

---

---

**Appareils de levage à charge  
suspendue — Évaluation des charges  
dus au vent**

*Cranes — Wind load assessment*

**iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)**

[ISO 4302:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016>



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 4302:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 Objet et domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Pression du vent</b> .....	<b>2</b>
<b>5 Vent de service</b> .....	<b>3</b>
5.1 Généralités.....	3
5.2 Action du vent de service sur la charge suspendue.....	3
5.3 Calcul des charges dues au vent.....	4
5.4 Coefficients de forme pour les éléments individuels, cadres, etc. ....	4
5.5 Facteurs de protection — Cadres ou éléments multiples.....	5
5.6 Charges dues au vent sur des éléments individuels (Inclinés par rapport à la direction du vent).....	7
<b>6 Vent hors service</b> .....	<b>8</b>
6.1 Généralités.....	8
6.2 Charges dues au vent hors service.....	8
6.3 Pression statique équivalente du vent hors service.....	9
6.4 Charges dues au vent sur des éléments individuels (Inclinés par rapport à la direction du vent).....	10
6.5 Cartes des vents de tempête.....	10
<b>Annexe A (informative) Vitesses de référence du vent de tempête</b> .....	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>22</b>

ISO 4302:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée 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](http://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.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de 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](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html)

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 96, *Appareils de levage à charge suspendue*, sous-comité SC 10, *Conception, principes et exigences*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4302:1981), qui fait l'objet d'une révision technique. Tous les articles ont été révisés techniquement afin d'être alignés avec l'ISO 20332, en combinaison avec l'ISO 8686-1, et l'Annexe informative A «Cartes des vents» a été ajoutée.

# Appareils de levage à charge suspendue — Évaluation des charges dues au vent

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie l'évaluation des charges dues au vent agissant sur les appareils de levage à charge suspendue.

Elle établit des méthodes générales pour calculer les charges dues au vent (en conditions en service et hors service) qui sont intégrées dans les combinaisons de charges telles que définies dans l'ISO 8686-1 et utilisées pour les vérifications d'aptitude telles que définies dans l'ISO 20332 pour les éléments de charpente des appareils de levage à charge suspendue.

Elle fournit une méthode simplifiée de calcul et suppose:

- que le vent peut souffler horizontalement dans n'importe quelle direction,
- que le vent souffle à une vitesse constante,
- qu'il y a une réaction statique à la charge due au vent appliquée à la charpente de l'appareil de levage.

La présente norme intègre des marges tenant compte des effets de rafale (fluctuation de la vitesse du vent) et de la réponse dynamique.

La présente norme donne des lignes directrices sur le moment où il faut sécuriser l'appareil de levage dans les conditions hors-service.

[ISO 4302:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016>

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 8686-1:2012, *Appareils de levage à charge suspendue — Principes de calcul des charges et des combinaisons de charge — Partie 1: Généralités*

## 3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent. Les principaux symboles utilisés sont donnés au [Tableau 1](#).

### 3.1

#### vent en service

vent maximal que l'appareil de levage est conçu pour supporter, en conditions de service

### 3.2

#### vent hors service

vent (de tempête) maximal soufflant dans la direction la plus défavorable que l'appareil de levage est conçu pour supporter en condition hors service

Tableau 1 — Principaux symboles

Symbole	Description
$A$	Surface caractéristique
$A_H$	Surface de la charge suspendue soumise au vent
$C_f, C_H$	Coefficients de forme
$D$	Diamètre d'une section circulaire
$F$	Charge due au vent
$f_{rec}$	Facteur d'intervalle de récurrence
$K$	Coefficient de trainée du terrain
$F_H$	Charge due au vent sur la charge brute (de levage)
$g$	Accélération due à la pesanteur
$m_H$	Charge brute ou charge de levage en kilogrammes
$p$	Pression du vent de service
$q(z)$	Pression statique équivalente du vent hors service à une hauteur $z$
$R$	Intervalle de récurrence
$v_g$	Amplitude d'une rafale de 3 secondes
$v_s$	Vitesse du vent, utilisée comme base du calcul
$v_s^*$	Composante de la vitesse du vent agissant perpendiculairement à l'axe longitudinal d'un élément à une hauteur $z$
$v_m(z)$	Vitesse du vent de tempête moyennée sur une période de 10 minutes à une hauteur $z$ , en mètres par seconde
$v_{ref}$	Vitesse de référence du vent de tempête
$z$	Hauteur au-dessus du niveau du sol environnant, en mètres
$\phi_\theta$	Facteur de réaction aux rafales
$\theta$	Angle de la direction du vent par rapport à l'axe ou à la face longitudinal(e) ( $\theta < 90^\circ$ )
$\eta$	Facteur de protection
$\eta_w$	Facteur pour la charge de levage restante, en condition hors-service
$\rho$	Densité de l'air

