
**Appareil de levage à charge
suspendue — Principes de calcul
des charges et des combinaisons de
charges —**

**Partie 3:
Grues à tour**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Cranes — Design principles for loads and load combinations —
Part 3: Tower cranes*

ISO 8686-3:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/153254b0-d4fb-4651-9890-8170671a700e/iso-8686-3-2018>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/153254b0-d4fb-4651-9890-8170671a700e/iso-8686-3-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et termes abrégés	2
5 Généralités	2
6 Charges	2
6.1 Généralités.....	2
6.2 Charges et valeurs des facteurs dynamiques ϕ_i	2
6.3 Charges dues au vent hors service.....	5
6.3.1 Généralités.....	5
6.3.2 Charges dues au vent arrière hors service.....	6
6.3.3 Charges dues au vent de face hors service.....	7
6.3.4 Charges dues au vent latéral hors service.....	7
6.4 Charges dues au montage, au démontage et au transport.....	8
6.5 Charges sur les moyens d'accès.....	9
7 Combinaisons de charges	11
7.1 Généralités.....	11
7.2 Masses favorables et défavorables.....	11
7.3 Facteurs partiels de sécurité des masses de la grue.....	14
7.4 Applications à haut risque.....	15
7.5 Combinaisons de charges pour la vérification de la résistance.....	15
7.6 Combinaisons de charges pour la vérification en fatigue.....	19
7.7 Combinaisons de charges pour la vérification de la stabilité.....	19
7.8 Résistance à la dérive due au vent (grues roulantes).....	21
8 Charges sur la structure porteuse de la grue	22
8.1 Généralités.....	22
8.2 Combinaisons de charges.....	22
Annexe A (normative) Annexe A Charges et combinaisons de charges pour les systèmes de télescopage	23
Bibliographie	25

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 96, *Appareils de levage à charge suspendue*, sous-comité SC 7, *Grues à tour*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 8686-3:1998) et l'ISO 12485:1998, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- intégration et règles d'application de l'ISO 8686-1;
- intégration de règles particulières concernant le calcul des charges dues au vent dans les conditions hors service;
- intégration des règles relatives au calcul de la stabilité de corps rigide;
- intégration des règles relatives au calcul de charges sur la structure porteuse de la grue;
- intégration des règles pour le calcul des systèmes de télescopage;
- intégration des règles pour le calcul des grues à tour automotrices.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 8686 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Appareil de levage à charge suspendue — Principes de calcul des charges et des combinaisons de charges —

Partie 3: Grues à tour

1 Domaine d'application

Le présent document établit l'application de l'ISO 8686-1 pour les grues à tour de chantier telles que définies dans l'ISO 4306-3, et donne des exigences et des valeurs spécifiques pour les facteurs à utiliser dans le calcul de structures.

Les grues à tour de chantier sont exclusivement équipées d'un crochet comme accessoire de levage.

Pour les grues à tour destinées à être utilisées à d'autres fins et/ou équipées d'un autre accessoire de levage, d'autres valeurs peuvent être utilisées selon les spécifications d'utilisation de la grue à tour.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document à titre d'exigences. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 4302, *Appareils de levage à charge suspendue — Évaluation des charges dues au vent*
ISO 8686-3:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/15525480-d41b-4651-9890-

ISO 4306-3, *Appareils de levage à charge suspendue — Vocabulaire — Partie 3: Grues à tour*
8170671a700e/iso-8686-3-2018

ISO 4310, *Appareils de levage à charge suspendue — Code et méthodes d'essai*

ISO 8686-1:2012, *Appareils de levage à charge suspendue — Principes de calcul des charges et des combinaisons de charge — Partie 1: Généralités*

ISO 12488-1:2012, *Appareils de levage à charge suspendue — Tolérances des galets et des voies de translation et de direction — Partie 1: Généralités*

ISO 20332:2016, *Appareils de levage à charge suspendue — Vérification d'aptitude des charpentes en acier*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 4306-3 et dans l'ISO 8686-1 s'appliquent.

