

Une grue est un appareil de levage travaillant en porte à faux par l'intermédiaire d'une membrure appelée **flèche** et comportant un ou plusieurs crochets de levage ou des dispositifs de préhension tels que benne preneuse, électro-aimant, grappin, etc.

On définit une grue par :

- sa **capacité de levage**, charge en tonnes ;
- sa **hauteur de levage** définissant l'espace accessible et sa **portée** ;

ces deux points pris séparément ne peuvent réellement définir une grue ; en fait, il faut au minimum parler de :

- la charge maximale à portée minimale (exemple : 50 t à 5 m),
- la charge minimale à portée maximale (exemple : 2 t à 50 m) ;
- son **type** (grue mobile, à tour, ou autres) ;
- ses **caractéristiques propres** :
 - nature de la propulsion (fixe, sur chenilles, sur pneus, sur rail, etc.),
 - nature de l'équipement (type de flèche, etc.),
 - nature des transmissions (mécanique, hydraulique, etc.),
 - nature de l'énergie (thermique, électrique, etc.).

La dénomination **tonne-mètre** définit grossièrement une grue d'un certain type. Par exemple, une grue de 200 t · m peut porter 20 t à 10 m ou 10 t à 20 m.

On se reportera utilement, dans le traité L'entreprise industrielle, aux articles :

- **Appareils de levage. Généralités** [AG 7 010] ;
- **Grues mobiles de chargement** [AG 7 030].

1. Différents types de grues

Il y a quelques années encore, nous pouvions distinguer facilement certains types de grues bien précis ; actuellement la diversité de leur utilisation et le souci de dissocier une grue en sous-éléments, afin de les assembler suivant les besoins, ont fait qu'il devient de plus en plus difficile de parler de *type* bien défini de grue.

Toutefois nous distinguerons encore, pour faciliter la compréhension, trois grandes familles de grues de chantier :

- les grues à tour ;
- les grues mobiles ;
- les grues spéciales (plus ou moins dérivées des deux premiers types).

1.1 Grues à tour

Ce sont des grues à flèche orientable dont le pied de flèche est situé à une certaine hauteur, sur la partie supérieure d'un mât (ou *tour*) (figure 1).

Nous distinguerons deux grands groupes : les grues à flèche relevable et les grues à flèche distributrice.

1.1.1 Grues à flèche relevable

La flèche est articulée dans un plan vertical pour faire varier le rayon de travail (*portée*) et la hauteur de mise sous crochet (figure 1a).

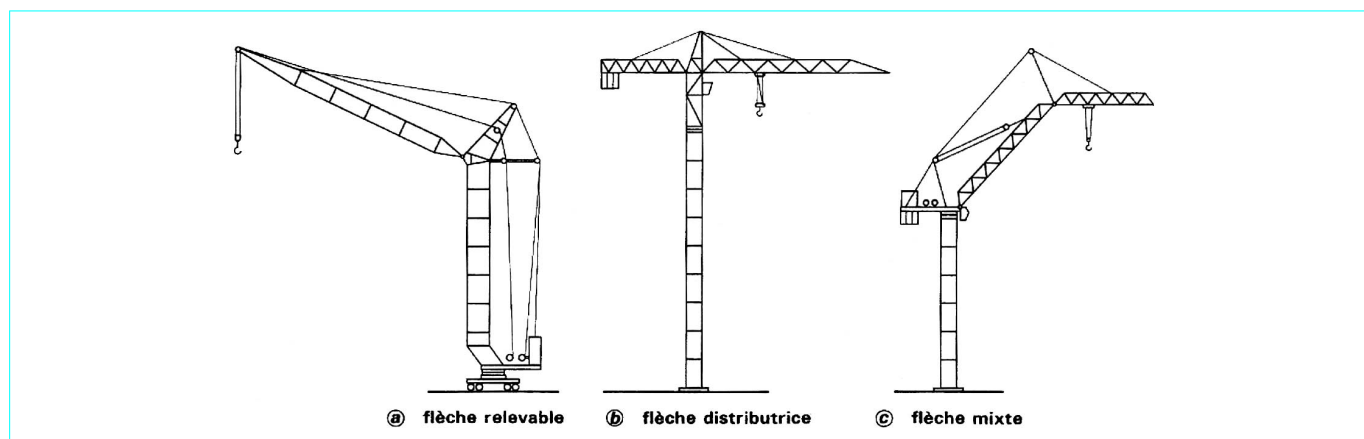


Figure 1 – Grues à tour

1.1.2 Grues à flèche distributrice

La flèche est maintenue horizontale, la hauteur maximale sous crochet reste ainsi constante quelle que soit la portée, et la variation du rayon de travail est obtenue par déplacement d'un chariot sur la flèche ou par déplacement horizontal de la flèche (figure 1**b**).

Nota : un autre groupe, dérivé des deux premiers, est apparu ces dernières années ; la flèche est constituée d'une première demi-flèche articulée dans le plan vertical au bout de laquelle est fixée une autre demi-flèche qui reste horizontale (supportant un chariot) quelle que soit la position de la première demi-flèche relevable (figure 1**c**).

1.1.3 Autres caractéristiques

Les divers modèles de grues à tour peuvent également se différencier par :

- la flèche : en treillis, caissons mécano-soudés, rigide, télescopique, dépliable, rétractable ;
- le mât : tournant, fixe, en treillis, télescopique, dépliable, etc. ;
- le châssis : fixe, mobile sur pneu, sur galet (rail) ou sur chenille, etc. ;
- la nature de l'énergie utilisée : thermique, électrique, etc. ;
- le mode de montage ou de surélévation : automontable ou par surélévation, etc.

Nota : lorsque ces grues sont sur rail, elles peuvent se déplacer avec la charge.

1.2 Grues mobiles

Ce sont des grues à flèche orientable, susceptible de déplacements autonomes d'un point à un autre sans asservissement de trajet.

Nous distinguerons trois grands groupes : les grues automotrices, les grues sur porteurs, les grues sur chenilles (figure 2).

1.2.1 Grues automotrices

Ce sont des ensembles homogènes constitués d'un châssis porteur permettant le déplacement, et d'un équipement grue (figure 2**a**).

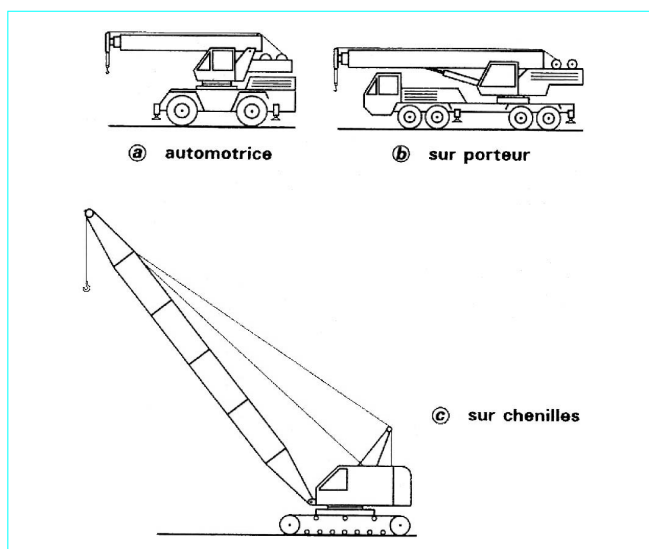


Figure 2 – Grues mobiles

Ces grues ne comportent en général qu'une cabine unique contenant les organes de manœuvre de la grue et de conduite du véhicule ; elles sont en général sur pneumatiques et nécessitent des stabilisateurs pendant le travail.

Nous distinguerons dans les grues automotrices :

- les grues de parc (4×2) ;
- les grues routières (4×2) et (6×4) ;
- les grues tout terrain (4×4).

Nota : (4×2) signifie 4 roues dont 2 motrices ; ces grues ne se déplacent pas avec la charge ; leur encombrement est réduit et elles ont un bon comportement sur piste.

1.2.2 Grues sur porteur

Ce sont des ensembles constitués par un véhicule porteur autonome sur lequel est adapté un équipement grue autonome (torelle, cabine, flèche) (figure 2**b**).

Ces grues sur pneumatiques, avec stabilisateurs pour le travail, comportent deux cabines distinctes de commande :

- l'une sur le porteur contenant les organes de commande pour la conduite du porteur ;
- l'autre sur la partie tournante contenant les organes de commande pour le fonctionnement de la grue.

Nota : ces grues ne se déplacent pas avec la charge ; leur déplacement entre deux chantiers est rapide (≈ 75 km/h).

1.2.3 Grues sur chenilles

Ce sont des ensembles constitués d'un châssis porteur équipé de chenilles, permettant la translation, sur lequel est installé un ensemble grue (torelle tournante, cabine, flèche) (figure 2**c**).

Ces grues ne possèdent qu'une cabine comportant les organes de commande de translation et de fonctionnement de la grue.

Nota : ces grues se déplacent avec les charges permises en statique. Travail sur sol de faible portance. Déplacement hors piste possible. Vitesse de déplacement faible.

1.2.4 Autres caractéristiques

Ces divers groupes de grues mobiles peuvent également se différencier par :

- les caractéristiques de la flèche : télescopique, en treillis, dépliable, etc. ;

Nota : dans les différents types de flèche, nous pouvons avoir :

- plusieurs types de tête de flèche ;
- la possibilité d'une rallonge ;
- la possibilité d'adjonction d'une fléchette ou d'un Jib (§ 3.6.3).
- la nature des transmissions : électriques, hydrauliques, mécaniques, etc. ; l'énergie de base étant en principe thermique.

1.3 Grues spéciales

Ce sont soit des engins ayant subi une modification afin de faire du levage dans des conditions spéciales, soit des grues aménagées ou conçues spécialement pour des tâches de manutention spécifiques.

Exemples

- flèche latérale montée sur tracteur à chenilles (pose de tuyaux) ;
- grue automotrice dont la flèche télescopique supporte un tapis transporteur télescopique (mise en place de béton) ;
- mâture ou bigue sur ponton ;
- grues sur barges, sur portiques, etc. ;
- grues ciseaux ;
- etc.

2. Grues à tour

2.1 Description

Une grue à tour se compose de trois parties principales :

- un châssis ou cadre support de l'ensemble ;
- un mât (ou *tour*, ou *mât*) vertical formé, *en général*, d'éléments de charpente métallique, de section carrée, de treillis soudés ;
- une flèche orientable (relevable ou distributrice) formée, *en général*, d'éléments de charpente métallique, de section triangulaire, de treillis soudés.

Nota : le terme *en général* est utilisé ici car ces types de flèches et mâtures sont le plus couramment utilisés, mais nous voyons apparaître sur le marché actuel des grues auto-dépliables avec des mâtures et en flèches caissons mécano-soudés fermés.

Cette structure de base est complétée par :

- un poste de pilotage (cabine généralement en tête de mâture sous la flèche, ou boîte à boutons pour commande à partir du sol) ;
- un ou plusieurs ensembles moteurs avec leurs dispositifs spécifiques pour :
 - la mise en mouvement des différentes parties (chariotage ou relevage de flèche, translation de l'ensemble, rotation),
 - le levage des charges.

2.2 Choix

Les grues à tour conviennent en général pour :

- des chantiers de bâtiments et d'ouvrages d'art de grandes hauteurs (la géométrie de la grue permet de s'approcher au plus près de l'ouvrage tout en gardant son maximum de portée) ;
- des chantiers géométriquement concentrés, la grue ne pouvant pas se déplacer aisément ;
- l'exécution de tâches répétitives de levage de charges relativement restreintes (coffrage, benne à béton, ferrailage, etc.), quoiqu'il existe des grues puissantes (10 000 t · m).

2.3 Différents types de grues

Les grues à tour se différencient par :

- leur type d'implantation : fixe ou mobile ;
- leur type de flèche : distributrice, relevable, mixte (télescopique ou fixe) ;
- leur type de mât : tournant ou fixe ;
- leur mode de montage : autodépliable ou par télescopage ;
- la nature de l'énergie : thermique, électrique.

Dans les paragraphes suivants nous différencierons deux grands groupes :

- les grues à mât fixe (en général à flèche distributrice) ;
- les grues à mât tournant (en général à flèche relevable ou distributrice).

Actuellement, il est très difficile de définir des sous-groupes précis du fait que chaque constructeur, à partir d'éléments de base, peut à volonté les assembler comme il le veut suivant l'utilisation demandée.

2.4 Grues à tour à mât fixe

Le mât vertical reste solidaire du châssis ou cadre de base, le tout supportant une tête de mâture tournante sur laquelle viennent se fixer la flèche et la contre-flèche (figures 3, 4 et 5).

2.4.1 Partie fixe

Le mât est constitué d'éléments en treillis soudés à base de tubes ou de cornières (figure 6).

Ces éléments sont de section carrée, les membrures sont faites en cornières ou tubes épais.

Ces éléments sont soit d'un seul bloc (encombrant pour le transport), soit démontables par panneaux.

Le calcul de ces éléments, les aciers utilisés, la définition des soudures sont donnés par la norme NF E 52-081.

L'assemblage de ces éléments entre eux peut se faire par :

- boulonnage (boulons de traction ou cisaillement) ;
- éclissage à axes ;
- manchons ou coquille boulonnée.

Le mât comporte un moyen d'accès à la cabine ou aux éléments moteurs (escalier, échelle à crinoline avec palier de repos, ascenseur à crémaillère ou à câble).

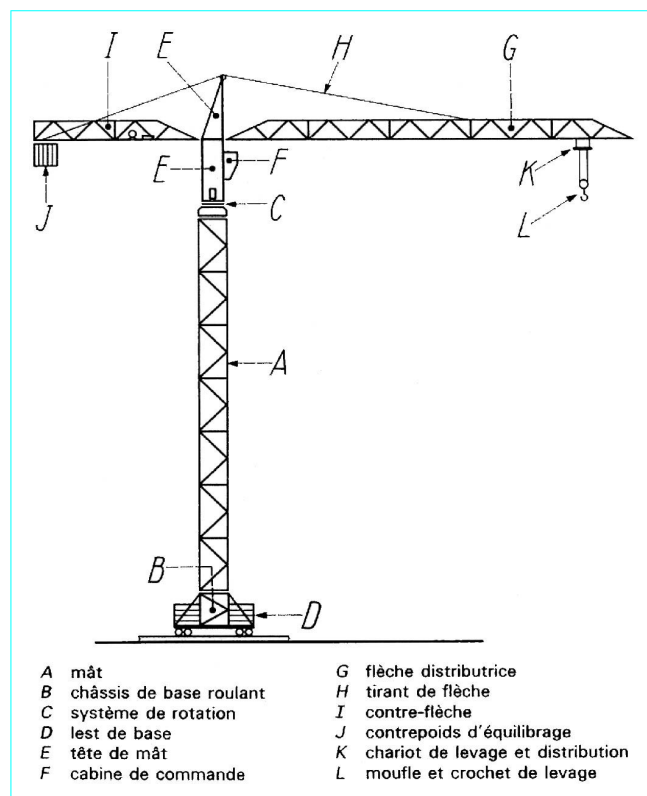


Figure 3 – Grue à tour à mât fixe et flèche distributrice

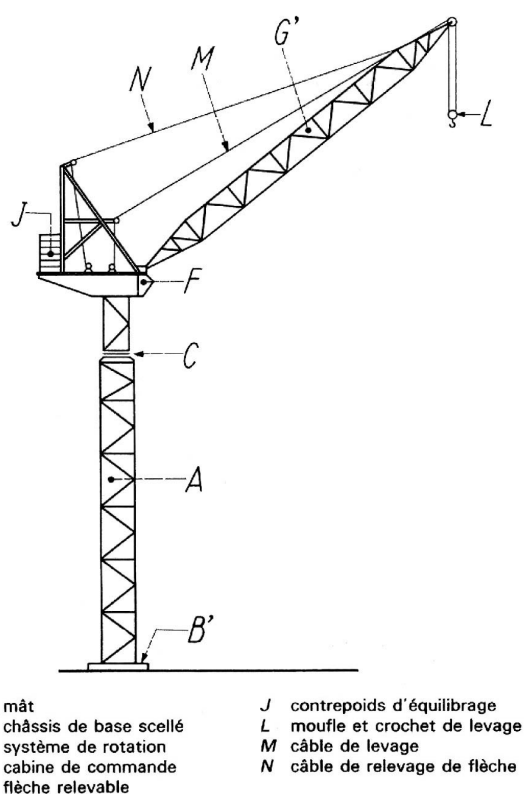


Figure 4 – Grue à tour à mât fixe et flèche relevable

Pour les grandes hauteurs, des plates-formes de repos sont à aménager (échelles en particulier) ; les échelles ne doivent pas être alignées afin d'éviter la chute libre sur toute la hauteur (ou prévoit un dispositif antichute).

Le mât peut comporter une partie télescopique, ce qui est le cas de certaines grues automontables.

2.4.2 Partie tournante

La partie tournante est constituée par les éléments suivants.

■ **Une base fixe** s'adapte sur la partie haute du mât, sur laquelle est monté un châssis mobile qui pivote autour de l'axe du mât par l'intermédiaire d'une couronne à bille à double effet.

L'orientation se fait par l'intermédiaire d'une couronne d'entrée, d'un ou plusieurs pignons d'attaque entraînés par un motoréducteur à couplage électromagnétique (figure 7).

Nota : la couronne d'entrée peut avoir une denture intérieure ou extérieure. La couronne peut être fixe sur le mât et le groupe motoréducteur sur la partie tournante ou inversement.

■ **Un élément support cabine de pilotage.** À noter que certaines grosses grues ont la cabine suspendue sous la flèche.

■ **Un élément de tête** sur lequel viennent se fixer les pieds de flèche, de contre-flèche, ainsi que le tirant et les haubans de retenue de celles-ci.

