

Les moyens de levage

1 - Différents types de moyens de levage

Les moyens de levage principalement utilisés et les plus répandus sur le marché sont les suivants :

- Grue à tour,
- Grue télescopique à montage rapide (GTMR)
- Grue automotrice (routièrre et tous terrains),
- Grue sur chenille à flèche treillis,
- Portiques et ponts roulants...

Marques principales:
LIEBHERR, POTAIN,
PPM, GROVE...

D'autres moyens de levage peuvent être utilisés dans des cas particuliers tels que :

- Treuil, monte-matériaux,
- Coussin d'air,
- Blondin,
- Hélicoptère...

2 – Choix du type de moyen de levage

2.1. – Principe

Ce choix s'effectue après concertation entre le bureau des méthodes (maîtrise du site, hypothèses du Plan d'Installation de Chantier (P.I.C.), hypothèses des besoins humains et matériels) et le bureau d'étude technique (définition de la structure), afin de pouvoir faire l'inventaire des charges à lever ; parmi ces critères de choix, on trouve :

- masse et position des éléments à lever,
- le mode constructif (éléments coulés en place et/ou préfabriqués) = charge de grue,
- hauteur maximum des bâtiments à construire ou survolés,
- obstacles naturels (talus, terrain en pente, végétation...),
- emprise au sol disponible,
- possibilités de démontage après réalisation,
- durée du chantier,
- prix de location ou amortissement du moyen de levage,
- disponibilité du parc matériel...

Nota : analyser l'importance et la fréquence du levage de la charge maximum par rapport au levage de la charge courante = **location ponctuelle d'une grue automotrice.**

2.2. - Choix du nombre de moyens de levage :

Le nombre de grues (ou moyen de levage) dépend :

- de la superficie du chantier,
- de la durée du chantier,
- du nombre de bâtiments,
- du nombre d'ouvriers (**ratio \approx 25 ouvriers par moyen de levage**),
- du calcul de saturation de grue (= charge de grue)...

2.3. – Tableau d'utilisation des principaux moyens de levage

Moyen de levage	Avantages	Inconvénients	Utilisations
<u>Grue à tour</u>	<ul style="list-style-type: none"> - roulante, fixe, hissable - peu d'emprise au sol - la flèche peut être relevable - charge et couple maximum importants - hauteur infinie ? - bonne visibilité pour le grutier 	<ul style="list-style-type: none"> - durée et coût du montage et démontage + nécessité d'une grue automotrice d'appoint - coût d'achat - taille (stockage, déplacements) 	<ul style="list-style-type: none"> - chantiers de moyenne et grosse importance
Grue télescopique à montage rapide (GTMR)	<ul style="list-style-type: none"> - rapidité de montage et démontage - grutier « temporaire » - <u>flèche relevable</u> éventuellement 	<ul style="list-style-type: none"> - emprise au sol importante (base pivotante) - vitesse de mouvements - visibilité réduite pour le grutier 	<ul style="list-style-type: none"> - petits chantiers ou seconde grue d'appoint
<u>Grue automotrice</u>	<ul style="list-style-type: none"> - permet de « sous-dimensionner » la grue courante - mobilité - engin de « transport » 	<ul style="list-style-type: none"> - coût horaire - charge et couple réduits - emprise au sol - vitesse de mouvement - visibilité réduite pour le pilote 	<ul style="list-style-type: none"> - montage et démontage des grues à tour - interventions ponctuelles - accidents, dépannages - charpente métallique

Données financières (06/2002) :

	Grue à Tour	GTMR	Grue Automotrice
Transport A/R	3100 €	1100 €	470 €
Montage / Démontage	17000 €	8400 €	-
Location	5350 €/ mois	4600 €/ mois	95 €/ heure

3 – Caractéristiques d'une grue à tour

3.1. - Longueur de flèche :

C'est la distance horizontale entre l'axe de rotation de la grue et l'axe vertical du crochet en bout de flèche. Cette distance mesurée sur le plan doit permettre le transport des charges en tout point du bâtiment à construire.

3.2. - Hauteur sous crochet :

C'est la distance verticale entre le niveau du dessus des rails et le dessous du crochet à vide remonté au maximum, chariot en pointe de flèche.

Pour calculer la hauteur sous crochet il faut tenir compte des hauteurs suivantes :

- h_0 = hauteur des bâtiments à construire ou construits par rapport aux rails
- h_1 = hauteur de sécurité entre les charges manutentionnées et le point le plus haut du bâtiment, prise forfaitairement à 2 m
- h_2 = hauteur maximale des charges à lever y compris les matériels de manutention et d'élingage.

$$H_{SC} = h_0 + h_1 + h_2$$

$$H_{sc} \neq N_{H_{sc}}$$

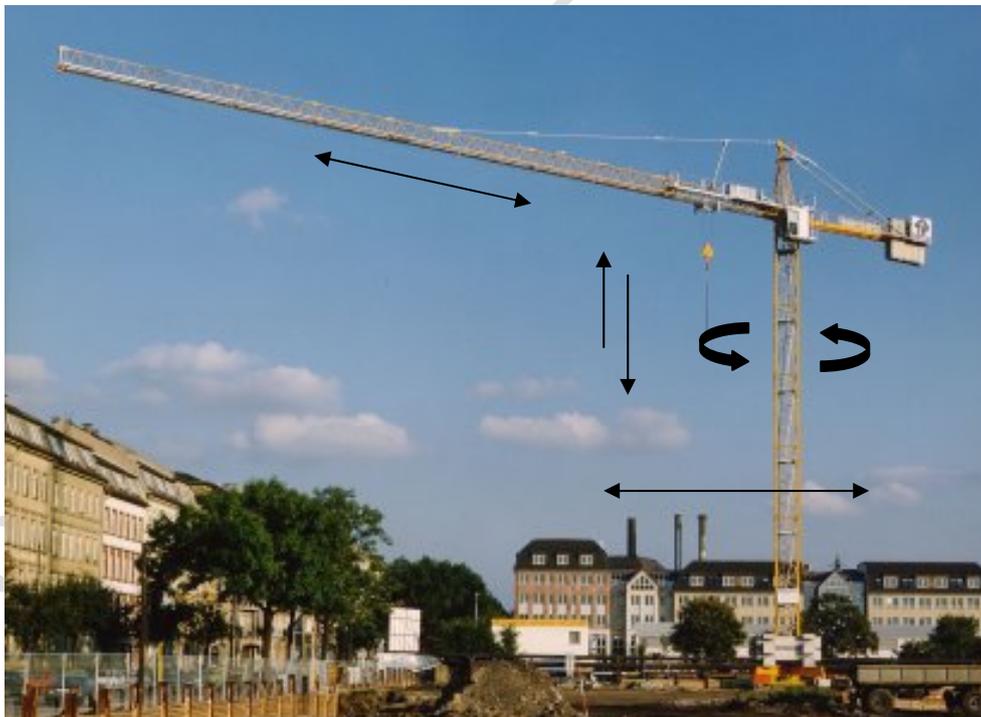
3.3. - Charge le long de la flèche :

C'est la charge utile levée par la grue pour des distances données : exemples 25,000 m ou bout de flèche...