ISO et IEC conservent les bases de données terminologiques pour la normalisation. Ces bases de données sont disponibles aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/>

3.1

moment d'équilibrage

moment pour lequel l'équilibre des éléments soulevés de la grue est atteint, avant le début de l'opération de télescopage

3.2

moment de déviation

amplitude par laquelle le moment d'équilibrage peut dévier pendant une séquence de télescopage

4 Symboles et termes abrégés

Les symboles figurant dans l'ISO 8686-1 et l'ISO 4302 doivent être appliqués.

5 Généralités

La vérification par calcul - vérification de la résistance et vérification de la stabilité - doit être réalisée selon les normes ISO 8686-1 et ISO 20332, ainsi que selon les spécifications données ci-après.

Des principes généraux de calcul sont présentés dans l'ISO 8686-1:2012, Article 5. En raison de propriétés générales et de la conception usuelle des grues à tour, tous les calculs doivent être basés sur l'hypothèse d'un système déformé dans un état d'équilibre (théorie du second ordre). Les déformations structurelles peuvent être ignorées uniquement si elles entraînent une augmentation non significative de l'effet de charge.

Plusieurs des hypothèses suivantes présupposent des conditions limites spécifiques, qui doivent être respectées ou contrôlées par l'utilisateur. Il est donc nécessaire que ces conditions de limites soient décrites ainsi que les mesures nécessaires dans la notice d'utilisation de la grue.

6 Charges

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.1 Généralités

Les charges de conception doivent prendre en compte les effets les plus défavorables étant à prévoir au cours de la durée de vie de la grue, en fonctionnement et en période hors service, ainsi que pendant le montage, le démontage et le transport. Les charges en service doivent refléter des conditions de fonctionnement défavorables, mais réalistes, ainsi que les séquences d'actions par l'opérateur.

Les charges, les combinaisons de charges, ainsi que les paramètres utilisés dans le présent document sont considérés comme déterministes.

Ces charges doivent être définies et classées en tant que charges régulières (pour les combinaisons de charges A), charges occasionnelles (pour les combinaisons de charges B) et charges exceptionnelles (pour les combinaisons de charges C), conformément à l'ISO 8686-1:2012, Article 6.

6.2 Charges et valeurs des facteurs dynamiques ϕ_i

Le [Tableau 1](#) donne des charges qui sont généralement appropriées pour des grues à tour, et fournit des lignes directrices en ce qui concerne des facteurs dynamiques appropriés.

En variante, d'autres valeurs de facteurs dynamiques peuvent être utilisées lorsqu'elles sont déterminées par une analyse théorique reconnue ou par un essai pratique.

Lorsqu'une grue à tour est conçue pour un usage particulier et/ou avec des spécifications spécifiques, des charges supplémentaires et des valeurs appropriées de facteurs dynamiques doivent être prises en compte et définies conformément à l'ISO 8686-1:2012, Article 6.

Tableau 1 — Charges et valeurs guide de facteurs dynamiques ϕ_i pour les grues à tour