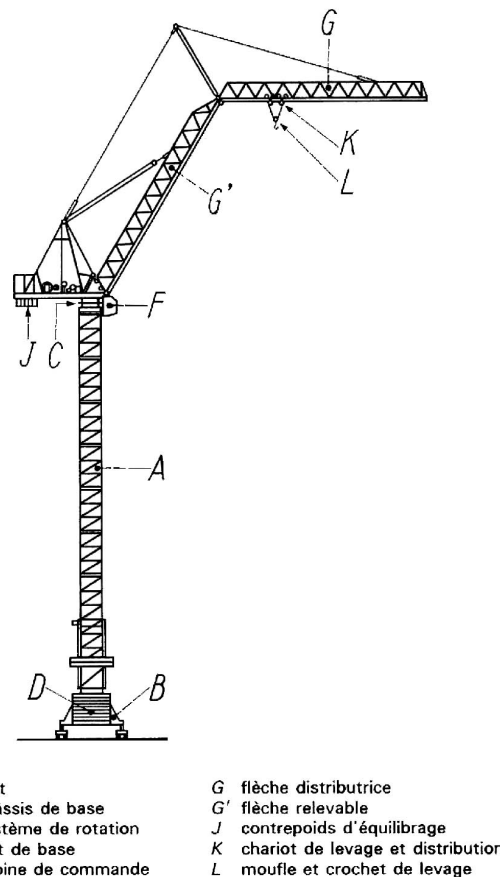


Figure 5 – Grue à tour à mât fixe et flèche mixte

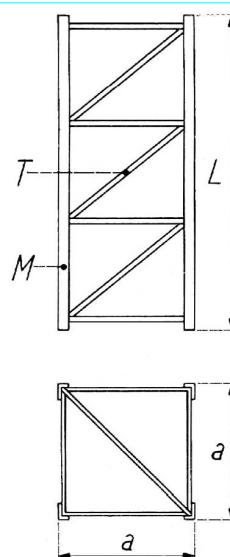


Figure 6 – Éléments de mât

■ **La flèche horizontale**, relevable ou mixte. Celle-ci est constituée d'éléments en treillis soudés (tubes ou cornières) de section triangulaire (côté ≈ 1 à 2,5 m) et comportant soit une passerelle d'accès aux divers éléments (moufle, poulies, chariots, etc.), soit un câble tendu tout le long de celle-ci pour pouvoir s'accrocher en toute sécurité (ceinture de sécurité), soit une plate-forme solidaire du chariot qui permet l'accès à toute la flèche. La longueur courante des éléments est d'environ 5 à 10 m.

Les flèches horizontales comportent un chemin de roulement dans lequel se déplace un chariot support du moufle de levage (figure 8), avec un crochet.

Les flèches relevables ne comportent qu'un moufle situé en tête de flèche.

Il existe également des flèches télescopiques sur lesquelles se déplace un chariot (figure 9).

■ **La contre-flèche** (ou flèche à contrepoids).

Comme la flèche, celle-ci est constituée, en général, d'éléments en treillis soudés de section triangulaire ou carrée.

Elle supporte un ensemble de contrepoids qui ont pour office d'équilibrer l'ensemble flèche – contre-flèche – charge et, éventuellement, certains éléments mécaniques (moteurs, treuils, etc.) (figure 10). La longueur de la contre-flèche est étroitement liée à la capacité de la grue et à sa longueur de flèche.

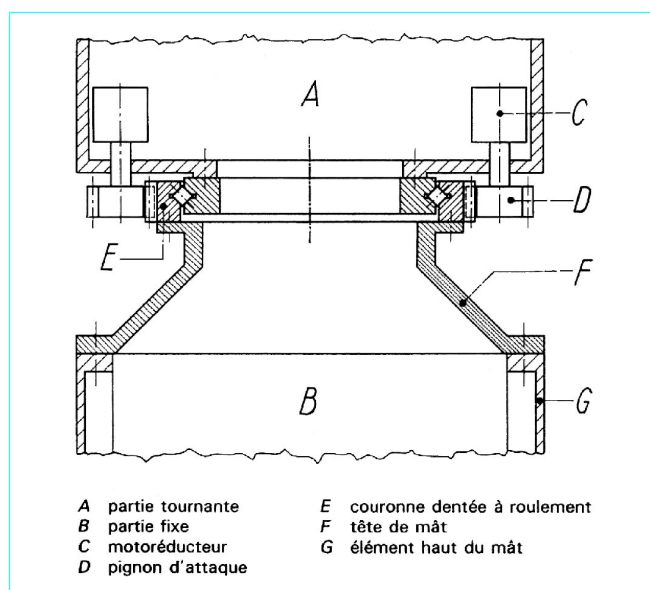


Figure 7 – Couronne d'orientation

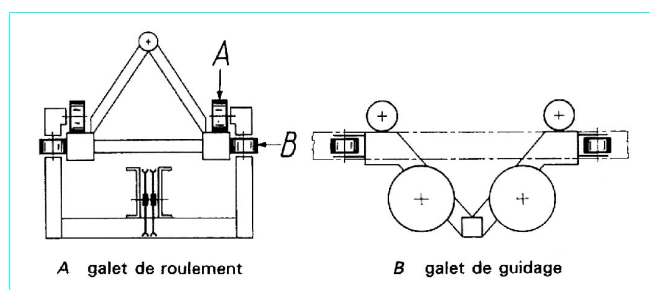


Figure 8 – Chariot de distribution

Les éléments de contrepoids (en principe en béton) peuvent être posés soit par l'intermédiaire d'un engin de levage annexe, soit par hissage par câbles et poulies internes à la grue.

■ **Les éléments moteurs :**

- éléments de rotation ;
- motoréducteurs et treuils de levage ;
- treuils de relevage de flèche ou de chariotage ; ces derniers éléments sont souvent montés sur la contre-flèche afin de limiter le contrepoids à ajouter.

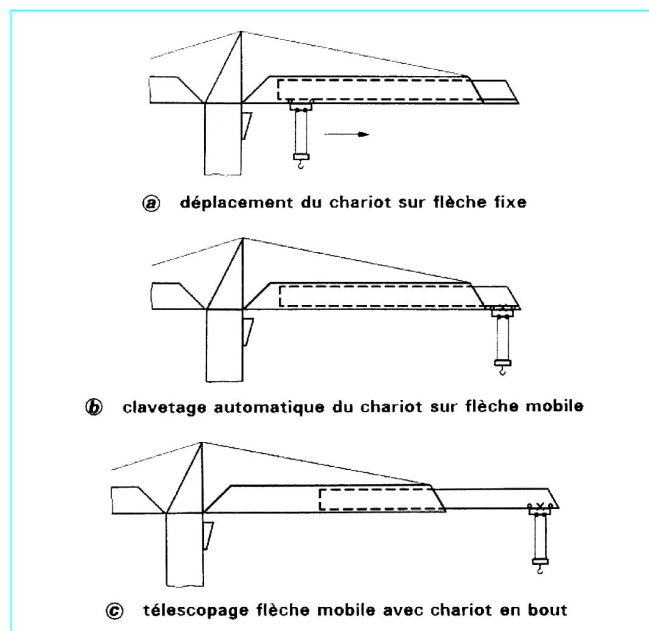


Figure 9 – Déplacement du chariot sur une flèche

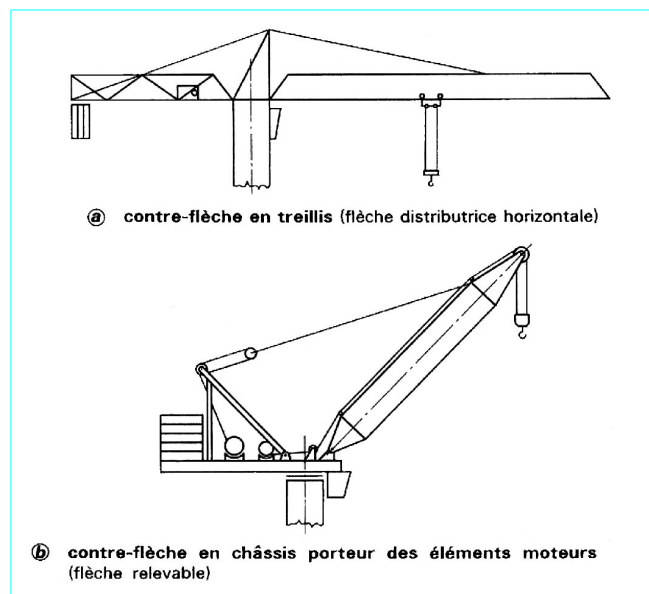


Figure 10 – Contre-flèches

2.4.3 Implantation

Nous distinguerons deux types d'implantation : fixe ou mobile.

2.4.3.1 Grues à poste fixe

Les grues peuvent être montées sur cadre ancré au sol dans un massif en béton. Suivant la hauteur sous crochet et la longueur de flèche d'une grue, celle-ci peut (figure 11) :

- soit être laissée libre au-dessus du cadre dans la limite des prescriptions du constructeur (figure 11a) ;
- soit, au fur et à mesure de la construction d'un ouvrage de grande hauteur, être accrochée le long de l'ouvrage (intérieurement ou extérieurement), ce qui peut conduire à un choix de grue moins performante pour des très grandes hauteurs ; ce système nécessite le télescopage de la grue (figure 11b) ;
- soit être haubanée (figure 11c).

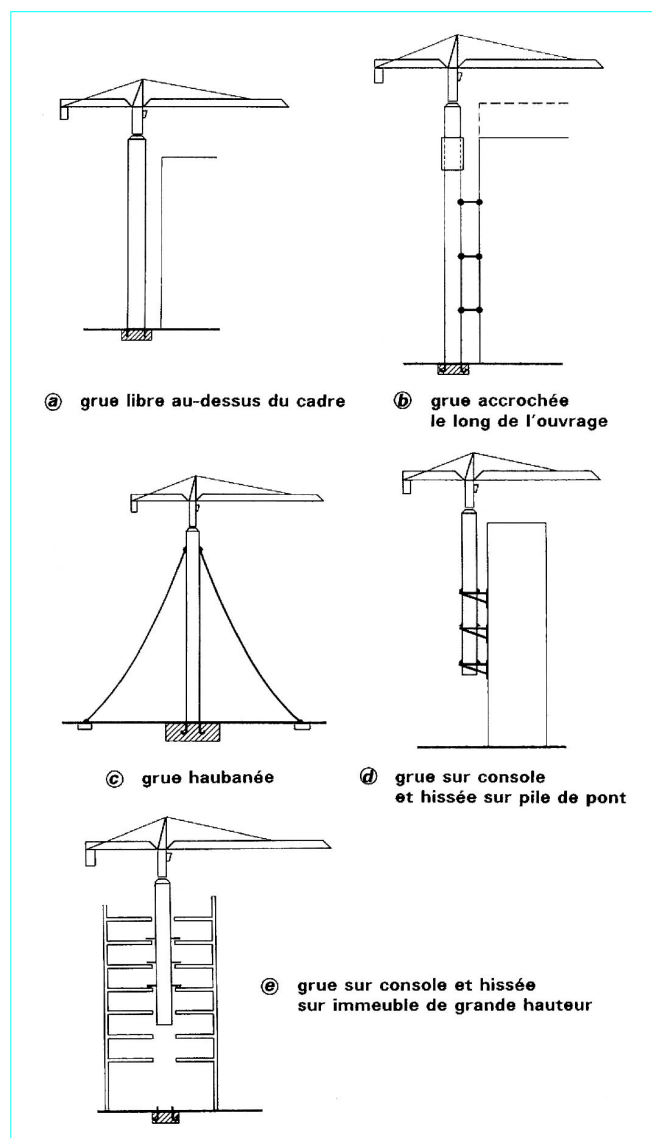


Figure 11 – Grues à poste fixe

Les grues peuvent également être montées sur consoles et se hissent au fur et à mesure de l'élévation de l'ouvrage (pile de pont, immeuble de grande hauteur, etc.) (figures 11d et e).

2.4.3.2 Grues sur châssis mobile

En général lorsque l'on parle de grue à tour montée sur châssis mobile, on pense aux rails. C'est en fait une utilisation courante qui permet un déplacement en charge. Nous voyons apparaître, depuis quelques temps, des châssis sur pneus ou sur chenilles.

Ce sont des châssis en général utilisés pour des grues de faible capacité.

2.4.3.2.1 Grues sur rails

Ces grues sur rails sont, le plus souvent, des grues à mât fixe.

Dans le cas des grues à mât fixe, le châssis est constitué d'un cadre support de la mât sur lequel viennent se fixer quatre boggies (ou boîte à roues). Deux de ces boggies, mues par un motoréducteur, rendent le châssis automoteur.

Ces grues ayant un déplacement limité, l'alimentation en énergie électrique se fait par un câble qui s'enroule ou se déroule sur un enrouleur électrique (figure 12).

Pour des déplacements importants, il est préférable de placer un groupe électrogène directement sur le châssis.

Exemple : toutefois il existe des enrouleurs qui emmagasinent 250 m de câble (longueur de voie possible 500 m). Cela est fonction du diamètre du câble donc de la puissance de la grue.

Le châssis sur rails comporte toujours un lest de base suffisant qui maintient la stabilité de l'ensemble en charge et à vide, à l'arrêt ou en mouvement.

Ces lests sont généralement constitués de blocs en béton, leur quantité dépendant de la capacité, de la hauteur sous crochet et de la longueur de flèche.

Voies de grues : les voies de grues peuvent être rectilignes ou courbes. Dans ce dernier cas, il est nécessaire d'avoir un châssis déformable avec des boggies orientables ou un châssis rigide mais avec des boggies orientables et écartables.

Plusieurs types sont utilisés :

- rail sur longrine bois :
 - fixée sur blochets bois ou béton,
 - fixée sur longrine béton,
 - noyée dans longrine béton ;
- rail soudé sur longrine métallique :
 - fixée sur longrine béton,
 - fixée sur blochets ou dalle de béton.

Dans tous les cas, les deux files de rails ainsi constituées seront entretoisées par des traverses métalliques espacées tous les 3 ou 3,5 m.

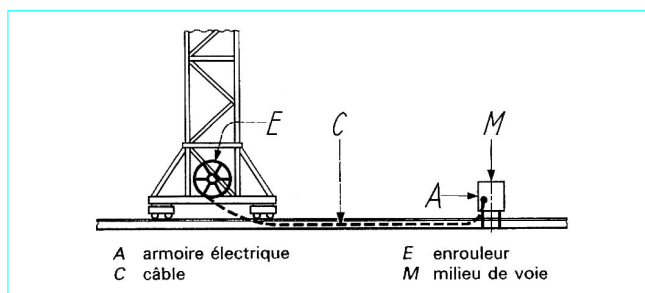


Figure 12 – Grue sur rail

L'empattement des voies peut varier de 2,5 à 10 m suivant la puissance de la grue, jusqu'à 20 m pour les plus grosses grues (10 000 t · m).

Le rayon de courbure intérieur des voies courbes est en général supérieur ou égal à deux fois l'écartement des voies.

La préparation de la voie a une très grande importance. Une voie correcte doit être :

- posée sur un terrain de bonne résistance ;
- horizontale et sans dévers ;
- bien assise sur toute la longueur ;
- bien droite, sans sinuosité ni points anguleux ;
- composée de rails de même profil ;
- munie d'un système de sécurité aux extrémités et quelquefois d'un système d'ancrage de l'embase de la grue en position de repos ;
- reliée électriquement à une terre efficace.

2.4.3.2.2 Grues sur pneus

Ce sont de petites grues en général autodépliables qui travaillent à poste fixe mais comportent leur propre châssis de transport.

En position de travail, elles sont stabilisées sur des élargisseurs comportant soit des boggies pour adaptation sur voie, soit des vérins à vis avec patins pour calage sur terrain existant.

En principe, ces grues ne se déplacent qu'en se faisant tracter derrière un camion ou un engin tracteur quelconque. De plus, ce sont souvent des grues à mât tournant.

2.4.3.2.3 Grues sur chenilles

Ces grues commencent à apparaître. Leur translation peut se faire sans moyens extérieurs ; elles sont autonomes.

Elles peuvent être employées pour des travaux à poste fixe et déplacées suivant les besoins du chantier dans un périmètre restreint.

Ce type de porteur est utilisé en premier lieu pour des grues à mât tournant de faible capacité (50 t · m).

Exemple : il existe des châssis chenilles pour des grues à mât fixe de capacité importante (100 t · m et plus).

Dans ce cas, le mât est monté sur un châssis comportant quatre stabilisateurs à relevage hydraulique. Le porteur sur chenilles vient se faufiler sous la grue avec laquelle il se solidarise puis emmène la grue telle quelle.

À titre indicatif, les caractéristiques sont les suivantes :

- opération de chargement : durée 15 min ;
- vitesse de translation : 2 à 9 m/min ;
- pente admissible dans le sens de la marche : jusqu'à 17,5 %, le coefficient de sécurité au renversement étant égal à 2 ;
- dévers transversal possible : 11 %, auquel s'ajoute 7 % d'inclinaison possible du mât.

Ces possibilités sont dues au fait que le châssis support de la grue est monté sur quatre vérins hydrauliques qui compensent les imperfections du terrain.

2.4.4 Principaux mouvements

Quatre mouvements principaux sont à retenir :

- la translation d'ensemble ;
- la rotation autour de l'axe du mât ;
- la translation de la charge par rapport à la grue ;
- le levage.

Nota : un autre mouvement apparaît : la rotation de la charge autour de l'axe de suspension de celle-ci.

2.4.4.1 Translation d'ensemble

Ce mouvement est obtenu lorsque le châssis support de la grue est dit mobile (sur rails ou sur chenilles).