3.4. – Charge maximum

Elle est déterminée par la plus grande valeur des charges soulevées tout au long de la flèche.

3.5. – Mouvements d'une grue à tour



Distribution : déplacement du chariot par rapport à la flèche

Levage : déplacement du moufle par rapport au chariot

Orientation : déplacement de l'ensemble flèche / porte-flèche / contre-flèche par rapport au fût

Translation : déplacement du châssis de base par rapport à la voie de grue

4.2. – Montage d'une grue télescopique à montage rapide (GTMR)

- dimensionnement des [fondations](#) en fonction des actions exercées sur le sol (voir documentation fournisseurs) et de la capacité portante du sol
- pose du [châssis de base](#)
- pose des éléments du mât ([élément coulissant](#))
- [déploiement](#) de la GTMR comprenant l'[équipement](#) (câblage, [chariot](#), [moufle](#)...)

4.3. – Mise en service (APAVE, SOCOTEC, VERITAS...)

L'administration accepte qu'une grue soit mise en service si elle a reçu l'assurance qu'elle ne constitue pas un danger pour le public.

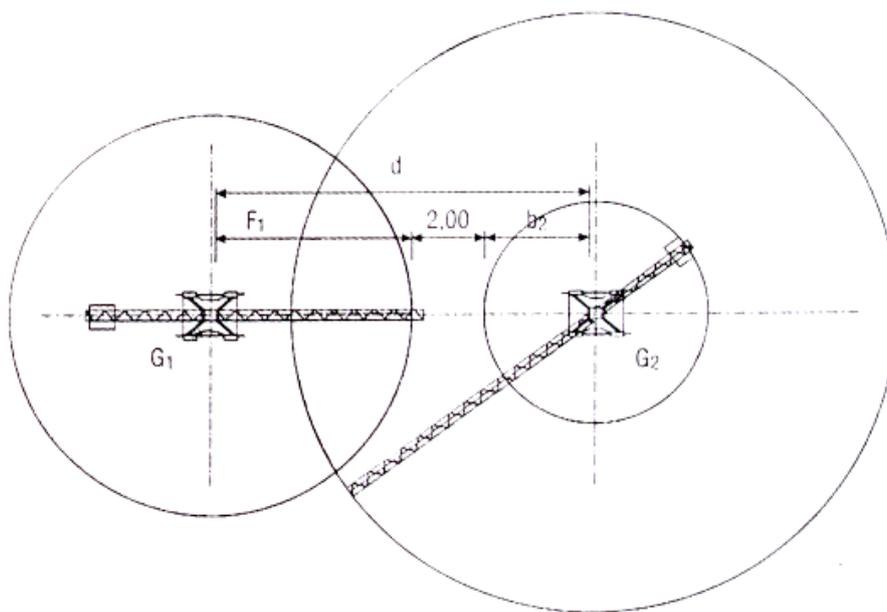
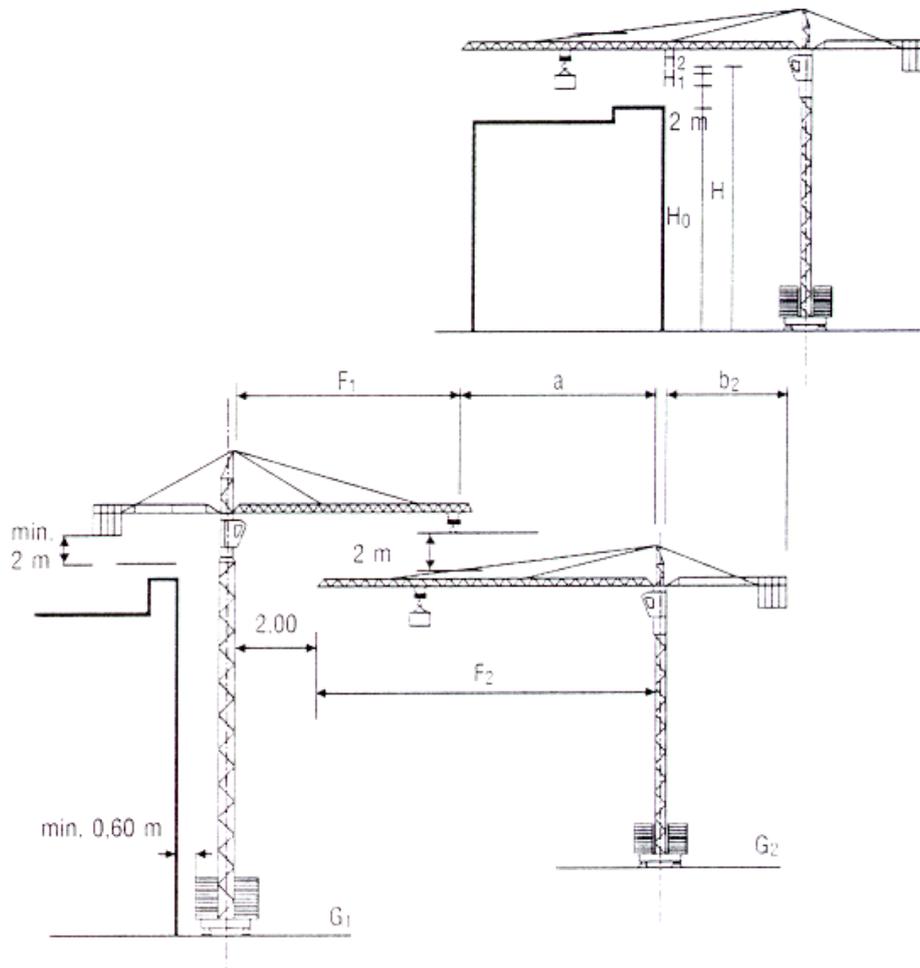
En conséquence:

- L'entreprise doit faire vérifier sa grue, une fois montée, par un organisme agréé par arrêté du Ministère du travail.
 - L'inspecteur de l'organisme remet à l'entreprise, à l'issue de sa visite, un document écrit sous la forme d'un certificat d'essais, comportant le cas échéant ses observations.
 - L'entreprise fait le nécessaire pour satisfaire à ces observations.
 - L'entreprise avertit par écrit le Commissariat de Police de la date de mise en service de la grue en attestant que les caractéristiques et le mode d'implantation de la grue contrôlée correspondent à l'autorisation d'installation.
 - L'entreprise peut alors mettre sa grue en service à la date qu'elle a indiquée.
 - Dans les quinze jours qui suivent, l'entreprise transmet à l'autorité qui a délivré l'autorisation d'installation (Préfecture de Police ou Mairie) un exemplaire du rapport définitif que lui aura fait parvenir entre-temps l'organisme de contrôle, en indiquant que le nécessaire a été fait pour satisfaire aux observations mettant en cause la sécurité du public.
- Passé ce délai de quinze jours, l'entreprise pourra se voir mise en demeure de cesser d'utiliser la grue.

4.4. - Dispositifs de sécurités sur les différents organes :

- [Sécurité](#) de couple (porte-flèche): elle empêche de lever ou de distribuer une charge supérieure à la charge permise pour une portée donnée.
- [Sécurité](#) charge maximum: elle empêche de lever, quelle que soit la portée, une charge dépassant la charge maximum admise pour la grue.
- Fin de course du chariot de flèche: cette sécurité coupe le mouvement du chariot lorsque celui-ci arrive au pied ou à la pointe de la flèche. Cette sécurité est double, d'abord ralentissement puis arrêt.
- Fin de course de translation: ce dispositif, monté sur le châssis, coupe le mouvement de translation lorsque la grue arrive aux extrémités de la voie : il doit être placé à l'intérieur de la voie.
- Fin de course de levage: ce dispositif coupe le mouvement de levage quand le moufle arrive à la position désirée vers le haut ou vers le bas.
- Possibilité de mise en girouette
- Gestion des [interférences](#) entre [moyens de levage](#)

4.5. – Distances minimales avec obstacles et zones d'interférence entre deux grues

