

Courbes de charge et hauteur des grues à tour

Pour exécuter des manutentions avec un appareil de levage, l'encadrement de chantier doit choisir l'appareil le plus approprié (parc, location, vente...) en fonction de ses objectifs (délais, charges, implantation, environnement...).

Pour ce faire, il doit comparer les caractéristiques de la manutention nécessaire (charge et portée maximale d'utilisation), les courbes de charge des appareils disponibles, etc.

La définition des conditions d'utilisation, l'installation, l'examen d'adéquation précèdent alors l'exploitation. Celle-ci respectera la notice d'utilisation ou d'instructions.

Toutes ces opérations nécessitent de savoir utiliser une courbe ou un tableau de charge (portée, charge, vitesse du vent). Cette fiche prévention apporte des explications sur le tableau de charge de la grue à tour.

Définition de la courbe de charge

La courbe de charge définit les charges maximales d'utilisation aux portées considérées en fonction d'une prise au vent conventionnelle retenue lors de la conception de l'appareil.

Lorsque la prise au vent d'un colis est supérieure à la surface autorisée par la courbe de charge, la vitesse maximale autorisée doit être réduite. Elle est définie par le constructeur.

Le constructeur détermine une vitesse de service (généralement 50 km/h en moyenne, c'est-à-dire 72 km/h en pointe) établie en considérant une surface maximale de la charge (1 m² par tonne).

Si cette condition est dépassée (par exemple, 2 m² par tonne), la vitesse de service doit être réduite conformément aux indications du constructeur.

Lorsque, pour une charge donnée, la valeur de la surface au vent de 1 m² par tonne prise en compte dans le calcul est dépassée, il convient de considérer une vitesse limite de vent de service inférieure à 72 km/h. Cette vitesse de vent limite de service, applicable aux charges de surface importante, doit être définie en accord avec le constructeur de la grue à tour. Ce tableau se trouve généralement dans le manuel d'utilisation du fabricant. Il indique avec quelle vitesse de vent il est possible de déplacer une charge en fonction de son poids et de sa surface.

Exemple de tableau représentant la réduction nécessaire des vitesses limite de vent, en fonction de la surface par tonne, pour l'aide à la prise de décision. Grue portée de 50 m. ▼

Portées (m)	19	22	25	27	30	32	34	35	37	40	42	45	47	50
Charges (t)	6	5,13	4,41	4,03	3,64	3,27	3	3	2,79	2,53	2,38	2,18	2,06	1,9
Surfaces (m ²)	Vitesse maximale du vent de service autorisé en km/h													
1	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
2	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	70
3	72	72	72	72	72	72	72	72	69	66	64	61	60	57
4	72	72	72	72	68	65	62	62	60	57	56	53	52	50
5	72	72	68	65	61	58	56	56	54	51	50	48	46	44
6	72	67	62	59	55	53	51	51	49	47	45	43	42	41
7	67	62	57	55	51	49	47	47	45	43	42	40	39	38
8	62	58	53	51	48	46	44	44	43	40	39	38	37	35

• **Formule**

La formule qui permet de calculer la vitesse de vent limite est la suivante :

$$V \text{ limite} = 72 \times \sqrt{\frac{P}{S}} \text{ km/h}$$

V = vitesse du vent limite à la portée considérée en km/h

P = charge maximale à la portée considérée en tonnes

S = surface exposée au vent en mètres carrés

Exemple

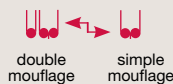
• **Bilan de charges à lever (lors de l'adéquation du matériel de levage)**

Pour une grue de 50 m de flèche, quel est l'élément dimensionnant entre :

1. la plus grande banche: 1,80 tonne à 50 mètres (surface 12 m²);
2. une benne à béton de 2000 litres: 5,50 tonnes à 50 mètres (surface 2 m²);
3. une poutre préfabriquée: 7,50 tonnes à 35 mètres (surface 3,5 m²);
4. un escalier préfabriqué: 10 tonnes à 27 mètres (surface 8 m²).

Pour répondre, examinons un abaque de grue de flèche de 50 mètres (modèle MD 310C K 12 Potain Manitowoc).

m	3,1	23,7	25	27	30	32	35	37	40	42	42,6	46,3	47	50
t	12	11,3	10,3	9,1	8,5	7,6	7,1	6,5	6,1	6	6	5,9	5,9	5,5



Pour les cas 3 et 4 : le treuil de levage utilisé en double mouflage donne 12 tonnes de CMU de 3,1 à 23,7 m de portée (conséquence : CMU doublée par rapport à l'utilisation en simple mouflage mais vitesse de levage réduite de moitié).