2.4.4.2 Rotation

Ce mouvement est obtenu par l'intermédiaire d'une couronne dentée (figure 7), qui permet à la flèche de tourner autour de l'axe du mât et peut ainsi distribuer sa charge dans une zone de 360° autour du mât.

Pour des questions de sécurité ou d'encombrement il est possible de limiter le secteur de rotation.

2.4.4.3 Translation de la charge

Ce mouvement est obtenu par deux moyens :

- pour les flèches distributrices, par un chariot qui se déplace le long de la flèche et distribue ainsi sa charge horizontalement dans un rayon limité par la longueur de la flèche ; le chariot se déplace par l'intermédiaire d'un treuil de chariotage (figure 13) ;
- pour les flèches relevables, par relevage ou abaissement de la flèche, ce qui nécessite une correction sur le treuil de levage si l'on veut translater la charge horizontalement ; l'inclinaison de la flèche se fait par l'intermédiaire d'un treuil et chevalier de relevage de flèche.

2.4.4.4 Levage

Le levage se fait par l'intermédiaire d'un treuil et d'un moufle situés soit sur le chariot des flèches distributrices, soit en tête des flèches relevables.

La capacité de levage peut être doublée ou triplée, pour une même tension sur le câble, en mouflant de deux à quatre ou six brins.

Dans le cas des chariots (flèches distributrices), l'opération de mouflage quatre ou six brins est devenue presque automatique par l'utilisation de deux ou trois chariots ou d'un même chariot supportant deux palonniers (figure 14).

Dans le cas des grues à flèche relevable, l'opération est plus délicate et plus longue. Il faut changer le mouflage complet, donc aller en tête de flèche.

2.4.5 Fonctionnement

L'énergie utilisée est, en général, électrique ou thermique.

Pour les grues travaillant dans un milieu géographiquement restreint, la solution électrique est appropriée.

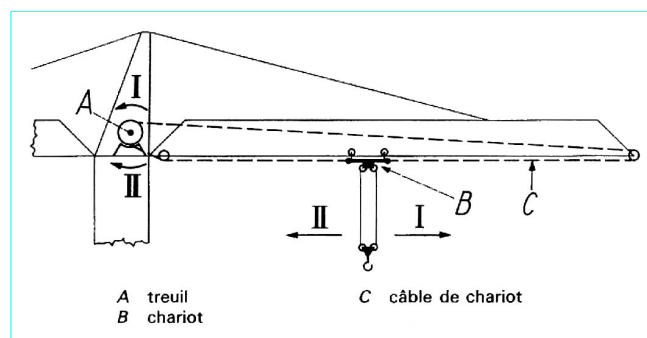


Figure 13 – Translation de la charge sur une flèche distributrice

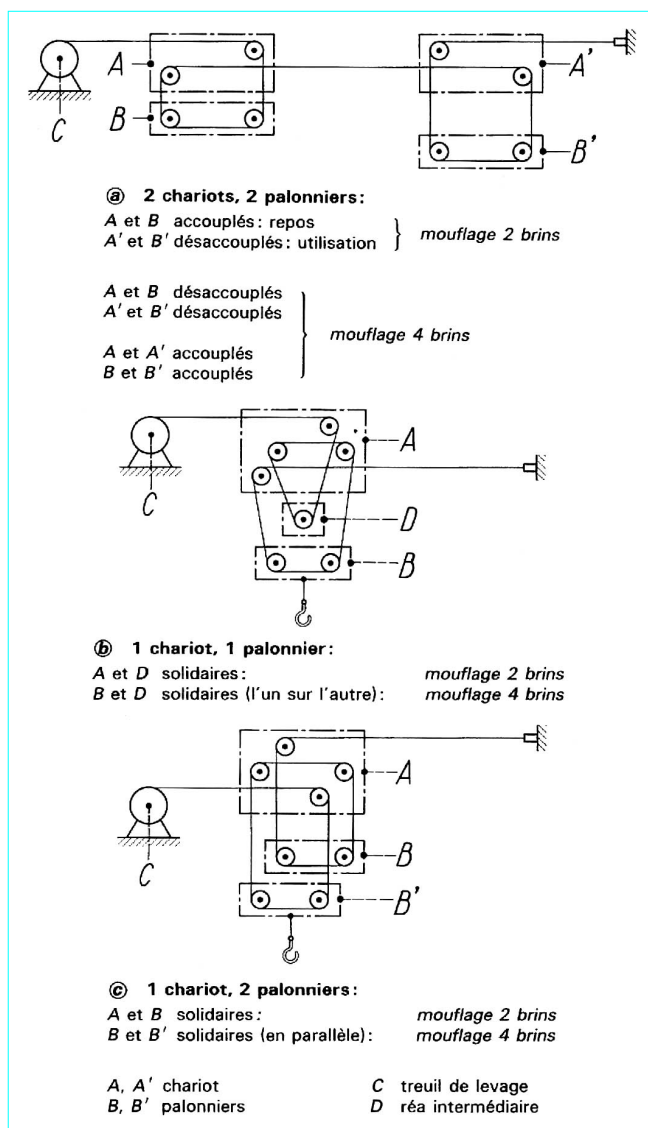


Figure 14 – Mouflage deux et quatre brins (cas d'une flèche distributrice)

Dans le cas de déplacements fréquents ou d'impossibilité d'amener la puissance électrique (en montagne, par exemple), il est souvent plus approprié de monter sur la grue elle-même un groupe électrogène qui fournit la puissance.

Les commandes sont centralisées dans une cabine située sous la flèche ou dans une boîte à boutons située sur le châssis de base de la grue.

Toutes les fonctions sont actuellement télécommandées. Tous les ensembles motoréducteurs de translation du châssis, de rotation, ainsi que les treuils de distribution et de levage sont entièrement contrôlés de la cabine ou de la boîte à boutons.

Des dispositifs de sécurité limiteurs de charge sont obligatoires. Actuellement, des dispositifs de contrôle de mouvement, installés en bout d'arbre des différents organes (tels que treuils, motoréducteurs, etc.), peuvent permettre, par l'intermédiaire d'un mini-ordinateur, de savoir la position exacte de la charge dans l'espace.

2.4.6 Données numériques

Le tableau 1 donne les caractéristiques :

- des grues couramment employées en France (à flèches distributrices) ;
- des grues à flèches relevables ;
- de quelques grosses grues.

2.5 Grues à tour à mât tournant

Contrairement aux grues à tour à mât fixe, l'ensemble mât et flèche reste solidaire et le système de rotation est situé entre le châssis, ou cadre de base, et le pied du mât (figures 15 et 16).

Ce type de construction ne se rencontre que pour certaines grues à flèche relevable, même de forte capacité, et surtout des grues à flèche distributrice (horizontale ou inclinée avec un angle inférieur à 30°) mais de petite capacité (en particulier des grues à montage rapide ou autodépliables).

2.5.1 Configuration

Dans ce cas, la partie fixe n'est formée que d'un cadre fixe ancré au sol ou d'un châssis mobile (lesté ou non) monté sur rails, pneus, stabilisateurs ou chenilles comme pour les grues à mât fixe.

Sur ce châssis, ou cadre, est monté directement le système de rotation similaire aux grues à mât fixe (en particulier à flèche relevable, figure 10b).

Sur ce système d'orientation vient s'adapter un châssis supportant tous les organes moteurs, treuils, etc., ainsi que les lests ou contrepoids qui permettent la stabilité de la grue dans l'éventail de ses possibilités.

Ces grues n'ont, en principe, pas de contre-flèche puisque le châssis, support des mécanismes et des contrepoids, possède les mêmes fonctions.

L'encombrement au sol est plus important que celui des grues à tour à mât fixe.

Les lests et contrepoids de base à capacité égale sont plus importants (effort sur la couronne).

En revanche, tous les mécanismes (moteurs, treuils, etc.) sont d'accès plus facile.

Avec ce système, la mât est libérée de contraintes de flexion excessives, ce qui permet plus facilement des mâts et flèches déplaçables ou télescopiques.

Plus de rigidité de la mât à vide et en charge.

Faible déplacement de la tête de flèche sous les efforts de levage.

Comme pour les grues à mât fixe, nous rencontrons le même type de construction (treillis soudé) pour les mâts et flèches, quoique, depuis peu, nous voyons apparaître sur le marché des mâts et flèches télescopiques et déplaçables en caissons mécano-soudés ayant de bonnes performances.

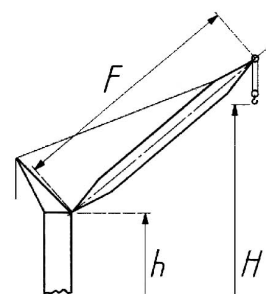
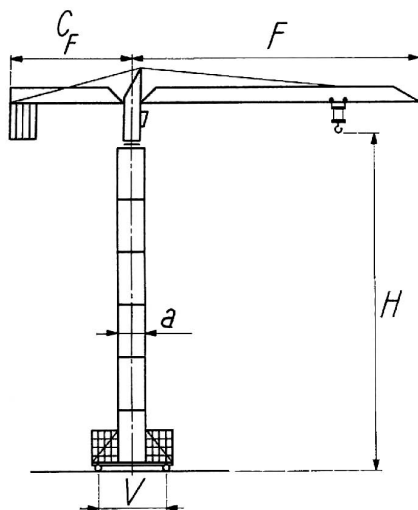
2.5.2 Implantation

2.5.2.1 Grues à poste fixe

Par rapport aux grues à mât fixe (§ 2.4.3.1), celles-ci ont les inconvénients suivants :

- perte de place au sol (surtout pour des rotations de 360°), le châssis support des mécanismes et contrepoids étant plus encombrant (d'où une perte de portée) ;
- ces grues ne peuvent être ni haubanées ni fixées aux ouvrages sauf par des systèmes sophistiqués (d'où une perte de possibilité en hauteur) ;
- ces grues ne peuvent pas être hissables.

Tableau 1 – Caractéristiques des grues à tour à mât fixe



a encombrement du mât
 C_F longueur de contre-flèche (pour F)
 F longueur de flèche maximale
 H hauteur sous crochet
 V largeur de voie

Désignation		Dimensions (m)						Masse (t)			Puissances (kW)		Charges (t)		Vitesses				
Marque	Type	<i>h</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>a</i>	<i>F</i>	<i>C_F</i>	<i>Q_G</i>	<i>q_L</i>	<i>q_C</i>	<i>P_T</i>	<i>P_L</i>	<i>R_m</i>	<i>R_M</i> (<i>x</i>)	<i>V_{RM}</i> (m/min)	<i>V_M</i> (m/min)	<i>V_T</i> (m/min)	<i>V_{ch}</i> (m/min)	<i>V₀</i> (tr/min)
BPR	<i>GT 108</i>	....	32	3,8	1,3	36	15	19	30	4	40	17	1	3 (14,5 m)	30	60	25	40	0,8
	<i>GT 109 A</i>	....	32	3,8	.....	40	....	19,5	40	4,8	26,1	18,4	1	3 (15,8 m)	30	60	25	40	0,8
	<i>GT 470</i>	....	68	6	2,5	65	27	123	....	....	160	90	3	20 (18 m)	20	180	20	100	0,7
	<i>GT 491.5</i>	....	79,2	8	....	70	....	114,5	96	26,5	148	89	5	10 (41,3 m)	17	68	32	86	0,7
Kaiser <u>(1)</u>	<i>HBS 80/100</i>	....	54	6,3	.....	41	....	35	72	8	61	40	1,75	6 (14 m)	24	116	25	50	0,75
	<i>HBS 240/1</i>	....	64	6,3	.....	60	....	74	120	16	90	55	3	10 (20 m)	22	110	25	60	0,6
		....	64	6,3	.....	40	....	74	120	16	90	55	5,2	20 (12 m)	22	110	25	60	0,6
Liebherr <u>(1)</u>	<i>45 EC</i>	....	36,1	3,8	1,2	40	9	20,5	....	....	25,1	15	1	2,5 (19,1 m)	13	48	27	60	0,8
	<i>63 HC</i>	....	38	4,6	.....	45	11,5	29	45	....	30	18	1,1	5,6 (12 m)	17	60	25	45	0,8
	<i>500 HC</i>	....	80	10	.....	80	26	....	....	....	166	110	3,2	20 (20 m)	17	210	25	95	0,7
	<i>3150 HC</i>	....	96,5	15	5,5	80	36,10	....	....	....	427	....	32	60 (50,7 m)	12	76	30	68	0,5
	<i>180 HC.L</i> <u>(2)</u>	29,6	43	6	.....	55	8	....	....	....	172	....	2,5	16 (12,7 m)	7,5	105	25	....	0,8
	<i>4000 HB</i> <u>(2)</u>	52	66	5,5	5,5	80	20	....	....	....	600	....	37	81,9 (49 m)	6	....	....	....	0,5
Potain	<i>427 M</i>	....	33	2,8	1,2	36	17	18	30	4,3	40	16	0,75	3 (11 m)	30	50	25	35	0,9
	<i>E 10-14 C</i>	....	34,6	3,8	1,2	45	12,7	25	36	11,8	35	18,4	1,4	4 (19,5 m)	22,5	90	26	58	0,8
	<i>J 5/45</i>	....	75	8	2,15	65	26,5	152	60	21	160	88	4,5	20 (18 m)	22,5	180	30	100	0,7
	<i>MD 1000</i>	....	140	10	4	80	30	....	....	....	320	240	10	64 (14 m)	18	140	25	48	0,65
	<i>MD 2200</i>	....	101	15	5,5	80	28,5	476	20	93	250	88	22,8	64 (34,8 m)	6,7	110	16	64	0,65
Peiner <u>(1)</u>	<i>Giant DS</i> <u>(2)</u>	70	160	20	.....	90	10	....	....	....	....	....	80	400 (40 m)					
	<i>Giant DS</i> <u>(2)</u>	....	....	10	....	60	....	....	....	....	....	....	10	90 (15 m)					
	<i>Giant MK</i>	....	100	10	.....	85	25	....	....	....	....	....	45	160 (30 m)					
<i>q_L</i>	lest de base.			<i>P_L</i>		puissance de levage.								<i>V_M</i>		vitesse de levage maximale.			
<i>q_C</i>	contrepoids de contre-flèche.			<i>R_m</i>		charge à portée maximale (simple mouflage).								<i>V_T</i>		vitesse de translation.			
<i>Q_G</i>	masse totale (machine seule).			<i>R_M</i> (<i>x</i>)		charge maximale à portée (<i>x</i>).								<i>V_{ch}</i>		vitesse du chariot.			
<i>P_T</i>	puissance totale nécessaire.			<i>V_{RM}</i>		vitesse de levage à charge maximale.								<i>V₀</i>		vitesse d'orientation.			
(1)	Sous réserve de nouveautés.			(2) À flèche relevable. Toutes les autres grues sont à flèche distributrice.															

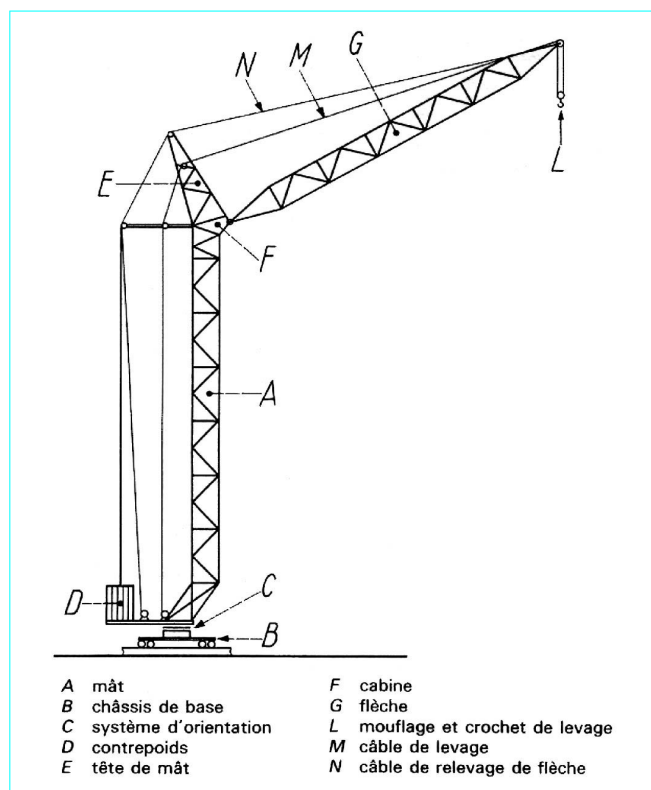


Figure 15 – Grue à tour à mât tournant et flèche relevable

2.5.2.2 Grues sur châssis mobile

Elles peuvent être montées, comme les grues à mât fixe, sur des châssis mobiles (§ 2.4.3.2).

Pour les grues autodépliables, nous rencontrons, en particulier, des châssis sur pneumatiques avec stabilisateurs pour le poste de travail ou une possibilité de transfert sur rail. Les châssis sur chenilles commencent également à apparaître.