#### 4 Pression du vent

La pression du vent,  $p$ , est donnée par la formule

$$p = 0,5 \times \rho \times v_s^2 \quad (1)$$

où

$\rho$  est la densité de l'air qui est supposée constante pour le calcul,  $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ ;

$v_s$  est la vitesse du vent, utilisée comme base de calcul.

Selon le Système International d'Unités (SI), lorsque  $p$  est exprimée en  $\text{N/m}^2$  et  $v_s$  en mètres par seconde (m/s), l'équation suivante s'applique:

$$p = 0,613 \times v_s^2 \quad (2)$$

## 5 Vent de service

### 5.1 Généralités

Le chargement dû au vent doit être appliqué dans la direction la moins favorable, en combinaison avec les charges d'exploitation appropriées telles que définies dans l'ISO 8686-1:2012, combinaisons de charges B et C.

Les vitesses de vent de service de calcul et les pressions correspondantes doivent être soit choisies selon le [Tableau 2](#) ou spécifiées selon la configuration de l'appareil de levage, l'application et les conditions de vent. La vitesse de vent de service de calcul doit être documentée dans le manuel d'utilisation de l'appareil de levage à charge suspendue.

**Tableau 2 — Vitesses  $v_s$  et pressions  $p$  du vent de service de calcul**

Type d'appareil de levage ou d'application	Vitesse du vent de calcul $v_s$ m/s	Pression du vent de calcul $p$ N/m <sup>2</sup>
Appareils de levage aisément sécurisés contre l'action du vent et conçus pour utilisation en cas de vents légers exclusivement (par exemple, appareils avec faible hauteur de châssis et dont la flèche peut aisément être abaissée jusqu'au sol)	14	125
Tous les types courants d'appareils de levage installés à l'extérieur	20	250
Appareils de levage pour des applications de processus devant continuer de fonctionner même en cas de vents violents	28,5	500

La vitesse du vent doit être mesurée au point le plus élevé de l'appareil de levage à charge suspendue. La vitesse du vent en service de calcul dans le [Tableau 2](#) est basée sur l'hypothèse que l'appareil de levage peut être totalement sécurisé dans une configuration hors-service avant que la vitesse du vent de calcul ne soit dépassée. Comme les moyens de cette sécurisation varient selon le type de grue et la configuration, le temps alloué (par exemple, dispositifs de verrouillage sur des emplacements spéciaux du chemin de roulement, pinces d'ancrage automatiques ou à actionnement manuel) devra prendre cela en compte par un niveau inférieur de vitesse du vent choisi pour commencer la sécurisation. Les vitesses du vent pour l'utilisation de différentes configurations de grue et pour le démarrage de la sécurisation doivent être spécifiées.

### 5.2 Action du vent de service sur la charge suspendue

Pour tous les appareils de levage, l'action du vent sur la charge doit être prise en considération et la méthode utilisée à cette fin doit être clairement décrite. Cette condition peut être remplie par l'utilisation de la charge due au vent agissant sur des paramètres de la charge tels que la dimension et la forme. La charge due au vent agissant sur la charge levée est calculée au minimum comme suit:

$$F_H = c_H \times A_H \times p \quad (3)$$

où

$F_H$  est la force exercée par le vent sur la charge suspendue *dans la direction du vent*;

$c_H$  est le coefficient de forme la charge suspendue;

$p$  est pression du vent sur la charge de levage;

$A_H$  est la surface de la charge de levage soumise au vent

En l'absence d'informations détaillées sur la charge, il convient de supposer  $c_H = 2,4$  et  $A_H = 0,0005 \times m_H$ , où  $A_H$  est exprimée en mètres carrés ( $m^2$ ) et  $m_H$  est la masse de la charge brute en kilogrammes (kg).