Pour le cas 2 : cette courbe permettra le levage des charges avec une vitesse de vent maximale égale à 72 km/h.

Pour le cas 1 : la banche ayant un rapport surface/CMU = 12/5,5 = 2,18, qui est supérieur à 1, la vitesse maximale du vent autorisé pour son levage sera réduite à 48 km/h.

CONCLUSION

C'est bien l'ensemble des quatre charges qui sont à considérer pour dimensionner la grue et son usage :

- 1 pour la vitesse maximale du vent à considérer en levage de banche;
- 2, 3 et 4 pour les capacités de levage de la grue utiles à 27, 35 et 50 mètres (la charge en bout de flèche n'est pas forcément la seule).

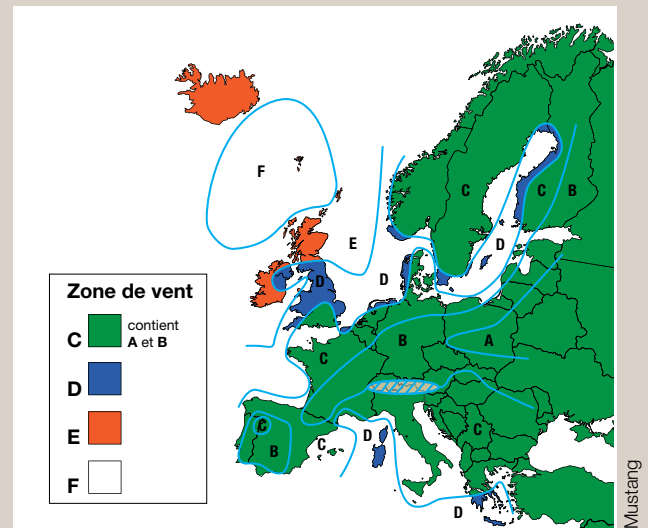
Hauteur maximale d'une grue à tour (montée sans ancrage intermédiaire)

Tous les abaques de grues précisent la norme utilisée pour calculer les informations fournies : hauteur maximale, réactions, lestage en pied de grue... Pour une même grue, si la norme de référence est différente, chacun de ces paramètres sera modifié.

L'harmonisation des normes a conduit à la mise en place d'une norme européenne EN 14439 qui s'est substituée aux normes des différents pays. Cette norme harmonisée issue de la directive machine aborde les conditions de vent hors service et entraîne un renforcement du lest de base et une diminution de la hauteur sous crochet (Fig. 1).

Les vitesses de référence du vent ont été classées, sur le territoire européen, en catégories : de A (niveau le plus faible) à F (niveau le plus fort). Selon ces différents niveaux, des profils de vent caractéristiques à 10, 25 ou 50 ans sont définis (Fig. 2).

Fig. 2
Zones des vents en Europe



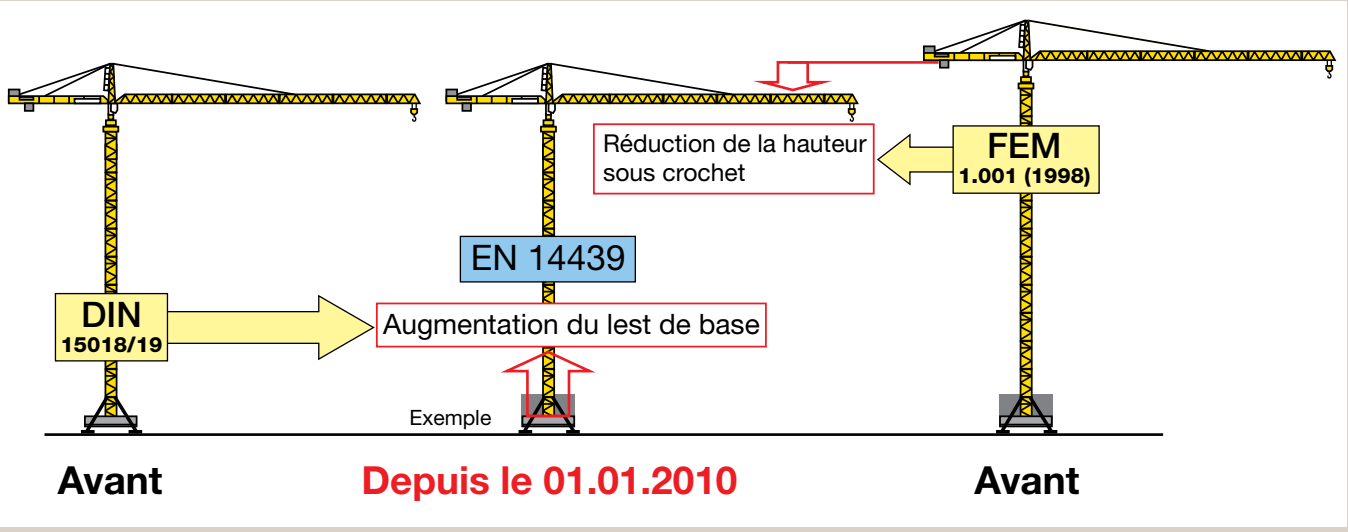
Les grues à tour vendues en conformité avec la norme EN 14439 doivent donc toujours mentionner dans leurs documents techniques une lettre (C, D, E) pour la vitesse de référence du vent, suivie d'un nombre (10, 25, 50) pour la récurrence du vent sur une période de 10, 25 ou 50 années, par exemple profil C25.