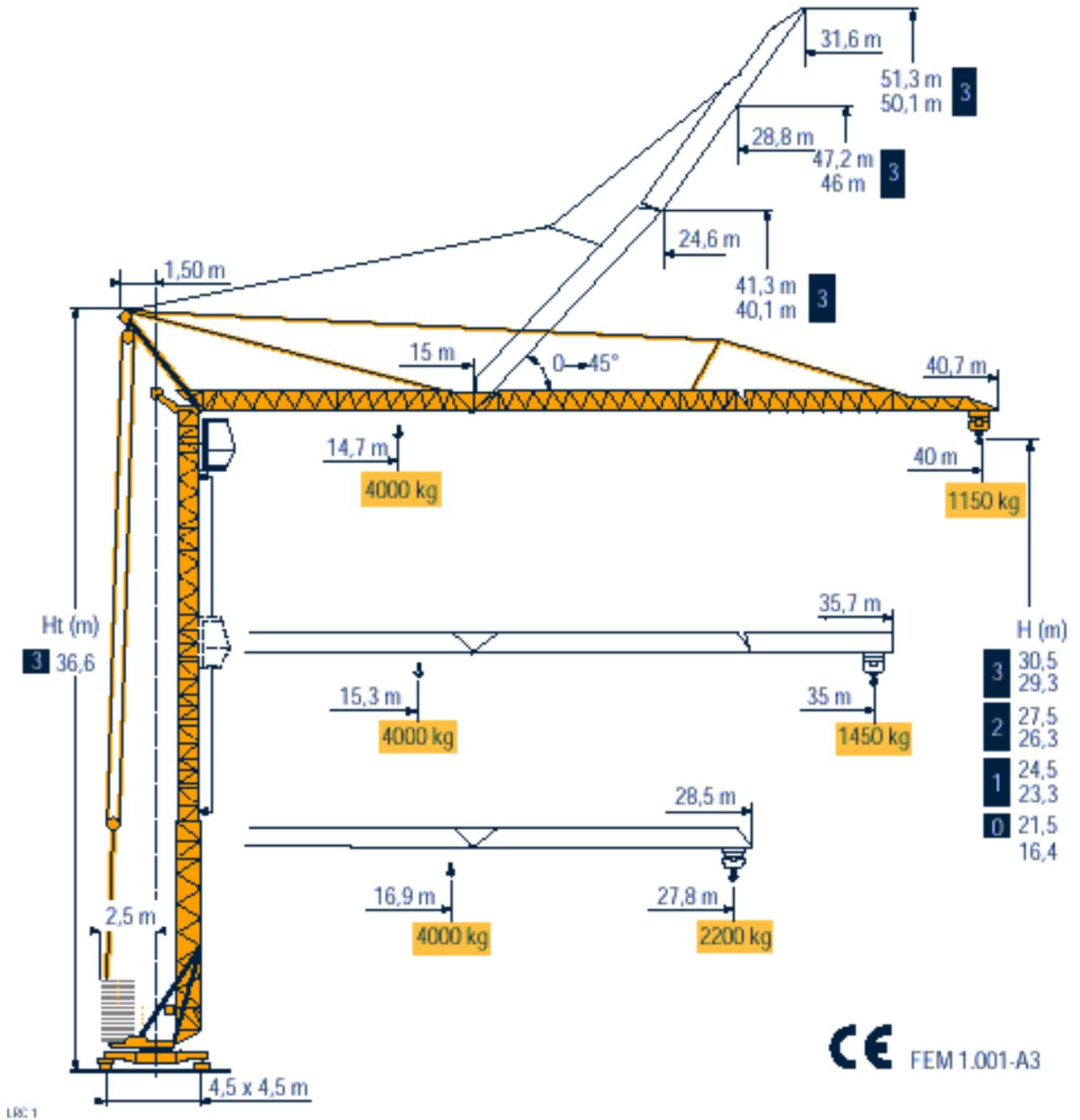


5 - Détermination du poste de levage

Phases	Démarches/Règles
1 - Tracer l'axe de la voie de grue	Après avoir localisé l'emprise des bâtiments à construire et des terrassements, dessiner l'axe de la voie de grue (généralement parallèle aux bâtiments à une distance minimale D. <u>Ex</u> : $D = 3,000 + 0,600 = 3,600$ (pour une embase de grue de 6 m x 6m)
2 – Déterminer la longueur minimale de la flèche	Après avoir repéré l'angle du bâtiment le plus éloigné de l'axe de la voie, on trace une perpendiculaire à cet axe puis on mesure cette distance à l'échelle (arrondir par excès au mètre supérieur).
3 – Calculer la hauteur minimale sous crochet Hsc	Après avoir déterminé les différentes hauteurs h_0, h_1, h_2 , on en déduit la hauteur sous crochet minimale. Une étude comparative est réalisée pour ne retenir que la hauteur la plus importante.
4 – Déterminer les valeurs maximales des charges à lever en bout de flèche	Après étude comparative des différents éléments à lever (matériaux, matériels, éléments préfabriqués), on retient la plus grande valeur des charges à lever aux portées maximales et intermédiaires.
5 – Choisir les caractéristiques réelles de la grue	A partir des caractéristiques calculées, on recherche le type de grue correspondant le mieux au chantier et à la valeur locative minimale. Après choix de la grue, les solutions de démontage sont envisagées et des modifications éventuelles sont apportées.
6 – Déterminer la longueur de la voie de grue	Il faut tenir compte de l'embase de la grue et des distances de sécurité . En principe la voie de grue est constituée de rails de 6,000 m de longueur. Si la grue est roulante, garder une marge de sécurité pour les butons d'arrêt $> 1,000$ m.
7 – Etablir la demande d'installation de grue	Remplir et remettre les imprimés de demande d'autorisation à la mairie ou à la préfecture.
8 – Demander l'autorisation de transport	Suivant l'encombrement (largeur, longueur) de la grue, le transport sur route nécessite une demande d'autorisation au service de la Direction des routes de la préfecture.
9 – Préparer l'assise de la grue	
10 – Montage de la grue	
11 – Effectuer la mise en service de la grue	Essai statique : déformation des éléments pour $1,3 \times Q_{\max}$ Essai dynamique : dispositifs de sécurité pour $1,1 \times Q_{\max}$

6 – Analyse des documentations de fournisseurs

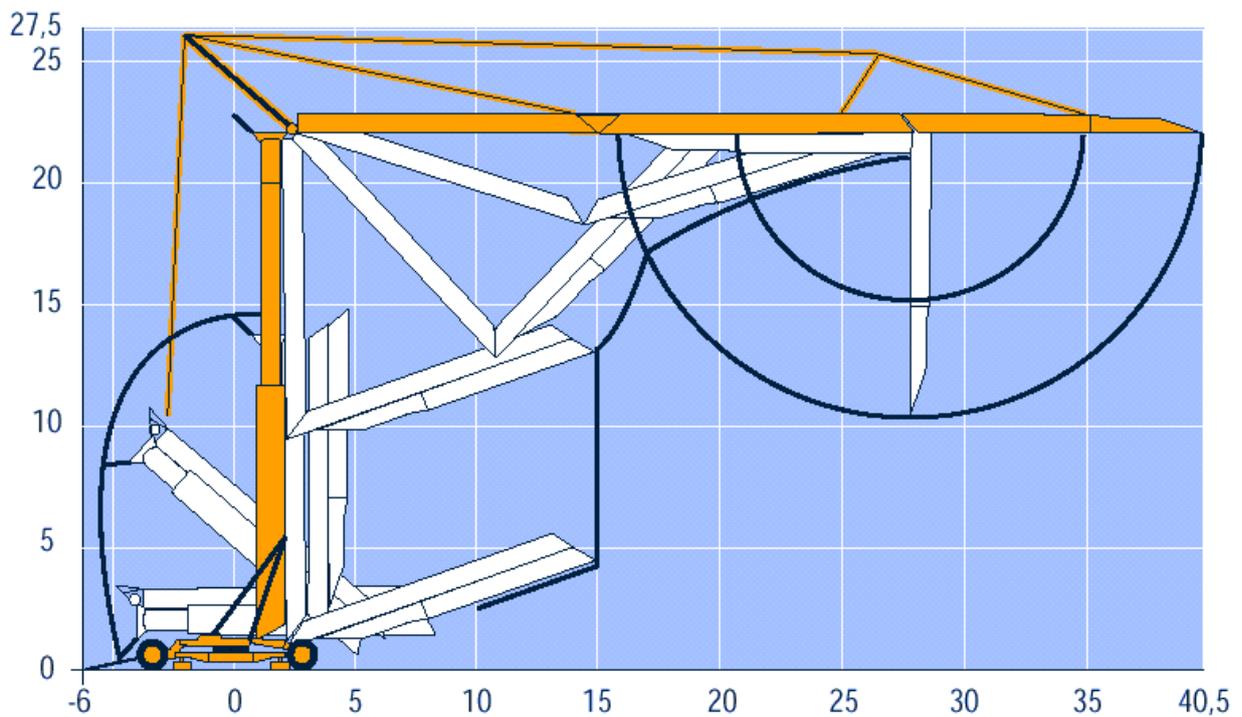
Grue à tour à montage rapide POTAIN GTMR 336 B : caractéristiques générales



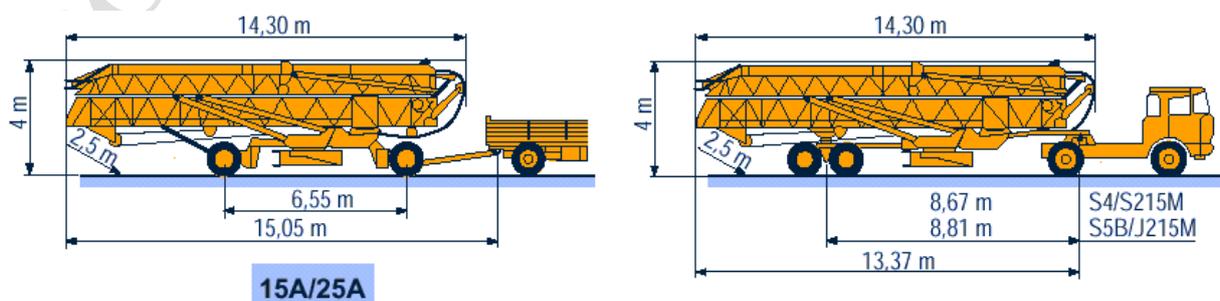
Grue à tour à montage rapide POTAIN GTMR 336 B : courbes de charge