De plus, les effets des actions du vent sur la charge levée peuvent être limités par:

- une réduction de la charge utile, basée sur la vitesse du vent, sur la surface de la charge et sur le coefficient de forme,
- une limitation de la vitesse du vent de service pour les charges excédant une valeur de surface spécifiée.

### 5.3 Calcul des charges dues au vent

Pour des charpentes d'appareil de levage ou pour des éléments individuels utilisés dans les charpentes des appareils, la charge due au vent dans la direction du vent,  $F$ , est donnée par la formule:

$$F = A \times p \times C_f \quad (4)$$

où

$F$  est la charge due au vent agissant perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'élément (voir 5.6);

$A$  est la surface caractéristique, c'est-à-dire la projection de la surface solide d'un élément sur un plan perpendiculaire à la direction du vent;

$p$  est la pression du vent correspondant à la condition de calcul appropriée;

$C_f$  est le coefficient de forme pour l'élément considéré, en référence à la direction du vent et à la surface caractéristique (voir 5.4). Des valeurs peuvent être soit choisies dans le [Tableau 3](#), soit déduites de méthodes expérimentales ou théoriques reconnues (par exemple, soufflerie ou essais en vrai grandeur), ou d'autres sources reconnues.

La charge totale due au vent sur la charpente est considérée comme égale à la somme des charges sur ses éléments constitutifs.

### 5.4 Coefficients de forme pour les éléments individuels, cadres, etc.

Les coefficients de forme  $C_f$  pour des éléments individuels, des treillis simples et des cabines de mécanismes, etc., dépendent de leur élancement aérodynamique et, dans le cas de grandes sections en caisson, dépendent du rapport de section. L'élancement aérodynamique et le rapport de section sont définis [Figure 1](#).

Lorsqu'un cadre est constitué de sections plates et de sections circulaires, ou de sections circulaires soumises à deux régimes d'écoulement ( $D \times v_s < 6 \text{ m}^2/\text{s}$  et  $D \times v_s > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ , où  $D$  est le diamètre de la section circulaire, en mètres, et  $v_s$  la vitesse du vent de calcul, en mètres par seconde), les coefficients de forme appropriés sont appliqués aux surfaces frontales correspondantes.

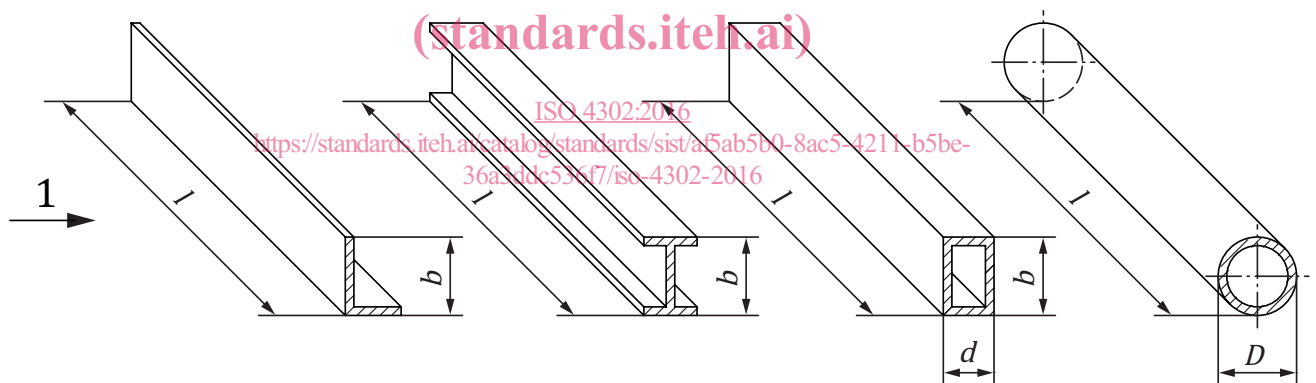


Tableau 3 — Coefficients de forme  $C_f$  en fonction de l'élanement aérodynamique

