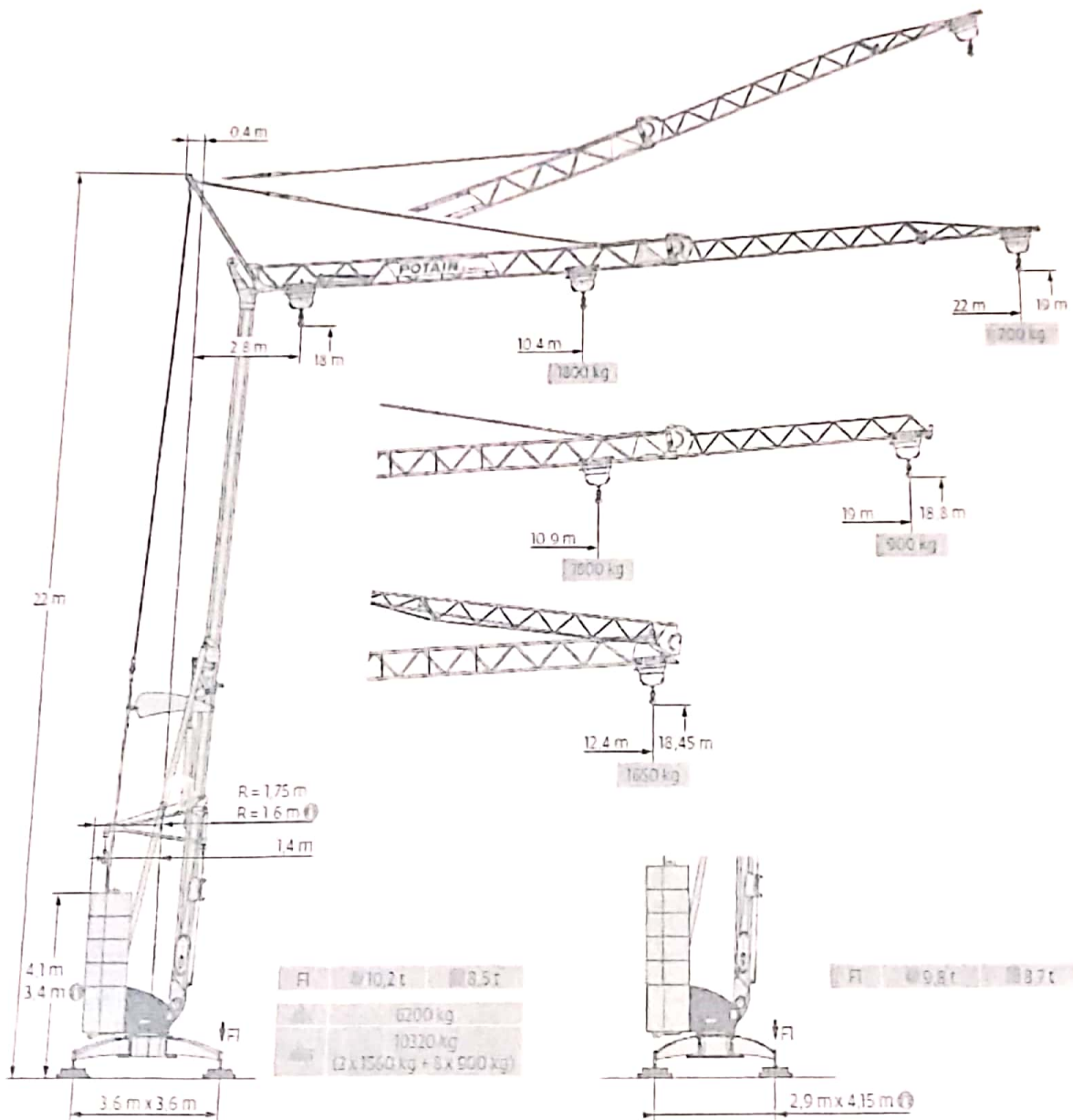
Qu. 8 : Donner l'expression du couple maximal transmissible par le frein.

Qu. 9 : Calculer l'effort normal N nécessaire pour obtenir le couple minimal de freinage permettant le maintien en équilibre de la charge. En déduire l'effort $F_{ressort}$ que doit exercer chacun des trois ressorts.

Document ressource



Potain Igo 15



EN 14439 C25-D25
 EN 14439 C50-D50
 FEM 1.001-A3