Nu- méro i de ligne	Charges	Fac- teurs dyn. ϕ_i	Définitions et valeurs guide de facteurs dynamiques ϕ_i et détermination des charges
Charges régulières			
1	Effets de levage et de pesanteur agissant sur la masse de la grue	ϕ_1	ϕ_1 doit être pris en compte selon l'ISO 8686-1. La valeur a définie pour les grues à tour est: $a = 0,05$
2	Effets d'inertie et de pesanteur dus au levage d'une charge libre au sol	ϕ_2	ϕ_2 doit être pris en compte selon l'ISO 8686-1. La classe de levage HC1 est définie pour les grues à tour. Pour les combinaisons de charges A1 et B1: $\phi_{2,max} = 1,3$ Pour la combinaison de charges C1: ϕ_2 sans limitation En raison de la nature des grues à tour, seuls les mécanismes de levage HD1 et HD4 doivent être utilisés. Il n'est pas permis d'utiliser les classes HD2, HD3 et HD5.
3	Effets d'inertie et de pesanteur par relâchement soudain d'une partie de la charge de levage	ϕ_3	Non applicable à une grue à tour de chantier.
4	Charges dues à une translation sur une surface irrégulière	ϕ_4	Les tolérances des rails pour une grue à tour sur voie de roulement doivent être spécifiées selon l'ISO 12488-1:2012 – Classe 2. En respectant cette condition, cette action de charge n'a pas besoin d'être prise en compte. Dans le cas d'une condition différente, l'action de charge doit être prise en compte conformément à l'ISO 8686-1:2012.
5	Charges dues à l'accélération des mécanismes d'entraînement	ϕ_5	ϕ_5 doit être pris en compte selon l'ISO 8686-1. Pour les grues à tour, les valeurs usuelles du coefficient dynamique ϕ_5 sont: <input type="checkbox"/> $\phi_5 = 1,0$ pour les forces centrifuges; <input type="checkbox"/> $\phi_5 = 1,5$ pour les forces d'entraînement pour tous les mécanismes d'entraînement habituels des grues à tour (sans jeu ou lorsque le jeu existant n'affecte pas les forces dynamiques et avec une variation sans à coup des forces)
6	Charges induites par déplacements (ou par rotations)	-	Les tolérances de montage pour la structure porteuse d'une grue à tour doivent satisfaire aux exigences énoncées au 7.6, point (i). Selon cette condition, cette action de charge n'a pas besoin d'être prise en compte. En cas de condition différente, l'action de charge doit être prise en compte selon ISO 8686-1.
Charges occasionnelles			
7	Charges dues au vent de service	-	La pression minimale due au vent de service devant être prise en compte est $q_{(3)} = 250$ Pa (vitesse du vent $v_{(3)} = 20$ m/s). Lorsqu'un tableau de charges particulier est fourni en plus pour la grue à tour, la pression minimale due au vent de service devant être prise en compte pour ce tableau de charges particulier est $q_{(3)} = 125$ Pa (vitesse du vent $v_{(3)} = 14,1$ m/s).
8	Charges dues à la neige et à la glace		Ces charges doivent être prises en compte uniquement sur demande spéciale émise par un client.

Tableau 1 (suite)

Nu- méro i de ligne	Charges	Fac- teurs dyn. ϕ_i	Définitions et valeurs guide de facteurs dynamiques ϕ_i et détermination des charges
Charges régulières			
9	Charges dues à une variation de température	-	Non applicables pour les grues à tour.
10	Charges dues à la marche en crabe		Les forces dues à la marche en crabe sont négligeables et n'ont pas besoin d'être prises en compte lorsque le rapport de l'empattement divisé par la portée de la voie de roulement est supérieur ou égal à 1. En cas de conditions différentes, l'action de charge doit être considérée selon l'ISO 8686-1.
Charges exceptionnelles			
11	Charges dues au levage d'une charge au sol à une vitesse de levage maximale	ϕ_2	Se reporter à la ligne 2 du Tableau 1 .
12	Charges dues au vent hors service	-	Se reporter au 6.3 .
13	Charges d'essai	ϕ_6	La valeur des charges d'essai doit être conforme à l'ISO 4310. La pression minimale du vent à prendre en compte pour les charges d'essai est $q_{(3)} = 40$ Pa (vitesse du vent $v_{(3)} = 8$ m/s).
14	Charges dues aux forces de tamponnement	ϕ_7	Une vérification de la capacité d'absorption d'énergie des tampons ainsi que l'effet des forces de tamponnement sur la structure de la grue à tour peuvent être négligés, à condition que la vitesse de translation de la grue n'exécède pas 40 m/min et qu'à minima 2 fins de course soient installées dans chaque direction de déplacement en plus des butées de tamponnement. En cas de conditions différentes, l'action de charge doit être considérée selon l'ISO 8686-1.
15	Charges dues aux forces de basculement	-	Non applicables aux grues à tour.
16	Charges dues à une perte accidentelle de la charge de levage	ϕ_9	Conformément à l'ISO 8686-1. Pour les grues à tour, ce cas de charge fait référence à la rupture du câble de levage ou à la chute accidentelle de la charge de levage. $\phi_9 = -0,3$ doit être utilisé pour la vérification de la résistance et pour la vérification de la stabilité de corps rigide. Alternativement, cette charge peut être évaluée par un calcul basé sur une analyse de modèle dynamique ou par expérimentation.
17	Charges dues à une interruption d'urgence		Cette charge peut être évaluée par calcul avec une analyse de modèle dynamique ou par expérimentation.
18	Charges dues à une défaillance anticipée de mécanisme ou de composants	-	Cette charge peut être évaluée par calcul avec une analyse de modèle dynamique ou par expérimentation.
19	Charges dues à l'excitation externe des assises de la grue	-	A prendre en compte uniquement sur demande particulière d'un tiers.
20	Charges dues au montage, au démontage et au transport		Se reporter au 6.4 .
21	Charges exercées sur les dispositifs d'accès		Se reporter au 6.5 .