2.5.3 Principaux mouvements

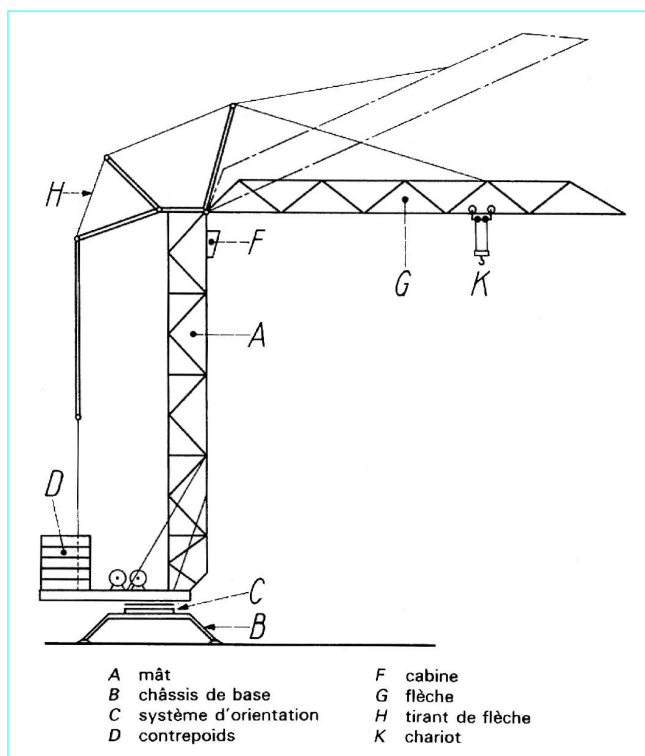
Ce sont les mêmes que ceux des grues à mât fixe à la seule différence que, les organes moteurs étant sur le châssis support en pied de grue, tous les câbles de levage, de relevage ou de chariotage sont ramenés aux organes moteurs par des rappels de poulies (§ 2.4.4).

2.5.4 Fonctionnement

Il est identique à celui des grues à mât fixe (§ 2.4.5).

2.5.5 Données numériques

Le tableau 2 donne les caractéristiques de quelques grues à tour à mât tournant.

Figure 16 – Grue à tour à mât tournant et flèche horizontale ou inclinée ($\leq 30^\circ$)

2.6 Installation. Environnement

L'installation d'une grue doit être soigneusement étudiée.

Après avoir choisi sa capacité, son type, sa hauteur sous crochet en fonction de l'environnement, l'utilisateur devra vérifier les points suivants.

■ Résistance du terrain au lieu de l'installation en fixe ou sur voie

Pour cela le constructeur pourra lui fournir :

- les efforts verticaux provenant de la masse de la grue, de la masse de la charge et des efforts au vent ;
- les efforts horizontaux transversaux provenant des freinages, des mouvements de chariot ou d'orientation de flèche et de l'action du vent ;
- les efforts horizontaux longitudinaux provenant du freinage de tous les mouvements et de l'action du vent.

Connaissant ces trois efforts maximaux, il convient d'étudier la fondation de l'assise de la grue comme une fondation d'ouvrage définitif.

■ Voie de grue (§ 2.4.3.2.1 et [1])

- Un arrêt d'extrémité de voie de roulement doit être prévu.
- En cas de vent violent, prévoir une position de repos où la grue peut être ancrée au sol.

Tableau 2 – Caractéristiques des grues à tour à mât tournant (1)

Désignation		Dimensions (m)						Masse (t)			Puissances (kW)		Charges (t)		Vitesses				
Marque	Type	h	H	V	a	F	C _F	Q _G	q _L	q _c	P _T	P _L	R _m	R _M (x)	V _{RM} (m/min)	V _M (m/min)	V _T (m/min)	V _{ch} (m/min)	V ₀ (tr/min)
BPR	GA 18	13	21	3	.....	17	2,25	5,8	3,4	.....	12	5,5	0,5	1,5 (7 m)	15	30	.....	30	1
	GTA 82	33	33	5	3	40	4	30	34	.....	50	24	1,8	8 (15 m)	30	60	30	45	1
	GTA 90C	....	22,6	5	.....	45	4	29,2	38,4	.....	40,8	24,3	1,75	4 (23,10 m)	15	60	25	45	1
Cadillon	Chrono-flash 13	.....	12	.....	.....	13	1,75	2,6	4,3	.....	5,5	3,7	0,5	1 (7,3 m)	10	20	.....	20	1
	Chrono 55	.....	30	6	.....	55	4,9	42	46,4	.....	46,3	24,3	2	5 (26 m)	15	60	25	60	0,7
Potain	12.35	11	18	2,3	.....	12	2	2,2	2,5	.....	4,4	.....	0,35	0,5 (9 m)	20	20	.....	20	1
	313 A1-B	.....	17	3,2	.....	20	2,5	5,6	7,7	.....	16	5	0,65	2 (11,2 m)	20	40	.....	35	1
	GTMR.360 A	33	33	5	.....	40	4	26,5	31	.....	50	24	1,5	8 (12 m)	15	60	30	45	1
	GTMR.400 A	.....	22,1	6	.....	50	4,8	40	40,5	.....	50	24,3	2	10 (17,8 m)	12	48	25	60	0,7
Liebherr	13 K	18	16	2,4	.....	18	2,25	3,9	9,1	.....	7	5,1	0,75	1,25 (12 m)	10	30	.....	25	0,8
	20 K	.....	20	4,5	1,6	24	2,75	8,4	8,1	.....	19,5	11	0,85	2 (10 m)	5	40	25	30	0,9
	97 K	32	34	5	.....	45	4,5	31	40	.....	38	18	1,4	8 (15 m)	14	64	30	45	0,8
	140 K	.....	44,5	6	.....	55	4,5	45,45	45	.....	52	35	1,6	10 (21,3 m)	14,5	57	35	64	0,8
Peiner	Giant M	95	200	.....	.....	95	12	.....	.....	.....	.....	.....	17	180 (20 m)					
Michel	1720 DTN	.....	16,8	3,4	.....	20	2,46	5,8	7	.....	6,3	4,4	0,8	2 (10 m)	10	24	30	30	1
Kaiser. Grue pliable en caisson mécano-soudé (mât et flèche)	FK 30	20	33	3,8	.....	28	3,10	10	15	.....	15	10	1	3,5 (10 m)	5 et 22	45	30	30	1

(1) Pour les notations, se reporter au tableau 1.

Épreuves et vérifications (§ 2.8)**Survol du voisinage**

Ligne électrique : une partie quelconque d'un appareil de levage ne doit jamais se trouver à une distance d'une ligne électrique inférieure à :

- 3 m si la tension de la ligne est inférieure à 57 000 V ;
- 5 m si la tension de la ligne est supérieure à 57 000 V.

Survol d'une autre grue : la flèche d'une grue ne doit pas survoler la contre-flèche d'une autre grue.

Survol d'un bâtiment ou d'un ouvrage (figure 17) : la garde d doit être supérieure à 2 m :

$$d = H - (H_1 + H_2 + H_0)$$

Dans le cas des grues mobiles, la distance x entre l'ouvrage et la grue doit être supérieure à 60 cm.

Nota : pour plus de précision on se reportera en [2].

2.7 Montage. Démontage. Transport**2.7.1 Montage****2.7.1.1 Grues à mât fixe**

Le montage de ces grues est fonction de l'environnement, mais le moyen le plus couramment utilisé est le télescopage.

Les différentes phases de montage sont les suivantes :

- pose de la base ou châssis ;
- pose de l'élément de pied de la mâture ;
- pose du mât de télescopage ;
- pose des lests de base ;

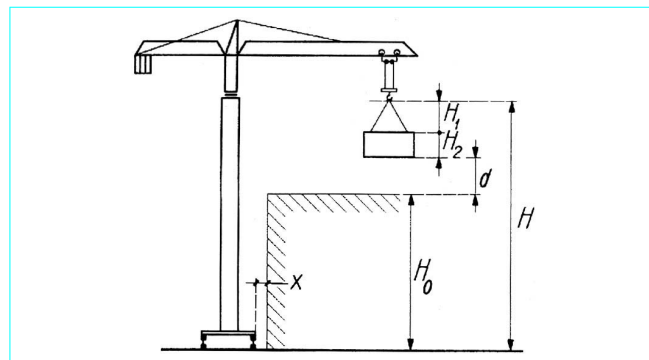


Figure 17 – Survol d'un bâtiment ou d'un ouvrage

- pose de la contre-flèche et de la flèche (prémontée au sol) ;
- pose du contrepoids de contre-flèche ;
- télescopage et pose au fur et à mesure des éléments de mât.

Trois cas peuvent se présenter :

- les éléments complets ou par panneaux sont mis à l'extérieur de la cage de télescopage ;
- les éléments complets sont insérés à l'intérieur de l'ensemble de télescopage ;
- la grue est extérieure au mât, sur une console, et pose l'élément directement sur le mât.

En général, les premiers éléments de base sont posés à l'aide d'un engin de levage annexe. Par contre, dans certains cas, des systèmes ont été étudiés pour que la grue puisse se monter toute seule.

Les assemblages ont été étudiés aux paragraphes 2.4.1 et 2.4.2.

2.7.1.2 Grues à mât tournant

Pour les grues de forte capacité, le montage par télescopage est sensiblement identique aux grues à mât fixe.

Les grues de plus faible capacité sont entièrement repliées sur un châssis roulant, facilement tractable. Ainsi cette grue, par dépliage et télescopage, peut se monter par ses propres moyens.

Exemples

- grue à flèche dépliable et mât télescopique ;
- grue à flèche et mât télescopiques (figure 18).

2.7.2 Démontage

Le démontage se fait en général dans l'ordre inverse du montage et par les mêmes moyens.

Il ne faut jamais oublier qu'au moment du démontage de nouvelles contraintes supplémentaires sont apparues (nouveaux ouvrages construits, d'autres grues érigées dans le périmètre, etc.) ; donc, avant de monter une grue à tour, il faut absolument penser au démontage de celle-ci et analyser les moyens qu'il faudra employer afin de répondre aux nouvelles données.

Souvent, il est nécessaire de démonter à l'aide d'un engin de levage auxiliaire puissant et donc onéreux (figure 19).

2.7.3 Transport

2.7.3.1 Grues montables par éléments

En règle générale, une grue se décompose suivant les éléments ci-après (figure 20).

1^{er} camion :

une base :

- châssis démontable A sous forme de poutre simple,
- élément de base B, en général d'un seul tenant,
- éléments de stabilité C,
- accessoires (enrouleur, armoire électrique, etc.) ;

2^e camion :

un ensemble de télescopage d'un seul bloc E ;

3^e camion :

- une tête de tour avec cabine G (un seul bloc),
- un système d'orientation F,
- le sommet de tête de tour J,
- les éléments moteurs, treuils, etc.,
- matériel divers (échelles, garde-corps, passerelles),
- partie de contre-flèche H ;

4^e camion :

- flèche complète K suivant le nombre d'éléments,
- lests, contrepoids I ;

5^e camion :

- partie de contre-flèche H,
- éléments de fût courant D démonté en panneaux (suivant le nombre d'éléments de fût).

Cela donne une idée pour une grue courante ; le problème est différent pour les très grosses grues où la décomposition en éléments simples est à étudier plus profondément.

2.7.3.2 Grues autodépliables

Nous avons vu précédemment que celles-ci se replient et se déplient à volonté et restent ainsi sur leur châssis de base.

Ce châssis est soit monté sur pneumatiques et peut ainsi se faire tracter par un engin, soit monté sur chenilles et devient autonome.

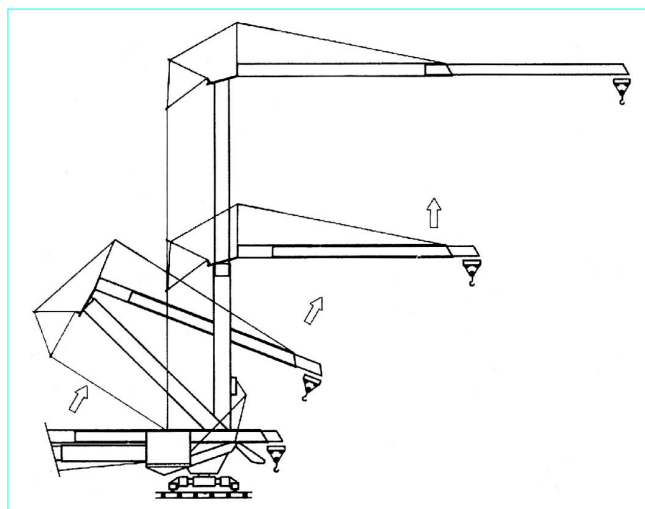


Figure 18 – Montage d'une grue à flèche et mât télescopiques

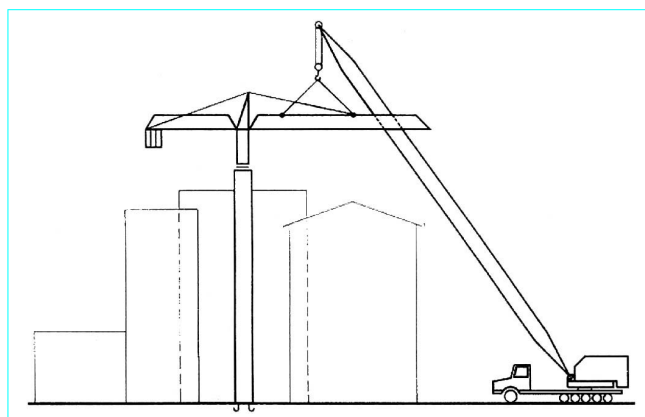


Figure 19 – Démontage d'une grue à l'aide d'un engin de levage auxiliaire

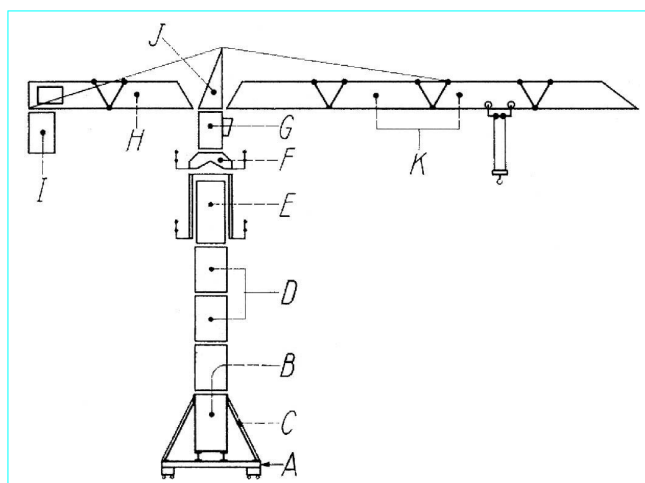


Figure 20 – Décomposition en éléments d'une grue pour son transport

2.8 Examen. Vérifications et épreuves

Toute grue construite et montée par assemblage d'éléments en treillis juxtaposés doit être contrôlée par un organisme agréé.

■ **Les examens** sont des opérations visuelles destinées à contrôler la conformité aux normes et aux règlements et à déceler les défauts apparents.

■ **Les vérifications** sont des contrôles de fonctionnement de certaines parties de l'appareil, destinées à déceler les vices cachés et à effectuer les réglages.

En règle générale, ces examens et vérifications portent sur les états physique, mécanique, électrique et éventuellement sur les dimensions de certains organes de la machine.

L'organisme vérifie également l'environnement de la grue :

- la voie de roulement (niveau, butées, pression au sol, mise à la terre, rayon de courbure) ;
- l'ancrage au sol ;
- les survols des autres grues ou des zones interdites (rues, etc.) ;
- les obstacles fixes ou mobiles (murs, immeubles, lignes électriques aériennes, mâts de grue) ;
- la mise en girouette ;
- la signalisation nocturne pour les grues travaillant à proximité des couloirs aériens.

■ **Les épreuves** consistent à tester la grue par des essais en charge.

Épreuve statique : elle consiste à suspendre au crochet de la grue, à la portée maximale, une charge d'épreuve égale à la charge nominale majorée de 33 %.

La grue est laissée immobile pendant une heure.

Les flèches et déformations subies par les différentes parties de l'appareil sont alors mesurées.

Épreuve dynamique : elle consiste à tester tous les mouvements avec une charge d'épreuve égale à la charge nominale majorée de 10 %, et à contrôler en même temps le fonctionnement des freins et des limiteurs de course, de charge et de moments de renversement.

■ **La périodicité des vérifications et épreuves** est d'une fois par an au minimum si la grue n'a pas subi de démontage ou transformation ; dans le cas contraire, à chaque démontage et remontage, à chaque transformation (surélévation), la grue doit être vérifiée et éprouvée.

2.9 Exploitation

Le conducteur de grue pilote la grue d'une cabine. Celle-ci est assez grande pour contenir un siège et les organes de commande.

De son poste de travail, il dispose des moyens pour effectuer :

- la mise en service ;
- les mouvements du crochet ;
- le contrôle des efforts et des portées ;
- l'éclairage des aires de travail ;
- la communication avec les grues voisines ou les utilisateurs ;
- l'entretien journalier des mécanismes.

Le conducteur doit avoir une vue parfaite et des dispositions physiques particulières pour travailler 8 à 10 h d'une manière à la fois souple et rapide, donnant toute satisfaction pour les hommes et l'entreprise utilisant le crochet de la grue.

Quoique les grues actuelles soient de maniement facile, il est bon que le conducteur ait fait un stage, organisé par le constructeur, pour utiliser la grue à l'optimum de ses possibilités et ne pas faire de fautes de conduite qui pourraient nuire au personnel travaillant sous la grue et aux mécanismes de celle-ci.

2.10 Recommandations. Entretien

À l'achat de chaque matériel, il est important, même essentiel, de réclamer au constructeur les manuels d'utilisation et d'entretien de ce matériel. En général, ces manuels sont complets et le suivi de ceux-ci limite considérablement les risques de pannes et de mauvaise utilisation.

En règle générale, les contrôles d'entretien sont les suivants :

- journalier : graissage des poulies folles et de certains organes mécaniques ;
- hebdomadaire : réglage des freins ;
- mensuel : contrôle des niveaux d'huile ;
- annuel : vidange de tous les carters, serrage de la couronne d'orientation, contrôle de tous les organes sollicités (câbles, poulies, galets chariot, crochet, etc.).

Nota : dans le cas de chantier où les grues travaillent sans interruption, il est souhaitable de faire une visite préventive complète toutes les 200 h environ.