Des courbes existent pour caractériser le vent de chaque profil en fonction de la hauteur, car la mesure du vent évolue suivant la hauteur considérée par rapport au sol.

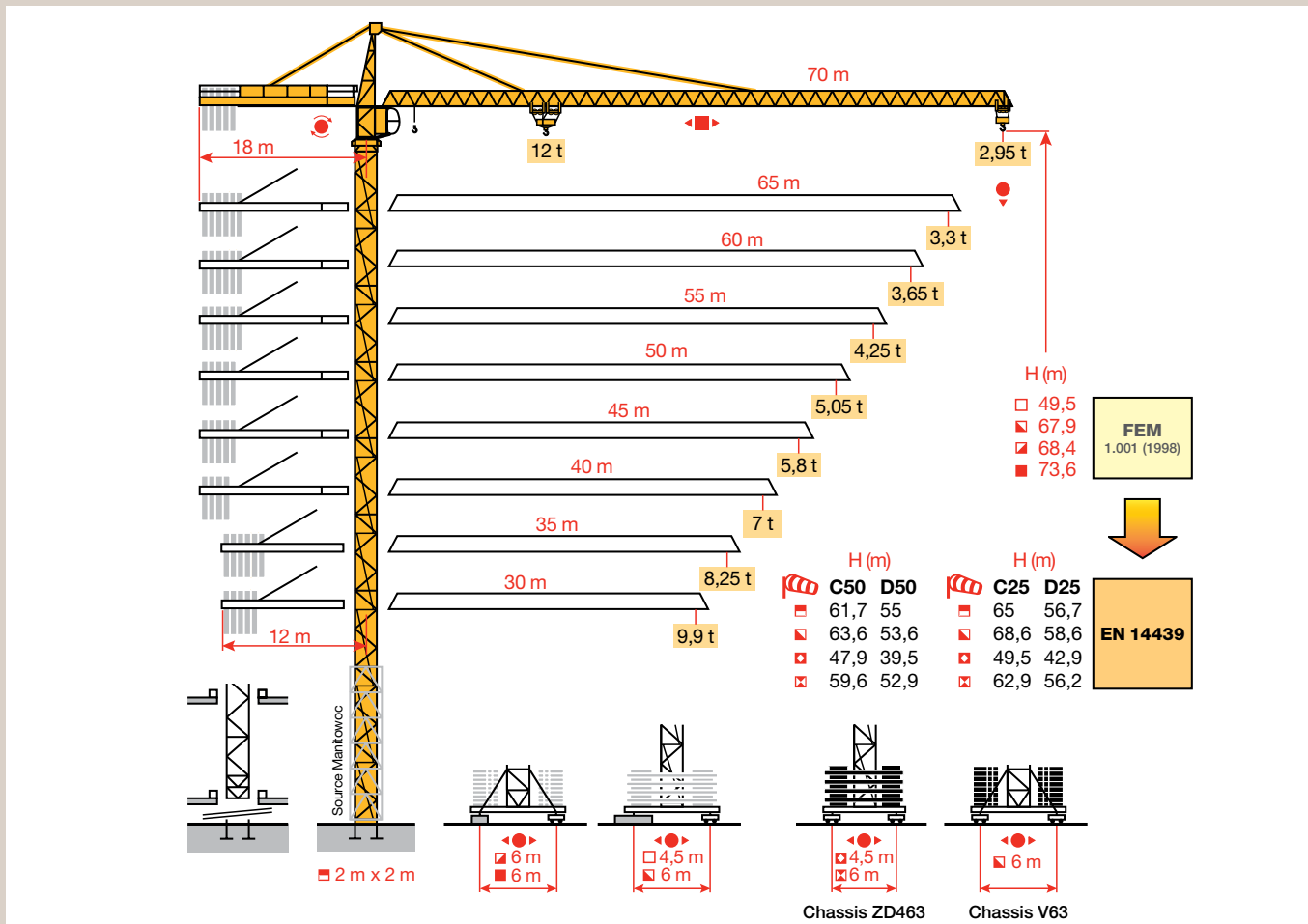
Il est indispensable de connaître la « zone de vent » de son chantier. Le fournisseur de la grue a défini, conformément à la norme EN 14439, les hauteurs maximales sous crochet en fonction de la zone de vent : profil de vent C25 (vent de référence sur 25 ans).