40 m	2,8	14,7	16	18	20	22	24	26	26,3	28	30	32	34	36	38	40	m	
		4000	3600	3110	2740	2440	2190	1980	-	1810	1660	1530	1420	1320	1230	1150	kg	
										2000	1860	1710	1580	1470	1370	1280	1200	kg
35 m	2,8	15,3	16	18	20	22	24	26	27,6	28	30	32	34	35			m	
		4000	3800	3290	2890	2570	2310	2100	-	1920	1760	1620	1500	1450			kg	
										2000	1970	1810	1670	1550	1500		kg	
27,8 m	2,8	16,9	18	20	22	24	26	27,8									m	
		4000	3720	3270	2920	2630	2390	2200									kg	
										2000							kg	
LRC 1																		

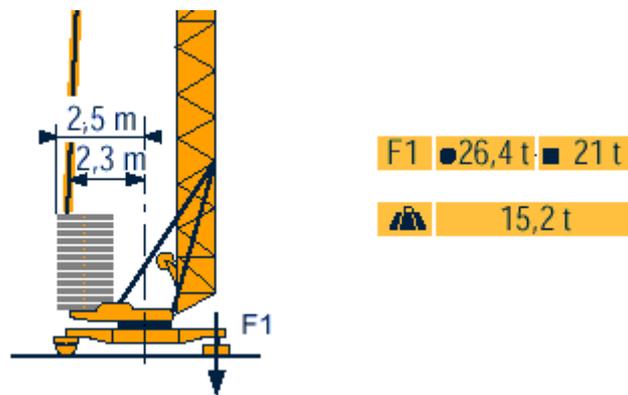
Grue à tour à montage rapide POTAIN GTMR 336 B : montage / démontage



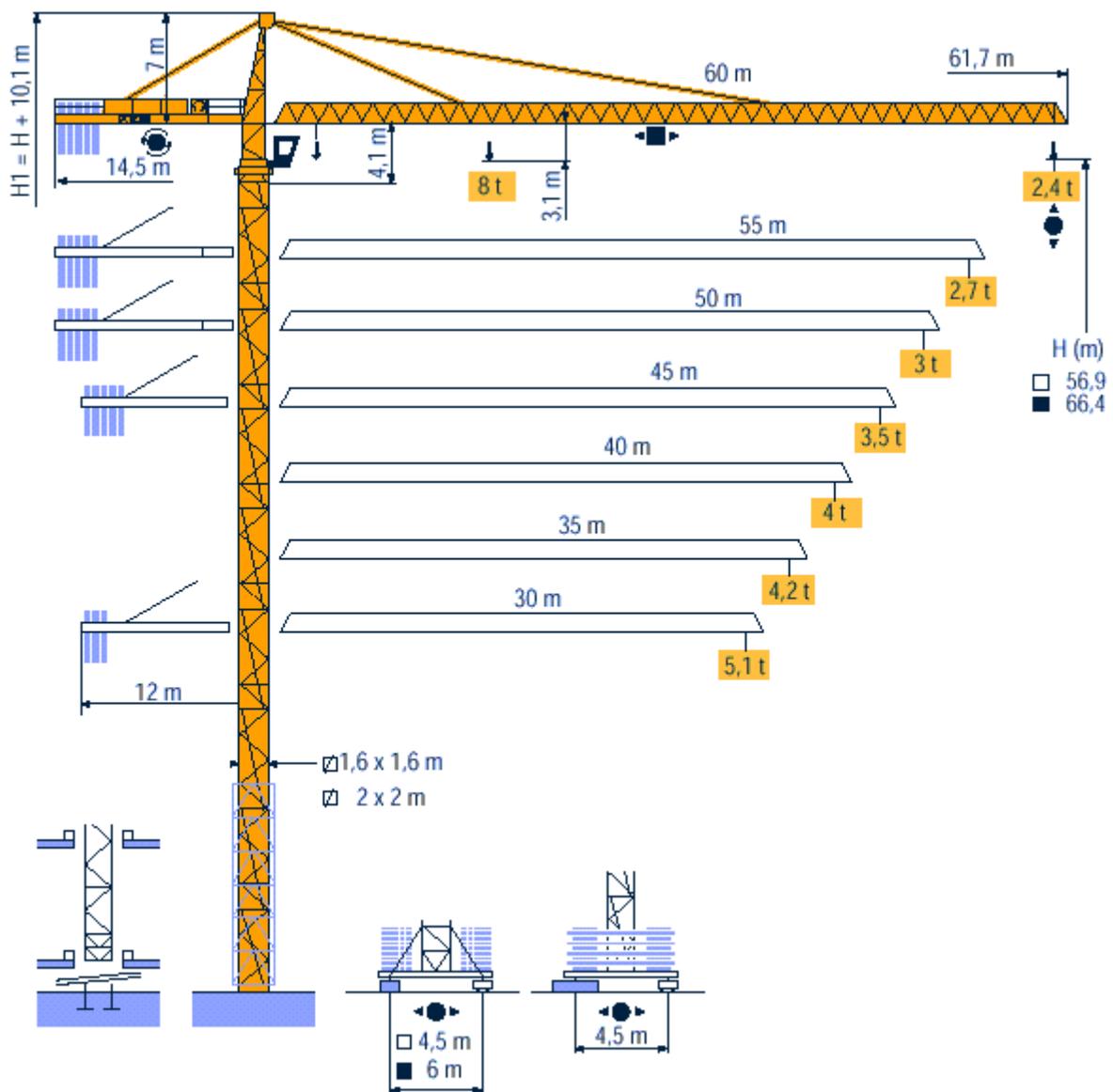
Grue à tour à montage rapide POTAIN GTMR 336 B : transport