6.3 Charges dues au vent hors service

6.3.1 Généralités

Les charges dues au vent hors service doivent être prises en compte conformément à l'ISO 8686-1 et à l'ISO 4302.

Les grues à tour sont typiquement conçues pour se mettre en girouette en état hors service et de ce fait, pour montrer un bon comportement vis-à-vis de la mise en girouette.

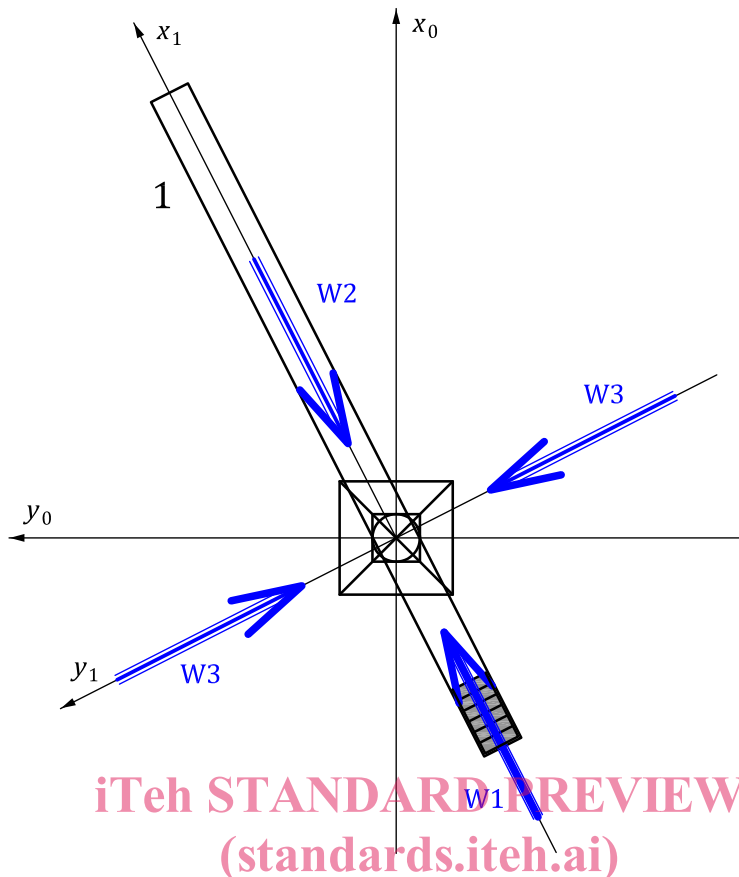
Néanmoins, afin de couvrir un retard de mise en girouette dans la direction dominante du vent ou, plus généralement, pour prendre en compte des chantiers particulièrement turbulents, des cas de charge de sécurité supplémentaires doivent être pris en compte à l'état hors service. Ces cas de charges empiriques supplémentaires sont considérés principalement comme une extension de la vérification de la stabilité de corps rigide. Cependant, afin de ne pas créer une lacune dans la vérification d'aptitude, au moins le châssis de base et le mât de la grue doivent être vérifiés au moyen d'une vérification de la résistance pour ces actions de charge.