3. Grues mobiles

3.1 Description

Une grue mobile se compose de trois parties principales :

- un châssis porteur monté sur roues (pneumatiques) ou sur chenilles ; ce châssis peut être autonome ;
- une plate-forme pivotante par rapport au châssis ; elle supporte en général le moteur, les mécanismes nécessaires aux différents fonctionnements de la grue et les contrepoids ;
- une flèche treillis ou télescopique articulée autour d'un axe horizontal sur la plate-forme tournante.

Cette structure de base est complétée par :

- un poste de pilotage pour la fonction de levage (cabine ou boîte à boutons) et un poste de commande pour la translation ; dans certains cas, la même cabine répond aux deux fonctions ;
- un ensemble moteur et ses divers dispositifs de levage, de relevage de flèche, de rotation et de translation.

3.2 Choix

En règle générale, les grues mobiles ont une zone d'action théoriquement indéfinie et conviennent pour :

- des chantiers géométriquement étendus et nécessitant des interventions de levage ponctuelles et de natures différentes ;
- des chantiers où la nature du terrain et le volume des manutentions ne justifieraient pas l'installation d'un engin de levage à poste fixe ou sur un chemin de roulement préparé et généralement coûteux ;
- des interventions rapides ;
- des levages unitaires.

3.3 Différents types de grues

Les grues mobiles peuvent se différencier par :

- leur type de châssis porteur (sur pneumatiques, sur chenilles, autonome ou non) ;
- leur type d'élément moteur et la ou les cabines de commande ;
- la nature de l'énergie et surtout le type des transmissions ;
- leur type de flèche.

En fait, dans la pratique, les grues mobiles possédant les mouvements fonctionnels habituels des grues, nous avons pris l'habitude de les différencier par leur mode de translation, qui est directement lié aux conditions d'utilisation de l'engin.

Nous distinguerons trois grandes catégories :

- les grues automotrices ;
- les grues sur porteur ;
- les grues sur chenilles.

3.4 Différents mouvements

3.4.1 Translation

Les mécanismes de translation sont montés sur le châssis de base.

Ce châssis peut être monté soit sur pneumatiques pour les déplacements rapides et adapté au terrain, soit sur chenilles pour des terrains de faible portance mais, dans ce cas, la translation est beaucoup plus lente.

Il faut noter que les grues mobiles sur pneumatiques ne peuvent travailler, en général, que sur stabilisateurs, ou à poste fixe sur les pneus mais avec une courbe de charge très réduite. De toute façon, elles n'effectuent pas de translation avec la charge (sauf peut-être quelques grues de parc ou d'atelier qui ne supportent que de très faibles charges).

Par contre, les grues sur chenilles ont l'avantage de pouvoir se déplacer avec leur charge.

L'énergie de base (moteur thermique) est identique pour les fonctions de levage et de translation dans le cas des grues automotrices et des grues sur chenilles ; par contre, dans le cas des grues sur porteur (ou camion), les deux fonctions (grue et translation) sont entièrement séparées, et le porteur garde son autonomie propre.

3.4.2 Rotation

Il y a encore quelques années, nous distinguions les flèches non orientables ou partiellement orientables. Actuellement, la majorité des grues est orientable sur 360° ; la technologie ayant évolué, une plate-forme de grue peut faire plusieurs tours sur elle-même dans le même sens.

Le mécanisme de rotation est situé entre le châssis porteur et la plate-forme support de l'ensemble grue. Il est constitué d'une couronne dentée à bille (rouleau) à double effet (denture extérieure ou intérieure), l'entraînement se faisant par l'intermédiaire d'un ou plusieurs pignons d'attaque entraîné par motoréducteur électromagnétique ou hydraulique (figure 21).

Nota : pour les machines de forte capacité, la couronne à bille est renforcée par un réel chemin de roulement avec des galets (figure 21).

3.4.3 Relevage de flèche

Il y a quelques années, nous distinguions les flèches fixes (non relevables) et les flèches relevables à vide (position déterminée au levage). Actuellement, en dehors de cas très particuliers pour une utilisation bien spécifique, toutes les grues ont des flèches relevables en charge.

Le relevage ou l'abaissement de la flèche permet de faire varier la portée de la grue en fonction, bien entendu, de la longueur de la flèche.

Le mécanisme de relevage est constitué soit par un ensemble chevalet treuil, câble (mouflage) utilisé pour les flèches treillis, soit par un ou plusieurs vérins dans le cas des flèches en caisson mécano-soudé (télescopique ou articulé).

Le mouvement de relevage peut se faire :

- soit par rotation simple autour d'un axe horizontal situé dans l'axe de la flèche et en pied de celle-ci (flèches treillis, figure 22) ;
- soit autour d'un axe horizontal en pied de flèche, mais excentré par rapport à l'axe de celle-ci (cas général des flèches caissons télescopiques, figure 23) ;
- soit par l'intermédiaire d'un système polygonal déformable (cas de certaines grues d'atelier ou de parc, figure 24).

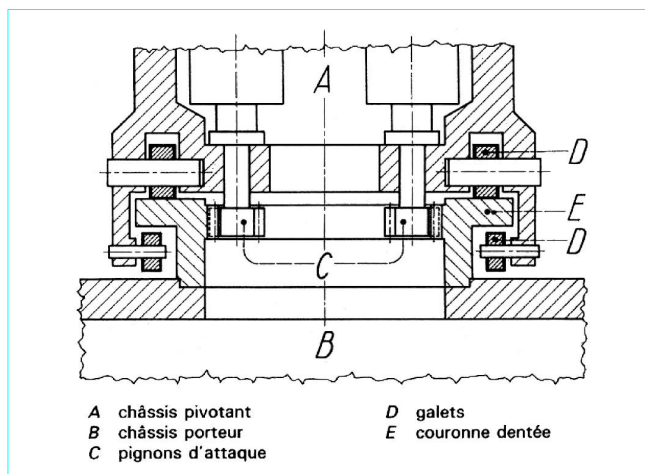


Figure 21 – Mécanisme de rotation d'une grue mobile

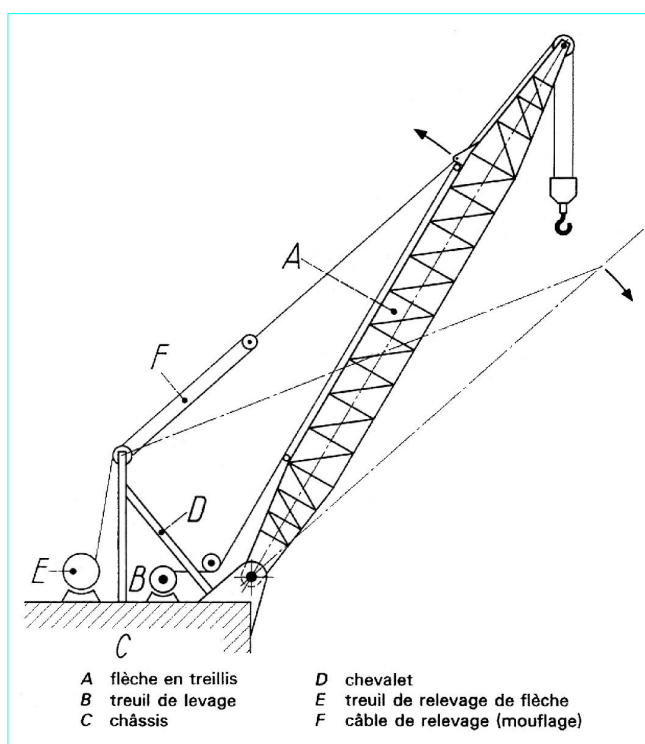


Figure 22 – Relevage de flèche en treillis

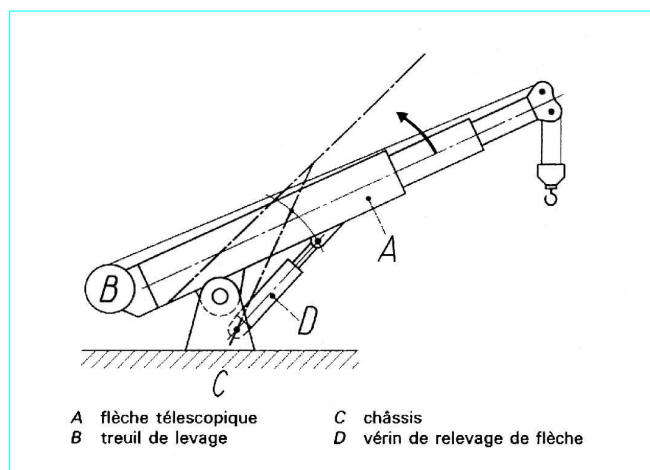


Figure 23 – Relevage de flèche télescopique

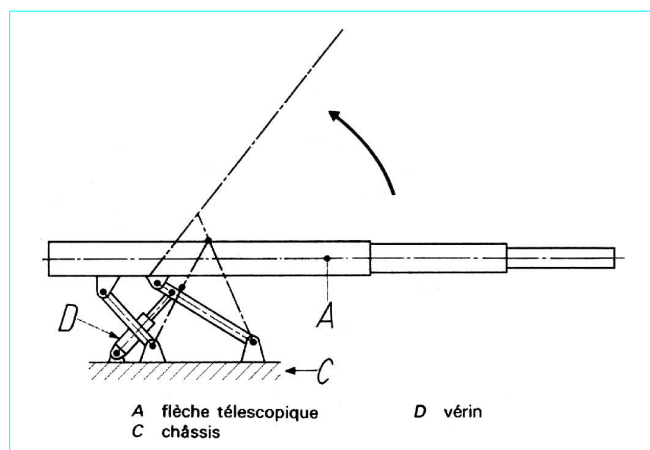


Figure 24 – Relevage de flèche télescopique, système polygonal

3.4.4 Levage

Dans tous les cas, la fonction levage se fait par l'intermédiaire d'un ensemble treuil, câble, moufle et crochet.

Dans certains cas, une même grue peut avoir plusieurs possibilités de levage :

- un levage lourd avec un moufle important monté sur la tête de flèche principale ;
- un levage moins important mais plus rapide, monté sur une extension de la flèche ou une fléchette (rallonge de la flèche principale).

Ces deux levages sont indépendants et peuvent fonctionner en même temps (cas d'une benne preneuse).

Dans certains cas, le levage peut également être exécuté par relevage de flèche (exemple : pelle hydraulique utilisée en levage et grue dépliable type *éléphant* montées sur camion ou petit porteur).

3.5 Énergie et transmissions

Les grues considérées étant mobiles et autonomes, l'énergie généralement employée est d'origine thermique (actuellement, du moins). Donc, l'élément de base est le moteur thermique.

Nous avons vu (§ 3.4.1) que les fonctions grue et translation pouvaient être séparées, elles nécessitent donc deux moteurs au lieu d'un seul.

Par contre, si l'énergie de base est en général thermique, les transmissions entre le moteur et les différents organes peuvent être de plusieurs types :

- mécaniques ;
- électriques ;
- hydrauliques ;
- pneumatiques ;
- mixtes.

L'évolution, depuis quelques années, des organes, treuils, embrayages, freins, variateurs de vitesse, convertisseurs, etc., tant dans les domaines électrique, électromagnétique qu'hydraulique, est telle qu'elle offre des possibilités si importantes que les transmissions entièrement mécaniques sont presque abandonnées et ont laissé la place aux transmissions plus souples d'emploi (électrique et hydraulique) mais demandant plus de technicité.

De plus, les sécurités sur les grues étant devenues de plus en plus complexes, seules ces dernières techniques pouvaient résoudre simplement ces problèmes.

La commande de ces différentes fonctions est effectuée à partir :

- d'une seule cabine montée directement sur le châssis porteur ou sur la plate-forme tournante (le plus courant) et possédant l'ensemble des commandes pour les fonctions grue et translation ;
- de deux cabines montées l'une sur le châssis porteur (fonction translation), l'autre sur le châssis pivotant (fonction grue).

Nota : dans le cas d'une cabine sur châssis porteur, les commandes peuvent être ramenées à l'extérieur.

3.6 Flèches

Nous rencontrons deux types principaux de flèches :

- la flèche treillis ;
- la flèche télescopique (caisson).

Nota : un autre type de flèche est utilisé : dépliable (cas des pelles hydrauliques utilisées en levage et des petites grues *éléphant*).

3.6.1 Flèches treillis

Les flèches treillis (figure 22) sont constituées d'éléments assemblables de section carrée. Ces éléments sont formés de membrures et treillis en tubes ou en cornières. Le matériau employé est généralement de l'acier (souvent spécial) ou un alliage léger (cas des draglines, pour la souplesse).

La flèche se compose de trois parties principales :

- le pied de flèche permettant le pivotement de celle-ci autour d'un axe horizontal ;
- la tête de flèche comportant le moufle de levage et la possibilité d'adaptation d'une fléchette ou d'un Jib (§ 3.6.3) ;
- la partie courante formée d'éléments standards choisis en nombre et en longueur afin d'obtenir la longueur de flèche voulue ; l'assemblage des éléments de flèche se fait par chape et axes.

En général, ce type de flèche est employé pour des grues n'ayant pas à se déplacer fréquemment, pour des grues de très forte capacité ou pour des grues travaillant en benne preneuse et en dragline.

La flèche fixe ayant des inconvénients, nous rencontrons de plus en plus de flèches treillis facilement repliables (grues de faibles capacités) ou des flèches qui se démontent en éléments pouvant se rentrer les uns dans les autres afin d'éviter un encombrement important au transport.

En fait, les flèches treillis se différencient surtout par la tête de flèche (figure 25), du moins par ses possibilités. Par exemple :

- tête de flèche pointue, droite (figure 25a) ;
- tête de flèche pointue déviée (figure 25b) ;
- tête de marteau normale (figure 25c) ;
- tête de marteau lourde (figure 25d) ;
- tête à fléchette pliable et tête à fléchette relevable (figure 25e) ;
- tête à fléchette fixe (figure 25f) ;
- tête avec rallonge pour montage (figure 25g).

Ces flèches sont longues à monter, ne supportent pas l'adjonction de mécanismes annexes et sont, en général, encombrantes.

Par contre, ces flèches sont très performantes par rapport à leur légèreté et peuvent aussi avoir une certaine flexibilité (importante dans le cas des draglines).

Ce type de flèche est monté sur les trois types de grues mobiles mais principalement sur les grues à chenilles.

3.6.2 Flèches télescopiques

Les flèches dites télescopiques sont constituées de caissons mécano-soudés emboîtables les uns dans les autres, ce qui permet de faire varier à volonté, dans un minimum de temps, la longueur de la flèche, et cela avec la charge (dans la limite de ses possibilités).

La flèche complètement rentrée permet les levages lourds et un encombrement minimal (à l'horizontale) pendant les déplacements.

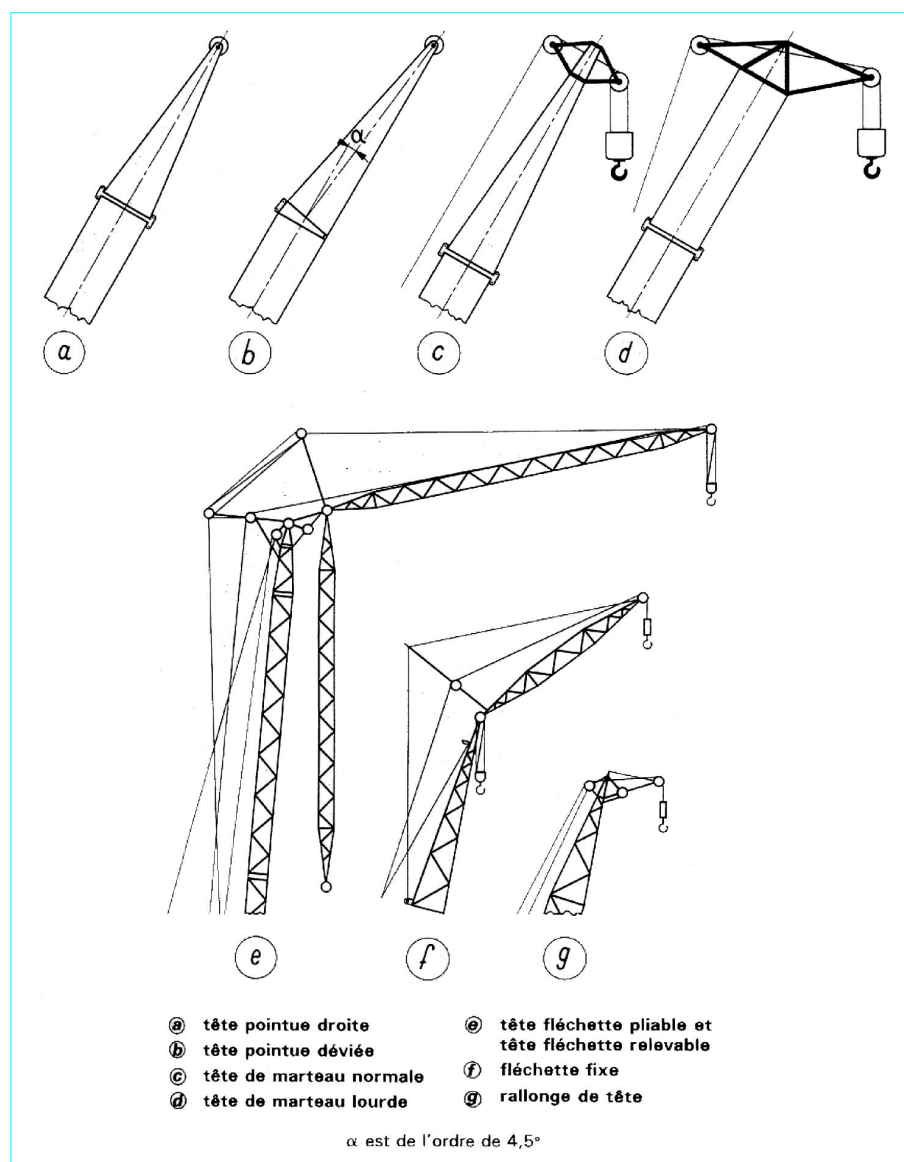


Figure 25 – Types de têtes de flèches treillis

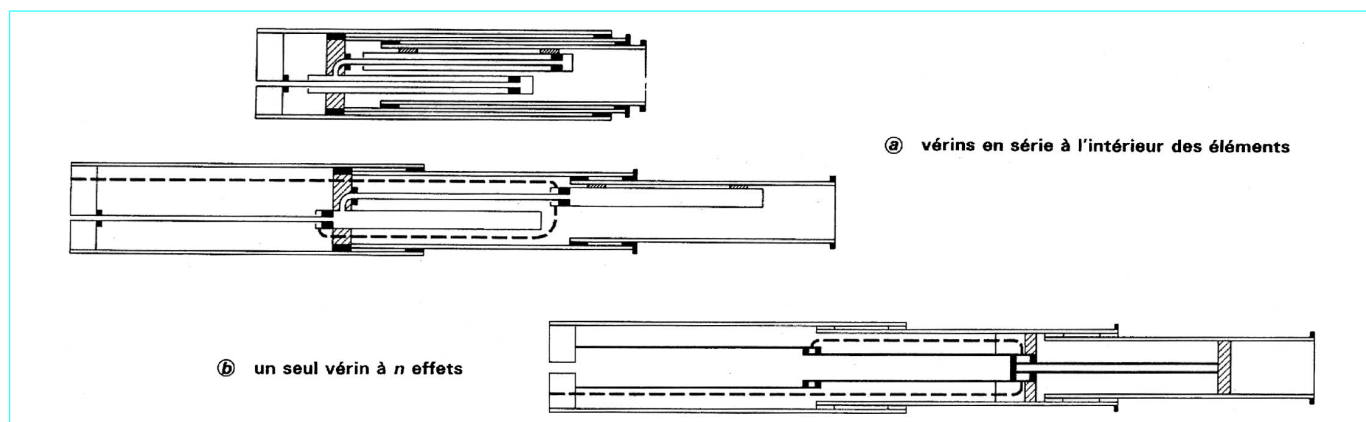


Figure 26 – Flèches télescopiques

La flèche complètement télescopée permet le levage des charges à grande hauteur ou à longue distance. [Bien entendu, pour une portée égale par rapport à une flèche rentrée (courte), il y a perte de capacité puisque l'élanement de celle-ci est plus grand].