Type	Description	Elancement aérodynamique $l/b$ ou $l/D$ (voir Figure 1)						
		5	10	20	30	40	50	
Éléments individuels	Profilés laminés, sections rectangulaires, profilés creux, tôles plates	1,3	1,35	1,6	1,65	1,7	1,9	
	Sections circulaires où $D \times v_s < 6 \text{ m}^2/\text{s}$	0,75	0,80	0,90	0,95	1,0	1,1	
	Sections circulaires où $D \times v_s \geq 6 \text{ m}^2/\text{s}$	0,60	0,65	0,70	0,70	0,75	0,8	
	Sections en caisson carrées de plus de 350 mm de côté et rectangulaires de plus de 250 mm $\times$ 450 mm	$b/d$						
		$\geq 2$	1,55	1,75	1,95	2,1	2,2	
		1	1,40	1,55	1,75	1,85	1,9	
0,5		1,0	1,2	1,3	1,35	1,4		
	0,25	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0		
Treillis simples	Sections plates	1,7						
	Sections circulaires où $D \times v_s < 6 \text{ m}^2/\text{s}$	1,2						
	Sections circulaires où $D \times v_s \geq 6 \text{ m}^2/\text{s}$	0,8						
Cabines de mécanismes, etc.	Structures revêtues rectangulaires sur sol ou sur base solide (circulation d'air empêchée sous la structure)	1,1						

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)



$$\text{Elancement aérodynamique} = \frac{\text{longueur de l'élément}}{\text{largeur de section face au vent}} = \frac{l}{b} \text{ ou } \frac{l}{D}$$

$$\text{Rapport de section (sections en caisson)} = \frac{\text{largeur de section face au vent}}{\text{profondeur de section parallèle au vent}} = \frac{b}{d}$$

**Légende**

1 direction du vent

Figure 1 — Elancement aérodynamique et rapport de section

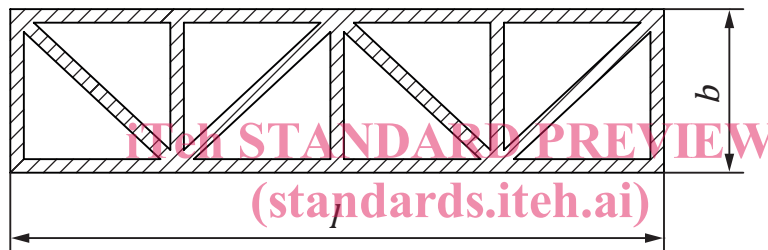
**5.5 Facteurs de protection — Cadres ou éléments multiples**

Lorsque des cadres ou des éléments parallèles sont placés de sorte qu'un écran se produit, la charge due au vent sur le premier cadre ou élément exposé au vent et sur les parties non protégées de ceux placés derrière est calculée avec les coefficients de forme appropriés. Les coefficients de forme des

parties protégées sont multipliés par un facteur de protection  $\eta$  donné dans le [Tableau 4](#). Les valeurs de  $\eta$  varient suivant les rapports de solidité (plénitude) et d'espacement tels que définis à la [Figure 2](#).