Par conséquent, les charges dues au vent hors service pour les grues à tour sont réparties en trois hypothèses différentes de charges dues au vent, en fonction de la direction du vent agissant sur la grue (voir [Figure 1](#)), avec la condition d'une partie supérieure tournant librement. Ces charges sont converties en trois combinaisons de charge: C2.1, C2.2 et C2.3 conformément aux [Tableaux 4](#) et [5](#).

La vérification de la stabilité et la vérification de la résistance doivent être effectuées avec les combinaisons de charges suivantes:

- C.2.1: grue dans les conditions hors service, en considérant le vent arrière hors service,
- C.2.2: grue dans les conditions hors service, en considérant le vent de face hors service et
- C.2.3: grue dans les conditions hors service, en considérant le vent latéral hors service.

ITeH STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 ISO 8686-3:2018
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/153254b0-d4fb-4651-9890-8170671a700e/iso-8686-3-2018>



Légende

- (x_0, y_0) système de coordonnées défini dans un plan horizontal au niveau du sol, lié à la partie fixe de la grue, x_0 étant défini par convention comme étant parallèle à l'axe d'inclinaison le plus défavorable (indice 0)
- (x_1, y_1) système de coordonnées défini dans un plan horizontal au niveau de la couronne d'orientation, lié à la partie tournante de la grue, x_1 étant défini par convention comme étant parallèle à l'axe de la flèche de la grue (indice 1)
- 1 direction de la flèche
- W1 vent arrière
- W2 vent de face
- W3 vent latéral

Figure 1 — Figure illustrant les directions de vent “vent arrière”, “vent de face” et “vent latéral”

Si la grue à tour n'est pas mise en girouette lorsqu'elle est hors service, la charge due "au vent arrière" selon 6.3.2 doit être appliquée selon toutes les directions. Dans ce cas, les charges supplémentaires dues au vent indiquées en 6.3.3 et en 6.3.4 peuvent être ignorées.

Pour la grue qui possède des moyens innés pour être facilement soustraite à l'exposition aux vents de tempête (par exemple, une grue à tour automotrice), les charges dues au vent peuvent ne pas être prises en compte ou être réduites, le cas échéant.

6.3.2 Charges dues au vent arrière hors service

Les charges dues au vent arrière hors service sont supposées agir sur un élément de la grue à tour ou sur la charge de levage restant suspendue à la grue et elles sont calculées à l'aide de la Formule (1):

$$F = K_s * q(z) * C_f * A \tag{1}$$

où

F est la charge due au vent telle que définie dans l'ISO 4302:2016, 6.2;

K_S est le facteur structurel pour lequel, en raison des dimensions et de la charpente des grues à tour, le facteur structurel K_S tient compte de l'effet sur les actions dues au vent de l'apparition non simultanée de pics de pression du vent sur la surface, de sorte que:

K_S est fixé à 0,95 pour les grues à tour;

K_S ne peut être utilisé que pour la combinaison de charges C2.1.

$q(z)$ est la pression du vent telle que définie dans l'ISO 4302:2016, 6.2;

C_r est le coefficient aérodynamique tel que défini dans l'ISO 4302:2016, 6.2;

A est la surface caractéristique telle que définie dans l'ISO 4302:2016, 6.2.

La vitesse du vent de référence et la période de récurrence doivent être conformes aux spécifications minimales suivantes:

- vitesse du vent de référence $v_{\text{réf}} = 28 \text{ m/s}$;
- période de récurrence $R = 25 \text{ ans}$.

Des vitesses du vent de référence et des périodes de récurrence plus élevées doivent être appliquées si les conditions de vent locales et la durée d'exposition l'exigent.

Pour des applications ou des conditions de chantier spécifiques (grues spéciales telles que grues très hautes, grues arrimées à un bâtiment, chantier avec effets dus au vent spéciaux, etc.), il est possible d'utiliser des paramètres différents de ceux énumérés ci-dessus, basés sur des méthodes d'évaluation plus précises de la vitesse du vent.