Les sections rencontrées sont de trois types : rectangulaires, trapézoïdales, octogonales.

Le télescopage des différents éléments est obtenu par des vérins montés en série à l'intérieur des éléments (figure 26a) ou par un seul vérin à n effets (figure 26b).

Sur certaines flèches, l'axe de rotation est déporté par rapport à l'axe de celle-ci (figure 23) ; l'arrière de la flèche est ainsi en porte à faux, ce qui permet de lui mettre un contrepoids qui peut sensiblement augmenter sa capacité de levage.

Certains constructeurs adaptent directement le treuil de levage en pied de flèche (sur la flèche elle-même).

Le système de relevage a été étudié au paragraphe 3.4.3.

Ces flèches peuvent être équipées :

- d'une rallonge treillis dépliable ou sous forme d'élément additionnel ;
- d'une rallonge en caisson mécano-soudé rétractable manuellement à l'intérieur de la flèche ou dépliable (additionnelle).

3.6.3 Jib ou fléchette

La fléchette (ou Jib : appellation courante) est une flèche additionnelle montée en tête de flèche principale (télescopique ou treillis).

- Elle peut être à position fixe (trois angles possibles, par exemple) ou relevable.
- Elle permet un levage supplémentaire sans modifier les capacités de levage de la flèche principale (figure 27).

Elle peut être en treillis soudés (par éléments) ou en caissons mécano-soudés.

3.7 Stabilisateurs

Les stabilisateurs sont, en principe, employés pour des grues sur pneumatiques (automotrices ou sur porteur), celles-ci étant, en général, conçues pour passer au gabarit routier (largeur 2,5 à 3 m). De ce fait, en position de travail, le polygone de sustentation est trop faible, il faut donc augmenter ce polygone par des stabilisateurs transversaux avec lesquels on obtient les mêmes possibilités de charge sur 360°, et permettre au châssis routier (amortisseur, suspension, etc.) de ne pas avoir à supporter les efforts dus à la charge, nettement supérieurs à ceux pour lesquels ils sont conçus.

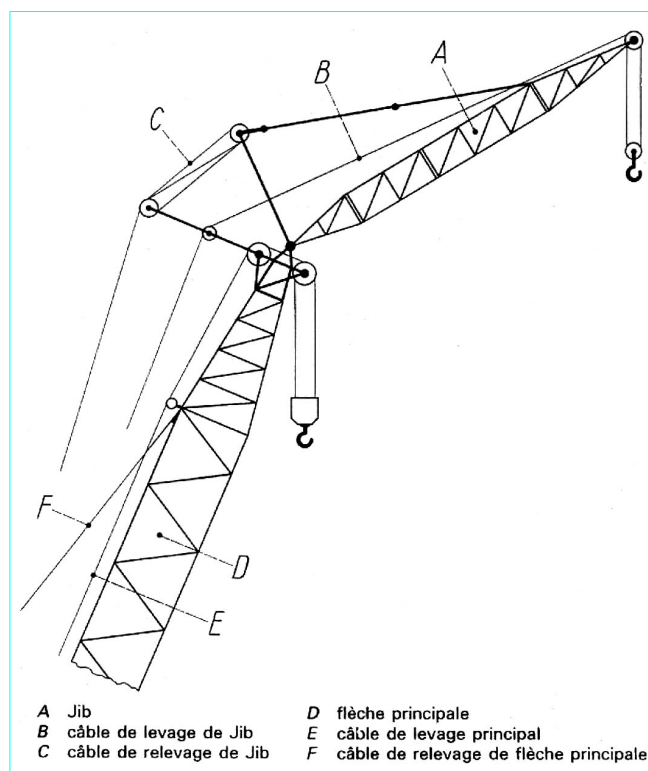


Figure 27 – Fléchette treillis relevable ou Jib

Une autre fonction est de mettre la grue (partie tournante) en position horizontale nécessaire à son bon fonctionnement, malgré les imperfections du terrain.

Ces stabilisateurs sont soit télescopiques, soit dépliables (figure 28).

Après avoir écarté les stabilisateurs (engin toujours sur ses pneus), il faut baisser et prendre appui sur les patins. Plusieurs systèmes à vérin sont employés (figure 29) :

- par action directe des vérins verticaux ;
- par inclinaison des stabilisateurs ;
- par action des vérins sur des leviers.

3.8 Principales caractéristiques propres à chaque type de grue

3.8.1 Grues automotrices sur pneumatiques

Les grues automotrices ne possèdent qu'une cabine de commande (figure 30) :

- sur porteur (grue de parc ou atelier ou routière) ;
- sur châssis tournant (grue routière ou tout terrain).

Cette dernière permet aisément toutes les manœuvres de levage et de translation dans les meilleures conditions.

■ Les grues routières sont spécialement conçues pour des déplacements rapides sur route (deux roues motrices et directrices).

■ Les grues tout terrain sont spécialement conçues pour des déplacements dans des terrains difficiles (quatre roues motrices et directrices indépendantes).

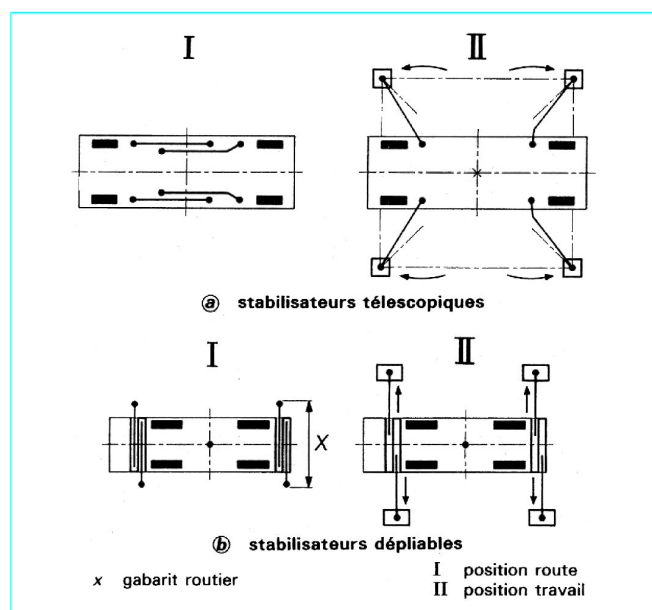


Figure 28 – Stabilisateurs pour grue mobile

L'énergie est thermique et les transmissions sont hydrauliques, électriques et pneumatiques. La technicité de ces domaines a permis d'assouplir considérablement les manœuvres et de réduire les mécanismes et les encombrements.

Ces grues sont à flèches treillis ou télescopiques.

Elles ne se déplacent pas avec la charge.

La courbe de charge maximale est obtenue sur stabilisateurs ; sur pneus, la grue est très sérieusement déclassée.

Nota : se transporte par ses propres moyens, sauf peut-être dans le cas de flèches treillis importantes.

3.8.2 Grues sur porteur

Ce type de grue est constitué d'une grue montée sur un porteur routier (figure 31). Chacun de ces deux ensembles est indépendant de l'autre au niveau des commandes de la production d'énergie et des transmissions.

Ces grues sont spécialement conçues pour des déplacements rapides sur route.

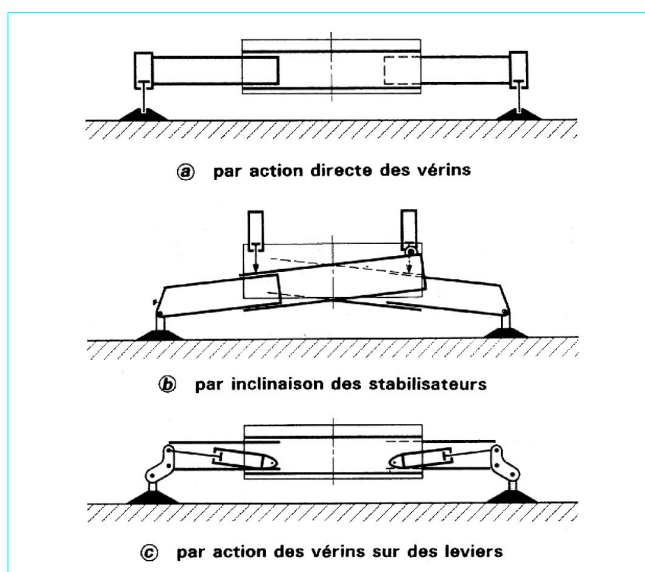


Figure 29 – Appui d'une grue mobile sur les patins

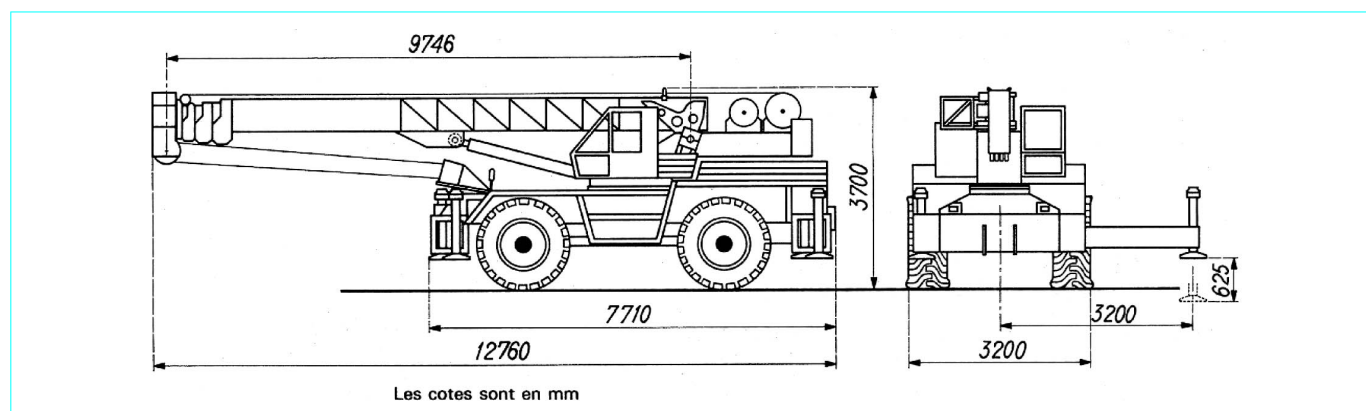


Figure 30 – Grue automotrice sur pneumatiques

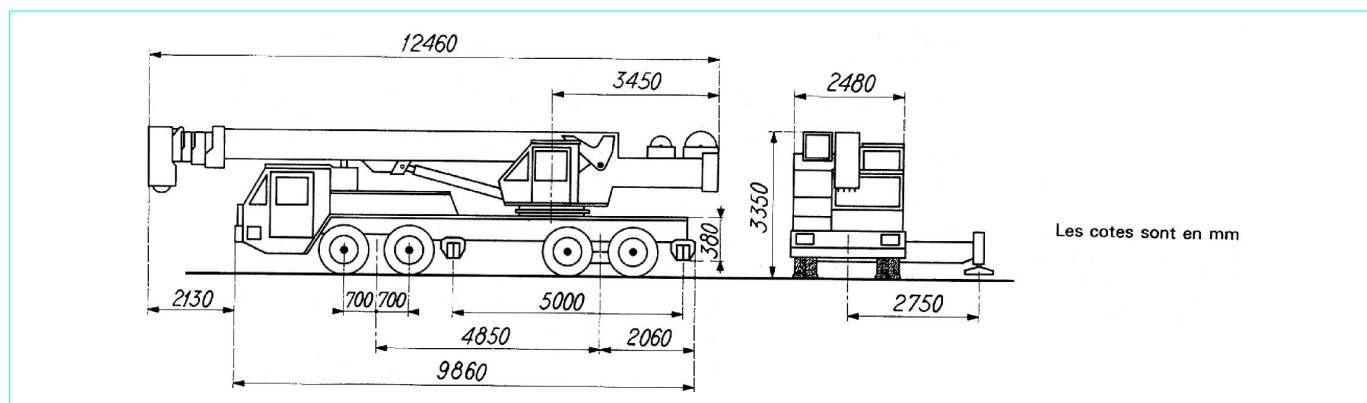


Figure 31 – Grue sur porteur

L'ensemble grue est identique aux grues automotrices mais, du fait d'une plate-forme porteuse très importante, ces grues peuvent atteindre des capacités très élevées (200 t).

Ces grues sont montées avec des flèches treillis (dépliables ou non) ou avec des flèches télescopiques.

L'énergie est thermique (un moteur pour le porteur, un moteur pour la grue).

Les transmissions peuvent être mécaniques pour le porteur, et mécaniques, électriques et hydrauliques pour la grue.

Elles ne se déplacent pas avec la charge.

Comme pour les grues automotrices, elles nécessitent des stabilisateurs télescopiques ou dépliables (courbe de charge maximale).

Nota : se transporte par ses propres moyens ; toutefois, dans le cas de flèches treillis importantes, un transport annexe est nécessaire.

3.8.3 Grues sur chenilles

3.8.3.1 Généralités

Ce sont des grues automotrices montées sur un train de chenilles (figure 32). Leur pression au sol est relativement faible (environ 1 à 3 bar), ce qui leur permet l'accès à des terrains de très faible portance.

Ces grues ne comportent qu'une seule cabine de commande montée sur le châssis tournant de la grue.

Les vitesses de déplacement sont relativement lentes, mais ces grues peuvent se déplacer avec leur charge nominale.

Les chenilles peuvent avoir deux positions :

- rétractées (encombrement transversal réduit mais perte de charge sur les côtés) ;
- élargies (cette position permet d'utiliser la grue à sa charge nominale sur 360°).

Ces grues sont spécialement conçues pour des levages lourds et sont montées avec une flèche treillis. Elles sont souvent préconisées dans les travaux réputés durs (ces machines étant, en général, robustes).

On les utilise, par exemple, en battage des pieux, vibrofonçage, dragline.

L'énergie est d'origine thermique.

Les transmissions sont mécaniques (fonction grue), hydrauliques (translation) ou parfois électriques.

La télécommande des différents organes est électrique et pneumatique ;

Nota : ces types de transmissions varient suivant les utilisations et les constructeurs.

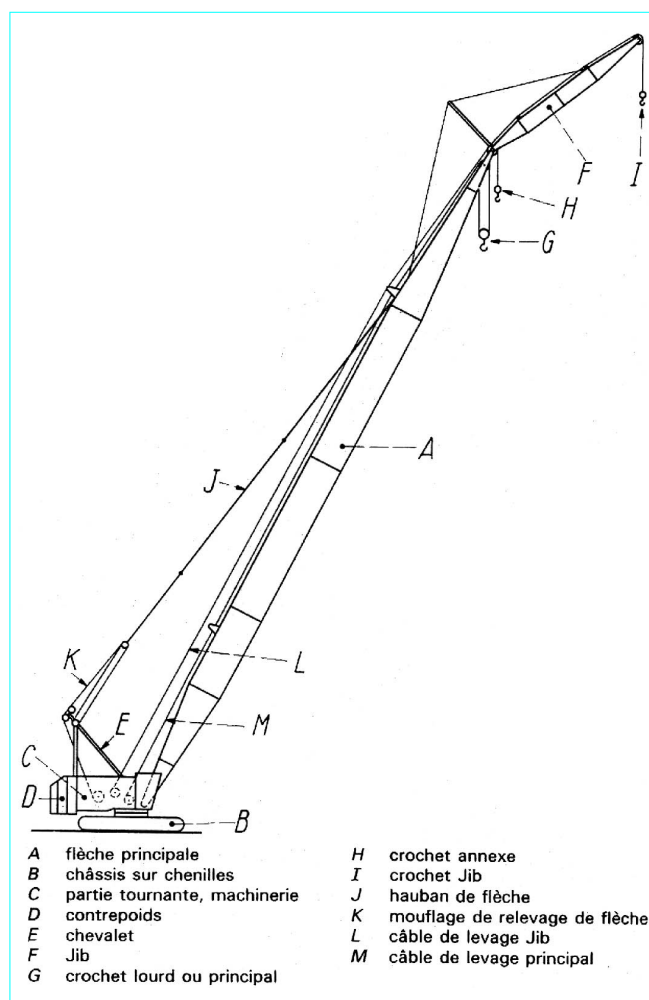


Figure 32 – Grue sur chenilles

3.8.3.2 Transport. Montage. Démontage

3.8.3.2.1 Transport

Ces grues ne pouvant se mouvoir à grande vitesse et ayant un encombrement en général important, il est nécessaire de les transporter par éléments séparés (plus ou moins importants suivant la grue) sur des camions du style porte-char.