**Tableau 4 — Facteurs de protection ( $\eta$ )**

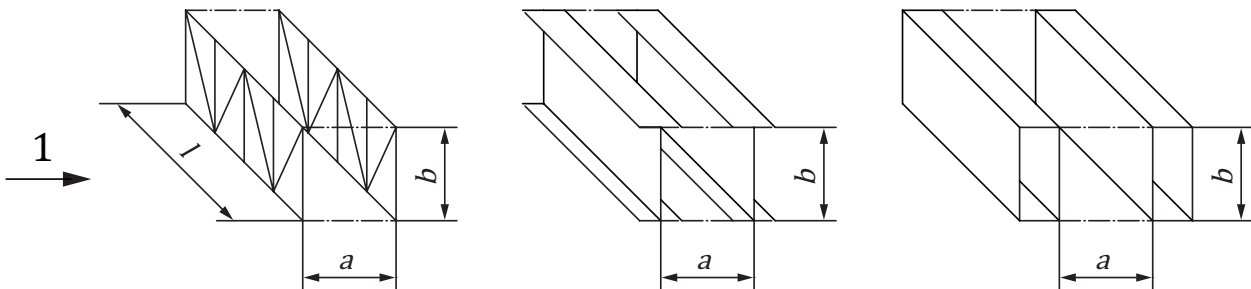
Rapport d'espacement $a/b$	Rapport de solidité (voir <a href="#">Figure 2</a> ) $A/A_e$					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\geq 0,6$
0,5	0,75	0,4	0,32	0,21	0,15	0,1
1,0	0,92	0,75	0,59	0,43	0,25	0,1
2,0	0,95	0,8	0,63	0,5	0,33	0,2
4,0	1	0,88	0,76	0,66	0,55	0,45
5,0	1	0,95	0,88	0,81	0,75	0,68
6,0	1	1	1	1	1	1



ISO 4302:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af5ab5b0-8ac5-4211-b5be-36a3ddc536f7/iso-4302-2016>

**a) Rapport de solidité (plénitude)**



**b) Rapport d'espacement**

$$\text{Rapport de solidité } \frac{A}{A_e} = \frac{\text{surface des parties solides (hachurées)}}{\text{surface fermée}} = \frac{\sum A_{\text{éléments}}}{b \times l}$$

$$\text{Rapport d'espacement} = \frac{\text{distance entre faces opposées}}{\text{largeur de l'élément face au vent}} = \frac{a}{b}$$

**Légende**

1 direction du vent

**Figure 2 — Rapports de solidité et d'espacement**

Lorsqu'il y a plusieurs cadres ou éléments identiques, équidistants l'un derrière l'autre, de sorte que chaque cadre protège ceux se trouvant derrière lui, il est accepté que l'effet de protection augmente jusqu'au neuvième cadre et reste ensuite constant. Les charges dues au vent sont calculées à l'aide des [Formules \(5\)](#) et [\(6\)](#).

Sur les huit premiers cadres:

$$F_n = \frac{1 - \eta^n}{1 - \eta} \times A \times p \times C_f \quad (5)$$

où

$F_n$  est la charge due au vent sur le  $n^{\text{ième}}$  cadre

$\eta$  est le facteur de protection

$A$  est la surface caractéristique, c'est-à-dire la projection de la surface solide d'un élément sur un plan perpendiculaire à la direction du vent;

$p$  est la pression du vent correspondant à la condition de calcul appropriée;

$C_f$  est le coefficient de forme pour l'élément considéré, en référence à la direction du vent et à la surface caractéristique (voir [5.4](#)). Des valeurs peuvent être soit choisies dans le [Tableau 3](#), soit déduites de méthodes expérimentales ou théoriques reconnues (par exemple, soufflerie ou essais en vrai grandeur), ou d'autres sources reconnues.

Sur le neuvième cadre et les suivants:

$$F_{(n \geq 9)} = \left[ \frac{1 - \eta^9}{1 - \eta} + (n - 9) \times \eta^8 \right] \times A \times p \times C_f \quad (6)$$

Pour le calcul, le terme  $\eta^x$  employé dans les [Formules \(5\)](#) et [\(6\)](#) doit être posé égal à 0,10 chaque fois qu'il est numériquement inférieur à 0,10.

## 5.6 Charges dues au vent sur des éléments individuels (Inclinés par rapport à la direction du vent)

Lorsque le vent souffle suivant un angle par rapport à l'axe longitudinal d'un élément ou par rapport à sa surface, la charge due au vent agissant perpendiculairement à l'axe ou à la surface longitudinal(e) est obtenue en utilisant la composante  $v_s^*$  de la vitesse du vent, calculée par

$$v_s^* = v_s \times \sin \theta \quad (7)$$

où

$v_s^*$  est la composante de la vitesse du vent agissant perpendiculairement à l'axe ou à la surface longitudinale;

$v_s$  est la vitesse du vent, utilisée comme base du calcul;

$\theta$  est l'angle du vent par rapport à l'axe ou à la surface longitudinal(e) ( $\theta < 90^\circ$ ).