Ensuite, l'assise de la grue sera déterminée selon la courbe de charge à atteindre et les possibilités de lestage et d'ancrage en pied de grue (fixe, roulante, hissable...) (Fig. 3).

Fig. 1
Conséquences de la normalisation européenne



Mustang



Mustang

Fig. 3 Charges admissibles suivant la longueur de flèche

La notice du constructeur préconise les différentes dispositions de montage et informations complémentaires nécessaires suivant les caractéristiques techniques rencontrées : charge nominale, surface d'appui, lestages, conditions d'utilisation. Il est fondamental de s'y référer car les efforts sur le sol des appuis y sont indiqués.

En résumé, la hauteur sous crochet réglementaire est contrainte par plusieurs éléments :

- la hauteur des ouvrages à construire + hauteur des accessoires élingués + 2 m de sécurité ;
- la hauteur des éléments avoisinants + 2 m minimum de sécurité, à ce jour * ;
- la zone de vent, qui limite la hauteur des grues et impose des valeurs de lests ;
- le type d'assise (châssis de type V63A, par exemple) qui modifie les points d'appui ;
- les ancrages possibles, sur la hauteur d'une structure de bâtiment, par exemple ;
- le survol d'autres grues.

* Les valeurs actuelles de surhauteur sont amenées à être révisées à la hausse suivant l'étude INRS/CSTB en cours sur les effets de site liés au vent.

Bibliographie

Réglementation

- **Arrêté du 1^{er} mars 2004**
Vérifications des appareils et accessoires de levage
- **Arrêté du 2 mars 2004**
Carnet de maintenance des appareils de levage
- **Arrêté du 3 mars 2004**
Examen approfondi des grues à tour
- **R 377 modifiée (décembre 1999)**
Utilisation des grues à tour – Caces
- **R 406 (novembre 2004) :**
Prévention du risque de renversement des grues à tour sous l'effet du vent
- **Code du travail – Annexe I de l'article R.4312-1**
Règles techniques – Équipements de travail neufs ou considérés comme neufs
- **Code du travail – Articles R.4324-1 et suivants**
Utilisation des équipements de travail non soumis à des règles de conception lors de leur première mise en service.

Documentation

- **Les grues à tour**
Fiche pratique de sécurité ED128 (mai 2006), INRS
- **Grues à tour**
Manuel pratique ED 813 (avril 2009), INRS
- **Action du vent**
Fiche prévention I9 F 02 11, OPPBTP
- **NF EN 14439 + A2 (juillet 2009)**
Appareils de levage à charge suspendue – Sécurité – Grues à tour
- **NF EN 13001-1 + A1 (juin 2009)**
Appareils de levage à charge suspendue – Conception générale – Partie 1 : principes généraux et prescriptions
- **NF EN 13001-2 + A2 (juin 2011)**
Sécurité des appareils de levage à charge suspendue – Conception générale – Partie 2 : effets de charge.
- **NF EN 13001-3-1 + A1 (septembre 2013)**
Appareils de levage à charge suspendue – Conception générale – Partie 3-1 : états limites et vérification d'aptitude des charpentes en acier.

Conforme à la réglementation en vigueur à la date de parution.