ISO 8686-3:2018

6.3.3 Charges dues au vent de face hors service

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/153254b0-d4fb-4651-9890-8170671a700e/iso-8686-3-2018>

L'action de charge due au vent en cas de vent de face hors-service tel que décrit en [6.3.1](#) doit être prise en compte selon la [Formule \(2\)](#):

$$F = q_{(3)} * C_f * A \quad (2)$$

où

F est la charge calculée due au vent;

$q_{(3)}$ est une pression uniforme du vent empiriquement fixée à 710 Pa ; Cette pression du vent doit être appliquée de façon constante sur toute la hauteur de la grue ;

$C_f * A$ est la surface aérodynamique effective ($C_f * A$) pour un flux de vent venant de face. Simplifiée, la surface au vent effective pour vent arrière, telle que calculée en [6.3.2](#), peut également être utilisée pour cette action de charge.

6.3.4 Charges dues au vent latéral hors service

L'action de charge due au vent en cas de vent latéral hors-service tel que décrit en [6.3.1](#) doit être prise en compte selon la [Formule \(3\)](#):

$$F = q * C_f * A \quad (3)$$

où

F est la charge calculée due au vent;

$q(3)$ est une pression uniforme du vent empiriquement fixée à 425 Pa. Cette pression du vent doit être appliquée de façon constante sur toute la hauteur de la grue;

$C_f * A$ est la surface aérodynamique effective ($C_f * A$) pour un flux de vent attaquant latéralement la partie supérieure tournante, perpendiculairement à l'axe de la flèche, calculée selon l'ISO 4302:2016, 6.2.

6.4 Charges dues au montage, au démontage et au transport

Les charges dues au montage, au démontage et au transport doivent être prises en compte conformément à l'ISO 8686-1:2012, 6.4.1. Pour des grues à tour, ces charges sont classées en tant que charges exceptionnelles (combinaison de charges de type C) comme condition de base.

Dans les cas où la fréquence d'exposition est occasionnelle ou régulière, les facteurs partiels de sécurité correspondants doivent être pris en compte pour ces cas de charge de conception et de stabilité.

Durant le montage, le démontage et le transport de grues à tour, différents types de charges doivent être pris en compte:

— Forces de pesanteur; Les forces de pesanteur doivent être calculées à partir de l'amplification dynamique du [Tableau 1](#), ligne 1, le cas échéant.

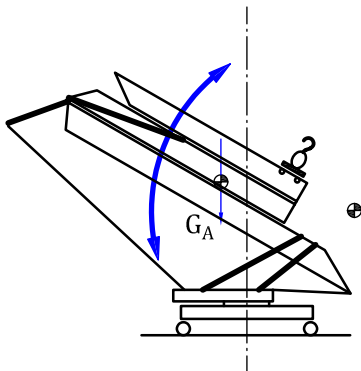
— Forces massiques dues à l'impact d'une charge de levage

En cas de levage d'une charge libre au sol, la masse de la charge de levage doit être multipliée par le coefficient ϕ_2 conformément au [Tableau 1](#), ligne 2, le cas échéant. Les caractéristiques du mécanisme de levage doivent être prises en compte.

— Forces massiques dues aux accélérations des mécanismes d'entraînement

Pour les charges induites dans une grue par les accélérations ou les décélérations provoquées par un mécanisme d'entraînement, le coefficient ϕ_5 conformément au [Tableau 1](#), ligne de charge 5, doit être pris en compte, le cas échéant. L'effet de charge de ces forces massiques ne doit pas être inférieur à 10 % de la force de pesanteur dans la direction du déplacement réel.

Pour une grue à tour à montage automatisé, les conditions de chargement pendant tout le processus de déploiement/repliement doivent être prises en compte (voir [Figure 2](#)).



Légende

G_A masse d'un élément de la grue générant des forces massiques dues à des accélérations ou décélérations du mécanisme de montage

Figure 2 — Forces massiques dues à des accélérations des mécanismes d'entraînement