Pour les grues de faible capacité, il est possible d'avoir :

- un camion surbaissé pour l'ensemble machine, dont les chenilles ;
- un camion plateau pour la flèche démontée.

Pour les grues de forte capacité, il est nécessaire de décomposer la machine en plusieurs sous-ensembles :

- chenilles ;
- châssis support ;
- châssis tournant (avec cabine et machinerie) ;
- contrepoids ;
- flèche (décomposée en éléments).

Dans ce dernier cas, le souci premier des constructeurs est de concevoir ces différents sous-ensembles compte tenu des critères suivants :

- montage et démontage faciles (liaisons entre eux simples et accessibles) ;
- liaisons souples entre les différents organes moteurs (hydrauliques-électriques) ;
- dimensions de chacun d'eux inclus dans les gabarits de transports internationaux.

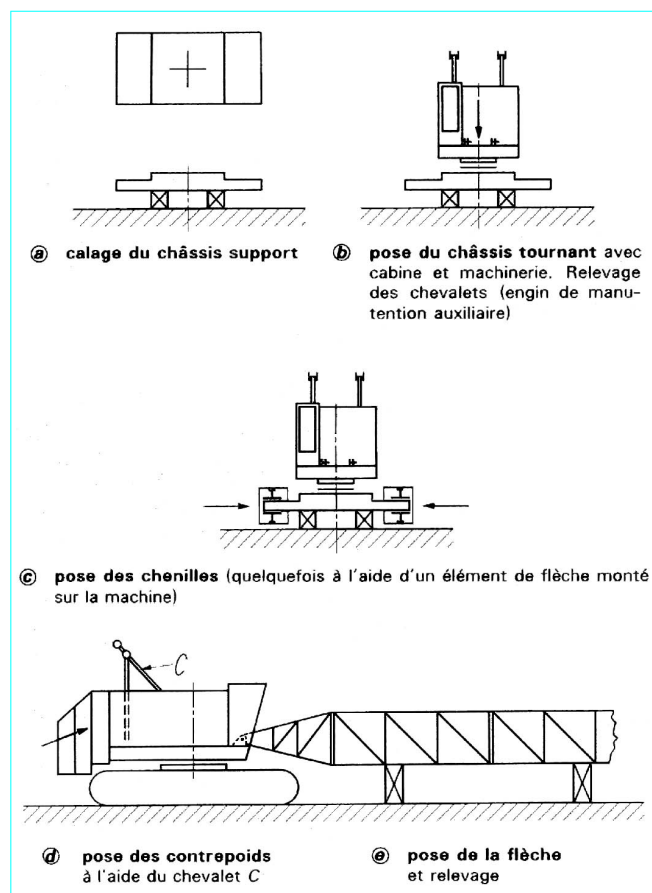


Figure 33 – Montage d'une grue mobile de forte capacité

3.8.3.2.2 Montage. Démontage

Pour les grues de faible capacité, le montage se réduit à assembler la flèche, à la monter sur la machine et à faire le mouflage.

Pour les grues de forte capacité, le montage est plus difficile (figure 33).

3.8.3.3 Dispositifs spéciaux permettant d'augmenter les capacités

3.8.3.3.1 Sky Horse

C'est un contrepoids supplémentaire important pendu à l'arrière de la machine de base à un mât fixe dont le pied est sensiblement identique à celui de la flèche principale, ce qui permet d'augmenter très largement les capacités de la grue de base (figure 34).

Le contrepoids roule sur le sol par l'intermédiaire d'un châssis sur pneu et tourne avec la grue.

Ce système a un inconvénient : toute la charge de pied de flèche est supportée par le châssis de la grue de base.

Ce système a un avantage : la grue avec Sky Horse reste aussi mobile que celle de base.

3.8.3.3.2 Ringer

Ce système est fondé sur le même principe : addition d'un contrepoids arrière important.

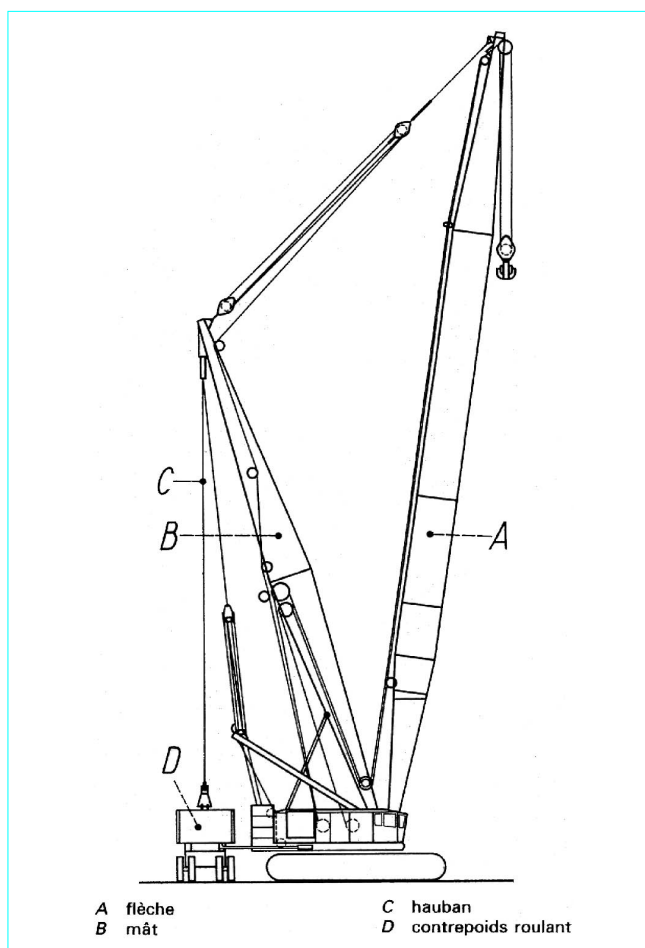


Figure 34 – Grue sur chenilles avec Sky Horse

Comme pour le Sky Horse, le contrepoids est suspendu à un mât fixe, mais celui-ci roule sur un chemin de roulement circulaire centré sur l'axe de rotation de la machine et fixé au châssis porteur de la machine de base (figure 35).

Par contre, le grand avantage est que le pied de flèche et le pied de mât sont ramenés, sur un chariot roulant, sur le Ringer à l'opposé du contrepoids additionnel.

Ce principe permet, lorsque le Ringer est calé (machinerie suspendue), de ramener tous les efforts de levage sur celui-ci, le châssis de la machinerie de base ne supportant que très peu d'efforts.

L'inconvénient est que son déplacement est rendu difficile car il faut, à chaque fois, enlever et remettre les calages.

3.8.3.3.3 Guy Derrick

Ce système permet d'augmenter les capacités en montant un mât intermédiaire vertical, haubané, qui supporte le relevage de flèche (figure 36).

À titre indicatif, la figure 37 donne la comparaison des capacités de levage entre :

- grue de base ;
- grue avec Sky Horse ;
- Guy Derrick ;
- Super Sky Horse.

3.8.3.3.4 Contrepoids variables ou X-Spander

Ce système permet de modifier les capacités de la machine en fonction de la position donnée aux contrepoids (figure 38). En augmentant le porte-à-faux arrière des contrepoids par rapport à

l'axe de rotation de la tourelle de la machine, on augmente les capacités de levage sans augmenter la charge au sol (en général, le positionnement des contrepoids se fait par vérin hydraulique).

3.8.3.4 Autres dispositions

En particulier, on peut utiliser la grue sur chenilles en grue à tour à flèche relevable (figure 39).

3.9 Données numériques

3.9.1 Châssis porteurs

3.9.1.1 Grues automotrices sur pneumatiques

Vitesse inférieure à 25 km/h.

Deux roues motrices directrices, ou quatre roues motrices directrices.

Vitesse maximale possible : jusqu'à 60 km/h.

Rayon de braquage hors tout : de 3 à 17 m.

Puissance moteur : de 20 à 500 ch ($\approx$ 15 à 370 kW).

3.9.1.2 Grues sur porteurs

Vitesse supérieure à 25 km/h.

Vitesse maximale possible : 100 km/h.

Rayon de braquage hors tout : de 5 à 30 m.

Puissance du porteur : de 100 à 500 ch ($\approx$ 75 à 370 kW).

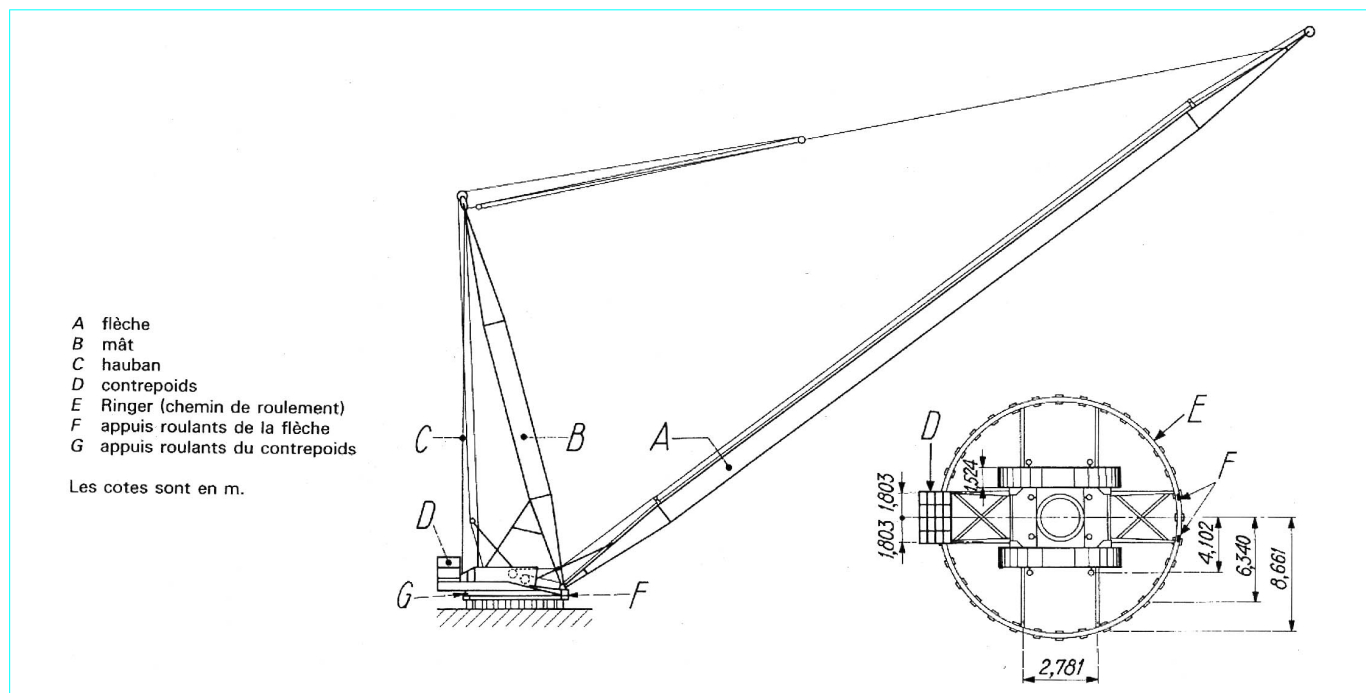


Figure 35 – Grue sur chenilles avec Ringer

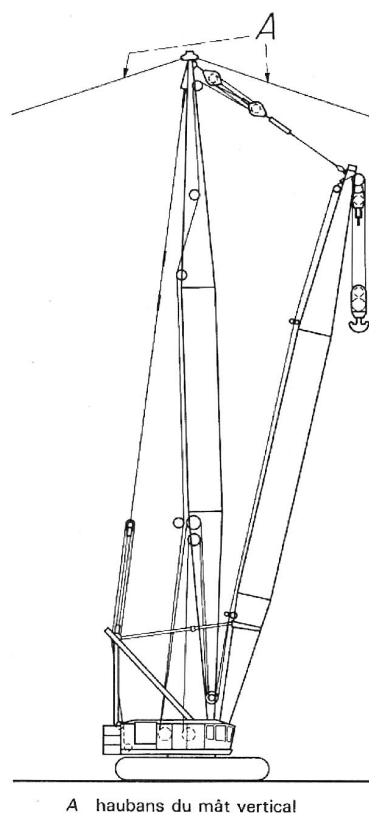
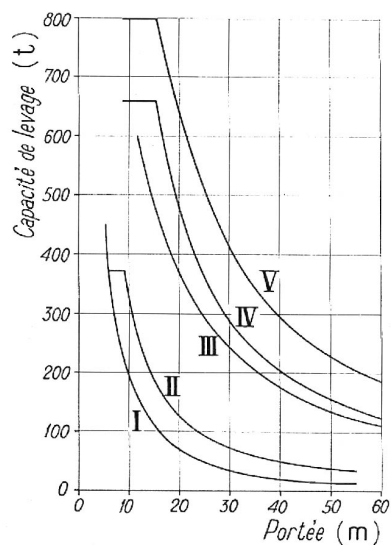


Figure 36 – Guy Derrick



I grue de base type 11320
 II 11320 avec Sky Horse
 III 11320 avec Guy Derrick
 IV Super Sky Horse I
 V Super Sky Horse II

Figure 37 – Capacité de levage en fonction de la portée de différentes grues (d'après Doc. American Hoist)

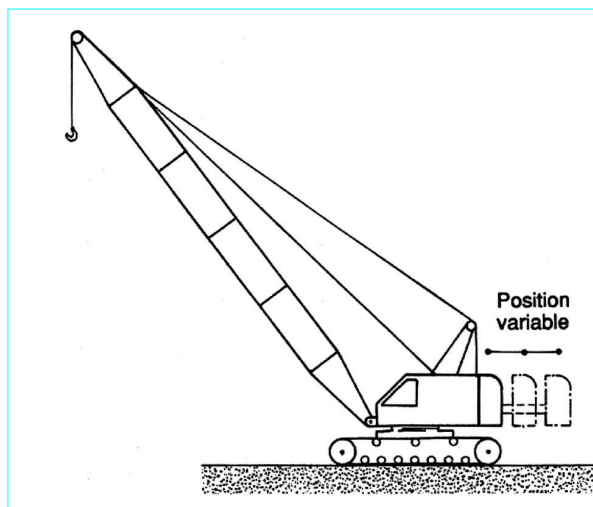


Figure 38 – Grue sur chenilles avec X-Spander (contreponds variables)

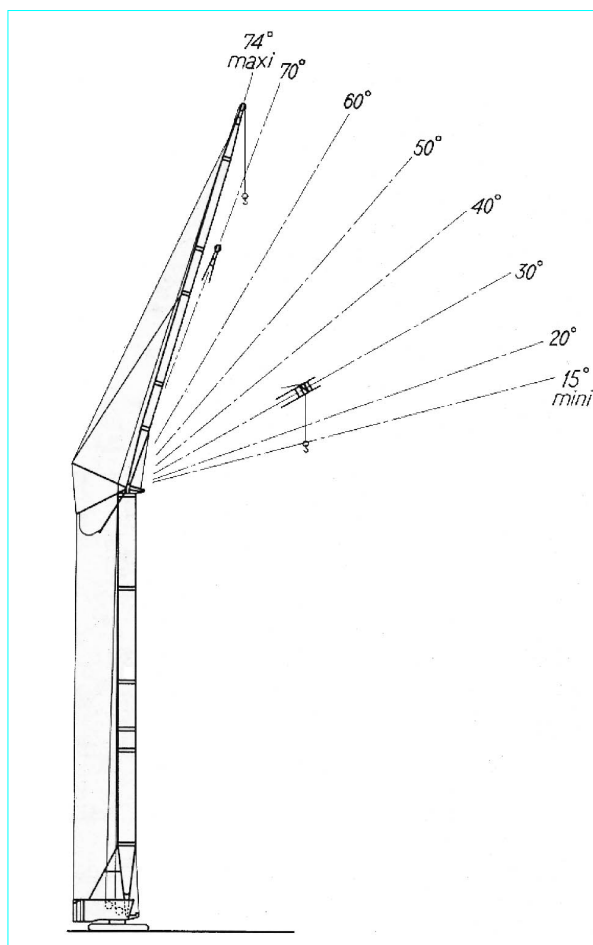


Figure 39 – Grue sur chenilles utilisée en grue à tour à flèche relevable

3.9.1.3 Grues sur chenilles

Surfaces de contact au sol : de 3 à 35 m².

Vitesse de déplacement : de 0,8 à 5 km/h.

3.9.2 Flèches. Fléchettes

■ Treillis

Les longueurs de flèches peuvent atteindre 130 m, les fléchettes ou Jib jusqu'à 80 m.