Grue à tour à montage rapide POTAIN GTMR 336 B : réactions d'appuis



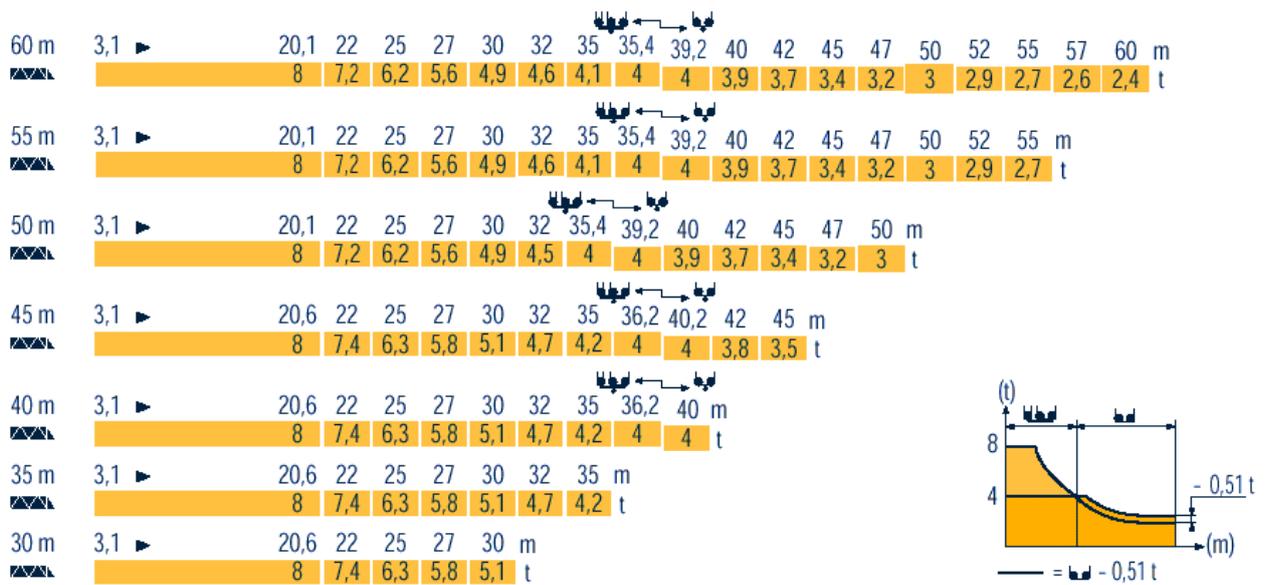
Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : caractéristiques générales



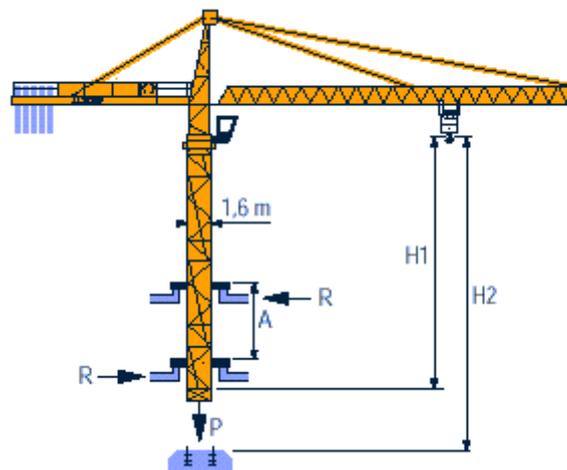
L00 1

CE FEM 1.001-A3

Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : courbes de charges



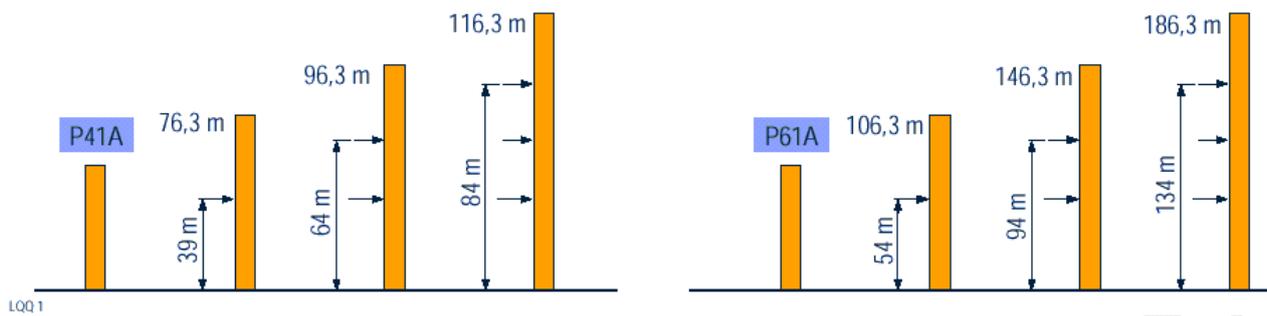
Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : télescopage sur planchers / dalles



Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : lests de base

∅ 1,6 m	S 40 A	H (m)	51,9	48,5	45,2	40,2	35,2	30,2	25,2	20,2	15,2		
		(t)	84	66	54	54	54	54	54	54	54		
∅ 1,6 m	S 41 A	H (m)	56,9	53,6	50,2	45,2	40,2	35,2	30,2	25,2	20,2	15,2	
		(t)	114	90	78	54	54	54	54	54	54	54	
∅ 1,6 m	ZD 46 A	H (m)	54,4	51	47,7	42,7	37,2	32,7	27,7	22,7	17,7	12,7	
		(t)	95	75	65	50	50	50	50	50	50	50	
∅ 2 m	V 60 A	H (m)	66,4	61,4	56,4	51,4	46,4	41,4	36,4	31,4	26,4	21,4	16,4
		(t)	120	96	72	60	24	24	24	24	24	24	24
∅ 2 m	ZD 46 A	H (m)	51	47,7	42,7	37,7	32,7	27,7	22,7	17,7	12,7		
		(t)	95	80	50	50	50	50	50	50	50		

Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : ancrage du fût



Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : lests de contre-flèche

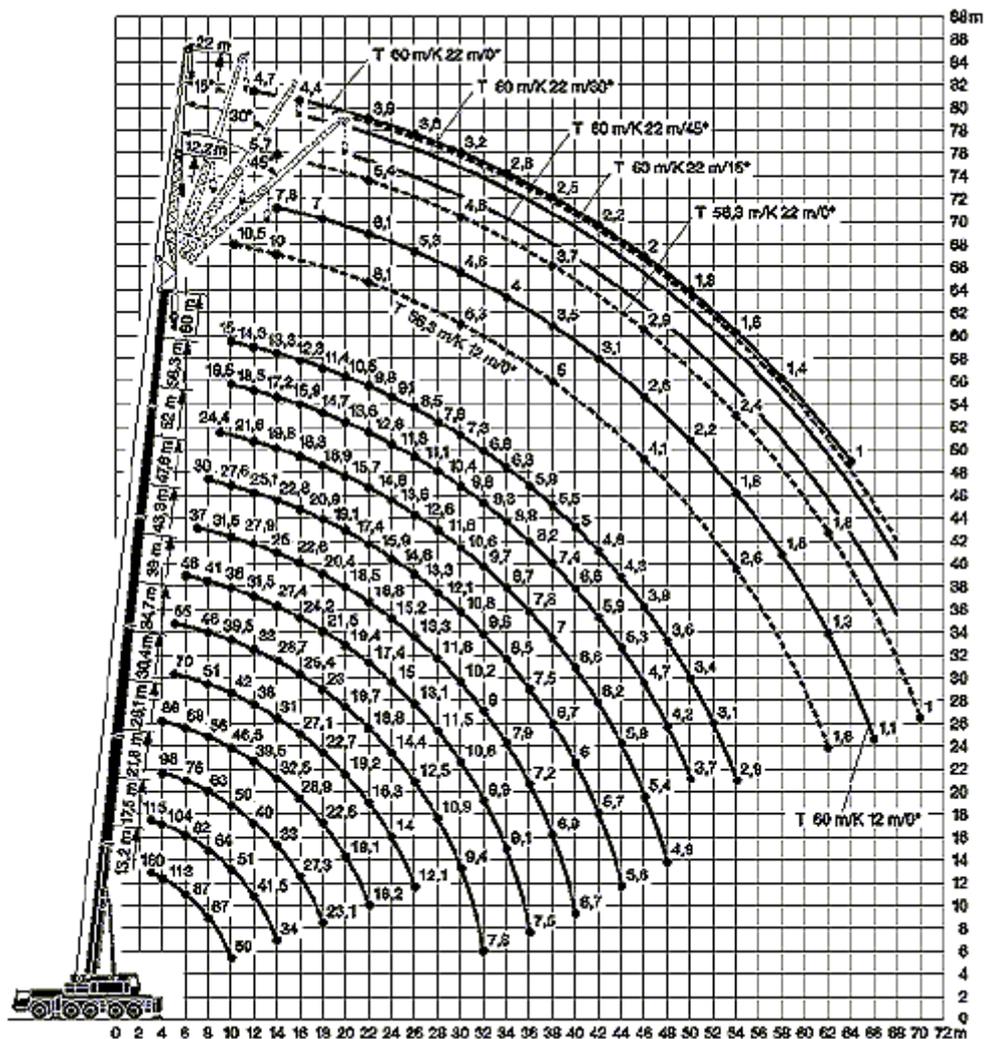
L	4 800 - 4 200 - 3 400 kg			4 800 - 4 200 - 700 kg		
	33 PC/33 LVF	55 RCS/50 LVF (kg)		33 PC/33 LVF	55 RCS/50 LVF (kg)	
60 m	14,5 m	19 200	18 600	14,5 m	18 800	18 200
55 m	14,5 m	17 200	15 800	14,5 m	16 800	15 400
50 m	14,5 m	15 800	14 400	14,5 m	15 400	14 700
45 m	12 m	18 000	17 200	12 m	17 500	16 800
40 m	12 m	15 200	14 400	12 m	15 400	14 700
35 m	12 m	13 800	13 000	12 m	14 000	12 600
30 m	12 m	11 800	11 000	12 m	11 900	11 200

Grue à tour POTAIN Topkit MD 205 A H8 : mécanisme

								ch - PS hp	kW						
	33 LVF 20	m/min	3 → 8 → 26 → 52				1,5 → 4 → 13 → 26				33	24	360 m > 360		
		t	4	4	4	2	8	8	8	4					
	5 D3 V4	m/min	15 - 30 - 58										5	3,7	
	RCV 145	tr/min U/min rpm	0 → 0,7										2 x 6	2 x 4,4	
	S 40 A RT 324	m/min	12,5 - 25										2 x 7	2 x 5,2	
	TCV 449 ARC	m/min	10 - 50										4 x 6,8	4 x 5	
	S 41 A RT 443 A1 2V	m/min	15 - 30										4 x 5	4 x 3,7	
	TCV 449 ARC	m/min	10 - 50										4 x 6,8	4 x 5	
	ZD 46 A RT 443 A1 2V	m/min	15 - 30										4 x 5	4 x 3,7	
	V 60 A RT 544 A1 2V	m/min	13,5 - 27										4 x 7	4 x 5,2	
	TCV 649 ARC	m/min	10 - 50										4 x 6,8	4 x 5	
CEI 38		IEC 38	kVA												
400 V (+6% -10%) 50 Hz		33 PC/33 LVF : 50 kVA 55 RCS/50 LVF : 80 kVA				84/534 - 87/405									

LQQ 1

Grue automotrice LIEBHERR LTM 1160/2 : courbe de charges



7 – La charge de grue

7.1. - Définitions

Le **cycle grue** correspond au temps d’occupation de la grue pour la réalisation d’un ouvrage élémentaire = « chargement + transport aller + déchargement + transport retour + attente » : il est généralement exprimé en minutes.

La **charge de grue** correspond au temps d’occupation de la grue exprimé en heures : il est généralement défini pour la réalisation d’un niveau de bâtiment :

$$\text{charge de grue} = \sum_{i=1}^n \text{cycle grue des ouvrages élémentaires d'un niveau}$$

Le **taux de saturation de la grue** correspond au rapport du temps de charge de grue sur le temps de réalisation alloué par le planning :

$$\text{taux de saturation de la grue} = \frac{\text{charge de grue (h)}}{\text{délai par niveau (h)}}$$

Le cycle grue est déterminé par calcul, chronométrage ou statistiques (voir tableaux fournis).

La charge de grue dépend essentiellement :

- du mode constructif retenu : utilisation élevée d'éléments préfabriqués,
- des distances entre lieu de stockage et zone de pose sur chantier (importance du positionnement judicieux des aires de stockage et de préfabrication)

Le taux de saturation de la grue correspond donc au nombre de grues nécessaires pour le chantier.

7.2. – Intérêt des calculs

La grue est un matériel de chantier onéreux (location, entretien, amortissement, coût du grutier...) qui intervient dans le calcul des Frais de Chantier (en % des D.S.), il est donc primordial de bien définir les caractéristiques de la grue :

- caractéristiques trop importantes = coût élevé, augmentation des durées de cycles grue,
- caractéristiques trop peu importantes = utilisation fréquente de grue automotrice, prise de risque des ouvriers, impossibilité de réaliser les ouvrages...

Rappel : le choix de l'engin de levage est souvent dicté par les disponibilités du parc matériel de l'entreprise ou des sociétés de location.