■ Télescopiques

Les longueurs peuvent aller jusqu'à 120 m, les rallonges de flèches jusqu'à 15 m, les fléchettes jusqu'à 20 m.

3.9.3 Quelques caractéristiques spécifiques

On se reportera aux tableaux [3](#), [4](#) et [5](#).

3.10 Examens. Vérifications. Épreuves

Les grues mobiles sont, comme les grues à tour, réceptionnées et contrôlées par des organismes agréés, dès leur sortie d'usine, puis tous les ans ou après chaque démontage ou modification.

Les épreuves sont du même ordre, avec, en plus, des tests propres :

- descente contrôlée sur tous les levages ;
- homme mort ;
- blocage moteur ;
- contrôleur état de charge ;
- contrôleur de dévers.

Les grues mobiles entrent, au même titre que les grues à tour, dans l'étude des levages réalisée dans le cadre du Collège inter-entreprise pour l'hygiène et la sécurité (CPHS) et autres comités d'étude de la sécurité, lors de l'ouverture de gros chantiers [\[3\]](#).

Tableau 3 – Caractéristiques des grues automotrices sur pneumatiques ($V \leq 25 \text{ km/h}$)

Désignation		Dimensions (sans flèche) (m)				Masse (t)	Cabine (1)	Flèche (2)	Vitesse (km/h)		Sur brin simple		Charge admissible à 75 % de la charge de basculement				Longueur flèche maxi (m)
Marque	Type	Longueur	Largeur	Hauteur	Rayon d'encombrement				Mini	Maxi	Force de levage maxi (t)	Vitesse de levage maxi (m/min)	Flèche minimale				
													Longueur (m)	Portée mini (m)	Sur pneu AR (t)	Sur vérin 360° (t)	
Bucyrus-Érié	250 C/SP 360 C/SP	9,64 9,77	2,44 2,44	3,15 3,35	3,18 3,18	18,6 21,7	F F	C C	4,8 4,8	40 40	2,9 3,7	61 51	5,30 6,40	2 2	11,3 12	15 20	26 32
Demag	V 42 S MC 1200	4,64 13,46	2,20 4,10	2,30 3,50	 8,46	7	F O	C T	3,2	20	1,3 12,5	60 90	4,50 12	1,6 4,5	5,0	5 200	7 78
Gottwald	MK 600	24,54	4,10	4	.....	51	O	T	.....	.....	2 × 20	55	17	6,50	.....	400 à 550	158
Grove-Coles	RT 58 B RT 680 S	5,81 14,81	2,43 3,75	3,10 4,16	2,59 4,30	18,1 52	F O	C C	4,3	38,1 32	4,1 5,9	67 122	7,3 11,5	3 3	12	15 70	21,2 45,5
Liebherr	LI 1012 LGM 1320 LTL 1080	6,97 13 13,24	2,50 3,50 3,50	3,15 3,90 3,9	 7,80 3,67	19 130 60	O O O	C C	1,3 2,5	25 10 30	1,6 13 7,4	85 140 145	5,20 14 11	2 7 3	8 22	10 300 80	12 99 34
P et H	R 200 M RK 200 Omega 60 OM.E 1120	10,56 10,19 8,23 15,60	2,45 2,49 3,45 4	3,17 3,48 3,73 4	2,85 3,14 3,86 5,35	20,4 22,6 41,8 77	F O O O	C C C C	6 3,2 1,2 3	41,5 45 31,8 32	3,6 8,1 13	103 86,6 180 130	9,25 8,1 10,90 12	3,05 3 3 3,5	9,5 8 36,5	20 11,4 55 110	25 25,8 35 35,7
Pinguely	TT 216 TT 616	9,76 13,43	2,49 3,52	3,24 3,7	2,97 4,21	19,5 40	O O	C C	4,6 3,1	36 30	3,3 7	100 133	7,9 10,7	3 3	11,3 25	20 55	25 33,5
PPM	18.01 36.09 A 230 A 780	5,72 12,76 10,70 15,56	2,44 3,20 2,50 3,4	3,20 3,60 3,10 3,94	2,88 3,73 3 4,40	17,5 35,2 17,7 49,2	O O O O	T C C C	1,6 1,6	25 30 29	2,5 6,5 3 5,4	80 148 110 152	8 9,75 8,6 12	3 3 3 2,8	5 26 5,8 16,7	18 36 18 70	27 31 22 38
(1) F : fixe ; O : orientable.		(2) T : treillis ; C : caisson.															

(1) F : fixe ;
O : orientable.

(2) T : treillis ;
C : caisson.

3.11 Exploitation

Le conducteur d'une grue mobile pilote son engin depuis une cabine où ses commandes sont dans un rayon d'action raisonnable quand il est assis.

Il peut ainsi commander directement :

- la mise en route du moteur ;
- la translation, la rotation, la pose sur stabilisateurs ;
- les mouvements de chevalet, de flèche, de fléchette, de petit et grand levages.

Il contrôle, par des indicateurs en cabine :

- le moteur : pression, température, niveau d'huile ;
- la position de la flèche : indicateur d'angle ;
- la position de son crochet : intégrateur portée – hauteur ;
- les efforts de levage et le couple de basculement : par CEC (contrôleur d'état de charge).

Avec tous ces points de repère, le conducteur peut travailler en toute sécurité pour lui et les utilisateurs et exploiter au mieux les capacités de son engin.

3.12 Recommandations. Entretien

Les différents constructeurs donnent les recommandations essentielles d'utilisation de la machine et en particulier les notices d'entretien précises qui permettent de maintenir la machine en bon état de marche.

En dehors des spécifications relatives au moteur, ces consignes d'entretien portent sur :

- le graissage journalier des poulies, des axes, des galets ;
- le réglage des freins des différents jeux de fonctionnement (par exemple, tension des chaînes) ;
- le contrôle des niveaux des réducteurs et des transmissions hydrauliques (périodicité de ces contrôles et des vidanges) ;
- le contrôle et la réparation, ou le changement des organes essentiels de levage (câble, poulies, axes, crochets, structure porteuse, couronne d'orientation) et des organes de translation.

Tableau 4 – Caractéristiques des grues sur porteur (immatriculables) ($V \geq 25$ km/h)

Désignation		Type de porteur	Dimensions (sans flèche)				Masse	Puissance des moteurs		Vitesse		Flèche (1)	Sur brin simple		Charge admissible à 75 % de la charge de basculement				Longueur flèche maxi
			(m)					(ch)		(km/h)			Flèche minimale						
Marque	Type		Longueur	Largeur	Hauteur	Rayon d'encombrement		(t)	Porteur	Grue	Mini		Maxi	Force de levage maxi	Vitesse de levage maxi	Longueur	Portée mini	Sur pneu AR		Sur vérin 360°	(m)
											(t)	(m/min)	(m)	(m)	(t)	(t)	(m)		
American Cranes	5530	8 × 4	10	3,35	3,77	3,7	35,9	178	122	.....	.....	T	9	50	12,2	3,7	7	68	48,8
	9530	12 × 6	14,50	3,96	4,13	5,36	86	410	272	2,57	49,9	T	18	60	12,25	4,8	.....	200	80
American Hoist	5470	8 × 4	10,03	3,05	5,83	3,16	.....	238	.....	1,88	72,4	T	.....	.....	12,20	3,66	.....	59	49
	9530	12 × 6	14,50	3,96	4,13	5,36	.....	410	.....	2,57	49,9	T	.....	.....	12,25	4,80	.....	200	107
Bucyrus- Erié	25-XC	6 × 4	11,87	2,44	3,5	2,67	21,8	216	135	.....	95,5	T	2,8	90	9,20	3,66	.....	20,10	24
	110-T	8 × 4	11,15	4,11	3,96	4,50	61,5	210	150	1,6	48	T	9,6	48	12,20	3,66	40	88	67
Coles	12/14 T	4 × 4	8,57	2,5	3,65	2,01	18	170	.....	1,6	65	C	2	76	7,77	2,5	5,3	13	27
	LH 1000 M KIII	14 × 8	19,85	3	3,85	4,82	72	457	230	1,6	62	C	7,5	84	13,60	3	.....	119	81
Demag	HC 38	4 × 4	9,06	2,50	3,30	2,58	18,5	190	.....	4,9	70	C	3,2	48	7,3	2,6	9	12	15
	TC 4000	16 × 8	18,25	3	3,94	11,50	96	506	348	.....	62	T	15,5	70	16	18	.....	650	108
Grove- Coles	AT 528.S	4 × 4 × 4	10,75	2,50	3,66	3,15	23,3	190	.....	.....	.....	C	3,7	114	8,7	3	12,2	25	28,7
	TM 1400.E	16 × 12	17,60	3	3,99	5,25	95,2	425	201	.....	.....	C	1,3	110	13,9	3	.....	130	62,6
Liebherr	LTM 1025	4 × 4	9,30	2,75	3,25	.....	24	112	.....	.....	61	C	3,7	93	7,80	3	.....	20	19
	LTM 1025	4 × 4	9,06	2,50	3,40	2,86	22	210	.....	.....	.....	C	4,2	100	8,05	3	9	25	26
	LTM 1800	16 × 8	17,85	3	4	8,50	96	530	408	.....	.....	C	14	130	19,27	3	.....	800	60
	LG 1320	16 × 4	20,40	3	3,96	.....	80	535	305	11,5	68,6	T	13	140	21	6,50	.....	320	91
P et H	6250 TC	12 × 6	14,50	3,65	4,11	7,44	82	530	367	.....	60	T	.....	.....	21,33	5,49	.....	272	98
	Omega.S15	4 × 4	9,91	2,48	3	2,73	17,5	160	.....	.....	.....	C	4	100	8,4	2,5	12	15	24,8
	S 75	8 × 8	13,39	2,75	3,75	4,60	47,7	400	.....	.....	.....	C	7	110	11,4	3	.....	75	37
Pinguely	GC 20300	16 × 6	17,90	3	3,90	3,74	100	535	370	.....	59	T	20	65	15	5	.....	225	99
								490	370	.....	65	T	12,7	87	15	5	.....	270	107
	TLM 286X	6 × 4	9,69	2,48	2,91	2,81	24,6	185	.....	.....	.....	C	3,6	120	7,9	3	.....	28	24,4
	Intégrale 100	10 × 6	13,8	3	3,90	3,50	58	383	167	.....	.....	C	10,7	140	11	3	.....	90	39
PPM	14.07	4 × 4	6,45	2,43	3,44	2,70	16,5	160	.....	.....	60	C	3,5	142	4,8	2,5	7,4	14	17
	36.07	8 × 4	12,48	2,50	3,35	3,45	37,5	230	.....	.....	70	T	6,5	147	9,75	3	10,6	36	31
	230 ATT	4 × 4	11	2,48	3,15	.....	17,3	160	.....	.....	.....	C	3	150	8,6	3	7,3	18	22
	C 1180	10 × 6	15,30	2,98	3,95	.....	52	384	182	.....	.....	C	4,5	166	11,4	3	.....	100	40

(1) T : treillis;
C : caisson.

(1) T : treillis ;
C : caisson.

Tableau 5 – Caractéristiques des grues sur chenilles

Désignation		Dimensions (sans flèche)				Chenilles	Puis- sance moteur	Sur brin simple		Flèche minimale						Long- ueur flèche maxi	Long- ueur Jib maxi	Masse	
Marque	Type	Longueur	Largeur	Hauteur	Rayon d'encombrement			Surface de contact au sol (m ²)	Force de levage maxi (t)	Vitesse de levage maxi (m/min)	Long- ueur (m)	Portée mini (m)	Charge admissible à 75 % de la charge de basculement (en t)						
						Machine d'origine							Ringer	Sky Horse	Super Sky Horse				Guy Derrick
American Cranes	11320	11,40	7,9	5,02	6,37	23	519	27,2	83,5	21,30	5,2	410	.....	.....	.....	.....	85	27	294
American Hoist	11310	11,4	7,90	4,40	6,38	22,90	515	22,6	83	21,30	5,18	362	.....	.....	800	600	85	.....	275
Bucyrus- Erié	61.BSC.III	8,16	5,94	4,24	5,05	11,70	206	11,3	52	18,30	4,57	113,3	.....	.....	.....	.....	76,30	.....	106
Demag	CC 4000	18,25	12,02	5,40	11,50	18,28	348	15,5	70	18	6	650	.....	800	.....	.....	108	72	385
Liebherr	LR 1300	.....	9	3,80	7,8	19,68	305	18	140	14	6,5	300	.....	.....	.....	.....	91	45	150
	LR 1500	13,10	3	3,85	7,67	32,40	340	15	120	21	4,5	400	.....	.....	.....	.....	91	71	300
Manitowoc	4600	11,34	6,40	5,25	7,37	20,70	.....	.....	.....	24,40	5,48	290	540	.....	.....	.....	85	36	215
	6000	14	9,45	4,16	7,92	31,40	.....	.....	.....	24,40	5,48	500	.....	.....	.....	.....	92	36	385
	M 50 W- X-Spander	7,5	3	3,63	4,51	22,3	210	6,5	79	12,2	4	50	.....	.....	.....	.....	54,90	.....	72,4
P et H	5300 R	12,5	5,50	4,11	6,68	21,30	270	.....	.....	21,34	7,62	124	.....	.....	.....	.....	97,50	.....	220
			7,90	.....	.....	.....	365	.....	.....	21,34	7,62	180	.....	.....	.....	.....	97,50	.....	.....
	5170	9,52	6,42	3,75	5,65	14,45	257	10,7	57	18,29	4,60	150	.....	.....	.....	.....	82,3	18,20	85
Pinguely	GTL 175	8,58	5,72	3,78	4,96	13,62	260	.....	88	10,5	3,50	100	.....	.....	.....	.....	58,50	.....	43

4. Grues spéciales

4.1 Grue latérale sur tracteur à chenilles

Ces engins de manutention ont été conçus, en particulier, pour la pose des tuyaux dans une tranchée, ce qui nécessitait un engin de levage sur le côté (perpendiculaire au sens d'avancement).

Le travail étant très spécifique, la solution adoptée a été d'adapter une flèche rigide sur le côté d'un tracteur sur chenilles, équilibrée automatiquement par un contrepoids à l'opposé de celle-ci (ce contrepoids s'éloigne et s'avance en fonction de la charge et de l'éloignement de celle-ci).

4.2 Grue automotrice supportant des bandes transporteuses

C'est un engin de manutention élaboré pour le transport de matériaux (béton, agrégats, etc.) sur une distance d'environ 30 à 40 m et une hauteur de 15 à 20 m. Son débit est de 100 m³/h. Il ne nécessite pas d'infrastructure importante, comparativement au transport par pompe.

D'où l'idée de monter sur la flèche télescopique d'une grue automotrice un tapis transporteur également télescopique (ou en partie) qui s'allonge et se rétracte suivant les positions de la flèche.

Ce matériel garde en partie ses possibilités de repli et de déplacement aisé et rapide.

4.3 Grue sur barge pour travaux off-shore

Nous avons vu qu'en général les capacités des grues sont limitées aux renversements, donc par le châssis porteur. Dans le cas d'une barge ou d'un quai, la grue peut se réduire à sa plus simple expression :

- une flèche ;
- un contrepoids ;
- un mécanisme.

Nous voyons donc apparaître, à poste fixe, des systèmes similaires au principe du *Ringer* avec des mécanismes indépendants, ce qui permet évidemment d'augmenter considérablement les possibilités.

4.4 Autres grues

4.4.1 Levage lourd

En général, ce sont des systèmes moins sophistiqués (pour des emplois spécifiques) et qui se réduisent à :

- un mécanisme de levage et relevage de flèche ;
- une flèche et parfois un mât ;
- un haubanage (style derrick).

■ Exemples : mât derrick, bigue, etc.

4.4.2 Matériels utilisés en grue

Ce sont :

- les pelles hydrauliques ;
- les grues hydrauliques dépliables, télescopiques de 3 à 6 t de capacité, montables sur petit porteur (camion, tracteur, etc.).

4.5 Réglementations. Épreuves

Toutes ces grues ou dérivées sont assujetties aux mêmes réglementations et épreuves que pour les grues dites normales.

À partir du moment où l'on fait du levage, même avec utilisation d'une astuce personnelle, on est lié aux mêmes règlements.

5. Avenir des grues dans la construction

5.1 Technologie

Les technologies avancées tant dans le domaine des énergies, des transmissions, des télécommandes que dans celui des ordinateurs permettent actuellement de scinder la grue en sous-ensembles simples :

- support ;
- mécanisme ;
- mâture et flèche ;
- cabine et pupitre de commande ;
- élément de rotation (couronne ou autre) ;
- contrepoids et lests.

À cela s'intègrent :

- les transmissions ;
- les éléments de contrôle ;
- l'ordinateur pour saisir les données et les informations.

Tout cela, nous l'avons vu précédemment, peut se grouper et se lier de différentes manières pour obtenir la solution au problème de levage posé.

Actuellement, nous sommes encore limités par la résistance des matériaux connus à ce jour.

5.2 Avenir

Nous garderons les mêmes définitions (hauteur, portée, charge).

Nous pourrions y ajouter d'autres fonctions : bétonnage par mât ou tapis, etc.

Sécurité : les contraintes seront de plus en plus strictes en fonction de l'avance technologique [télécommande à distance, pose d'une charge sans aucune visibilité à un endroit précis (fonds marin)].

Coût d'exploitation et de montage réduit au maximum.

Recherche de l'efficacité maximale des engins.

Recherche de nouvelles techniques ou procédés en fonction de composants plus performants :

- matériaux de construction (aciers, alliages d'aluminium, matières plastiques ou dérivés) ;
- câbles (aciers, textiles, fibres, etc.) ;
- hydrauliques ;
- électroniques.

Il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine, surtout chercher à appliquer les techniques de base nouvelles.