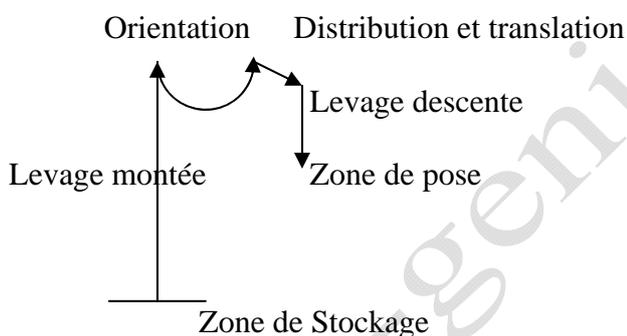
Valeur du taux de saturation de la grue	Analyse	Remarques
$Tx \text{ sat} < 0,4$	Moyen de levage très peu utilisé	Etudier la possibilité de travailler avec une grue automotrice d'appoint
$0,4 < Tx \text{ sat} < 0,8$	Moyen de levage assez utilisé	Déterminer le planning journalier d'utilisation de la grue : - diminuer le nombre d'heures journalier du grutier - le grutier a d'autres fonctions (ouvrier, chef de chantier...)
$0,8 < Tx \text{ sat} < 1$	Moyen de levage très bien utilisé	Taux de saturation idéal : - 90 % au RdCh + infrastructures - 95 % aux autres niveaux
$1 < Tx \text{ sat} < 1,2$	Moyen de levage légèrement sur-utilisé	Augmenter légèrement le nombre d'heures journalier du grutier (+ 1 à 2 heures) ou décaler légèrement les équipes d'ouvriers
$1,2 < Tx \text{ sat} < 2,2$	Nécessité de 2 moyens de levage	- Vérifier la possibilité de positionner 2 moyens de levage sur le chantier sinon augmenter les délais de réalisation - Mettre 2 engins de levage différents : exemple 1 grue à tour + 1 GTMR

7.3. – Calcul d'un cycle grue

Définir les lieux de stockage et de pose	Repérage des ouvrages élémentaires sur les plans et coupes
En déduire les distances	levage montée (m), distribution (m), orientation (°), translation (m), levage descente (m)
Rechercher les caractéristiques de l'engin de levage	vitesses de déplacement :levage, distribution, orientation, translation en charge et à vide (= voir documentation fournisseurs)
En déduire les temps de manutention en charge et à vide	Temps de manutention = temps de levage montée + maximum du temps [distribution ; orientation ; translation] + temps de levage descente + majoration forfaitaire de 0,15 mn
Rechercher le temps d'accrochage et de décrochage des ouvrages élémentaires	
En déduire le cycle grue	Cycle grue = temps d'accrochage + temps de manutention en charge + temps de décrochage + temps de manutention à vide

Nota : un ouvrage élémentaire peut nécessiter plusieurs cycles grue : par exemple, la réalisation d'un voile peut demander la juxtaposition de 3 trains de banches et donc nécessiter 3 cycles grue

Représentation graphique :



Opération	Temps élémentaires ouvriers	Temps de grue
Accrochage	0,60	0,60
Temps de manutention en charge		1,50
Temps de décrochage	2,00	2,00
Temps de manutention à vide		1,10
Cycle grue	2,60	5,20

FÉDÉRATION PARISIENNE
DU BÂTIMENT

PRÉFECTURE de POLICE
D.C.T.C. - 1^{er} BUREAU

DEMANDE D'AUTORISATION D'INSTALLATION DE GRUES
à adresser en 3 exemplaires

Pour PARIS : à la PRÉFECTURE de POLICE

Pour la BANLIEUE et la PROVINCE : à la MAIRIE

L'attention des entreprises est attirée sur l'intérêt qu'elles ont à remplir convenablement la présente demande et à constituer le dossier conformément aux prescriptions des pages 2 et 3. Les délais ne peuvent être réduits qu'à cette condition.

Cadre à remplir par l'entreprise

Entreprise : Nom et adresse :	BOUYGUES BÂTIMENT CHALLENGER 1, Avenue Eugène Freyssinet 78061 SAINT-QUENTIN EN YVELINES		
Téléphone : 30 60 23 11	Nom de la personne à joindre : Monsieur JOURDAINE		
Chantier : Adresse :	Avenue Raspail, Rue Jeanne Hornet 93170 BAGNOLET		
Nature de l'immeuble à construire :	2 bâtiments R ₁ + 4 et R + 2	Hauteur :	13,30 m
Ce chantier a-t-il déjà fait l'objet d'une demande d'autorisation de grues ?	OUI - NON		
Si OUI date de la demande :	09 août 1994		
Y a-t-il actuellement des grues installées à proximité du chantier ?	OUI - NON		

INSTALLATION :

Cadre réservé à l'administration

Date de dépôt de la demande : N° d'enregistrement :
Date de la décision : Nature : AUTORISATION REFUS
AVIS FAVORABLE : sous réserve que les charges ne survolent en aucun cas le domaine public et privé.

FONCTIONNEMENT :

Date de réception du dépôt de la demande :
Date de mise en demeure sur l'installation de la grue :

MOTIFS

Décisions notifiées à l'entreprise :

Mise en place le :
Mise en demeure le :

CARACTÉRISTIQUES, MODE D'INSTALLATION ET HAUTEUR DES GRUES

Référence sur le plan	MARQUE	TYPE	Longueur		Hauteur sous crochet (1)			Hauteur au-dessus du plus haut immeuble survolé (2)
			Flèche	Contre flèche	Sans ancrage Sur châssis avec lest	ni haubanage Sur tronçon scellé dans le sol	Avec ancrage au bâtiment ou haubanage	
A	Potain	Topkit H30/40C	60,00	21,20	29,80 m			15,50 m

(1) Indiquer la hauteur sous crochet dans la colonne correspondant au mode d'implantation.

(2) Cette hauteur ne doit pas être inférieure à 2 mètres.

APPAREILS DONT LES AIRES D'ÉVOLUTION SE RECOUPENT

Référence sur le plan	Distance entre fûts (3)	Distance verticale entre flèches (4)	Observations
			(3) La distance entre fûts doit être au moins égale à la longueur de la plus grande des deux flèches augmentée de 2 mètres. (4) Il s'agit de la distance verticale entre le point le plus bas (crochet ou contrepoids) de la flèche la plus haute et le point le plus haut de l'autre flèche. Cette distance ne doit pas être inférieure à 2 mètres.

Ayant pris connaissance des recommandations ci-après,

Je soussigné, (Nom en capitales) Monsieur JOURDAINE.....

Qualité du signataire : conducteur de travaux.....

certifie exacts les renseignements figurant à la présente demande.

A SAINT-QUENTIN EN YVELINES.....le...09 AOÛT 199....

cours-genie-civil.com