Critères de calcul des surcharges dues au vent pour les systèmes de bâtiments en acier

DOCUMENT D'OBJET
REFERENCE HISTORIQUE

Bulletin No. 10
Janvier, 1985

ICTAB

INSTITUT CANADIEN DE
LA TÔLE D'ACIER
POUR LE BÂTIMENT

PRÉFACE

Le présent bulletin d'information est destiné à servir de guide aux concepteurs, dessinateurs et utilisateurs de systèmes de bâtiments en acier ainsi que d'outil de référence pour les responsables du Code du bâtiment et pour toute autre personne concernée.

On y souligne les pressions (externes et internes) causées par le vent pour lesquelles un système de bâtiment en acier devrait être conçu. Ces pressions respectent les exigences des éditions 1980 et 1985 du Code national du bâtiment du Canada.

Nous avons pris soin de nous assurer que l'information contenue dans le présent bulletin soit une interprétation acceptable des exigences du Code. Toutefois, l'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs ou négligences dans l'utilisation du présent bulletin lors de la préparation des offres, soumissions, devis ou plans.

DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. APPLICATION	1
2. SURCHARGES NON-PONDÉRÉES MINIMALES DUES AU VENT	1
3. DÉTERMINATION DES PRESSIONS CAUSÉES PAR LE VENT	
3.1 Généralités	1
3.2 Conversion des vitesses du vent en pressions causées par le vent	2
3.3 Facteur d'exposition, C_e	2
3.4 Facteur de l'effet des rafales, C_g	3
3.5 Coefficients de pression, C_p et C_{pi}	3
3.6 Détermination des pressions internes pour les catégories de bâtiments	3
4. FLÈCHE DU BÂTIMENT SOUS L'EFFET DES SURCHARGES DUES AU VENT	5
5. EXPLICATION DES TABLEAUX 1 À 6	5
6. TABLEAUX	
Nº 1 Revêtement du toit	6
Nº 2 Pannes	7
Nº 3 Revêtement des murs	8
Nº 4 Lisses et poteaux d'extrémités de murs	9
Nº 5 Charpentes rigides perpendiculaires aux murs de côtés	10
Nº 6 Contreventement longitudinal	11
7. EXEMPLE	12
8. RÉFÉRENCES	15

RETRAIT DE LA RÉFÉRENCE HISTORIQUE

CRITÈRES DE CALCUL DES SURCHARGES DUES AU VENT POUR LES SYSTÈMES DE BÂTIMENTS EN ACIER

1. APPLICATION

Les critères de calcul décrits dans le présent bulletin sont directement applicables aux bâtiments de faible hauteur dont le rapport hauteur, largeur (H/L) n'excède pas 0,5 et pour lesquels la hauteur de référence H' ne dépasse pas 10 m. En l'absence d'informations plus précises, les mêmes critères peuvent être appliqués dans le cas des bâtiments dont H/L ne dépasse pas 1,0 et dont la hauteur de référence n'excède pas 20 m. Pour les bâtiments dépassant les limites décrites ci-dessus, on doit se référer à la figure B-10 au Chapitre 4 du Supplément au Code national du bâtiment du Canada.

2. SURCHARGES NON-PONDÉRÉES MINIMALES DUES AU VENT

A moins que des règlements de construction en vigueur ou que l'autorité en matière de calcul des surcharges en stipulent autrement, les fabricants de systèmes de bâtiments en acier membres de l'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment utilisent les critères suivants dans le calcul des surcharges minimales dues au vent.

(a) Pour toutes les catégories d'occupation et dimensions de bâtiments couvertes aux parties 4 ou 9 du Code national du bâtiment du Canada, on applique les exigences de la sous-section 4.1.8 "Surcharges dues au vent".

(b) Les pressions horaires servant de référence de même que les coefficients et facteurs de pression du vent utilisées avec (a) ci-dessus sont les valeurs décrites dans le Supplément au CNB, Chapitres 1 et 4. La "procédure simple" telle qu'applicable pour les bâtiments de faible et moyenne hauteur est utilisée pour déterminer les facteurs "exposition" et "effet des rafales".

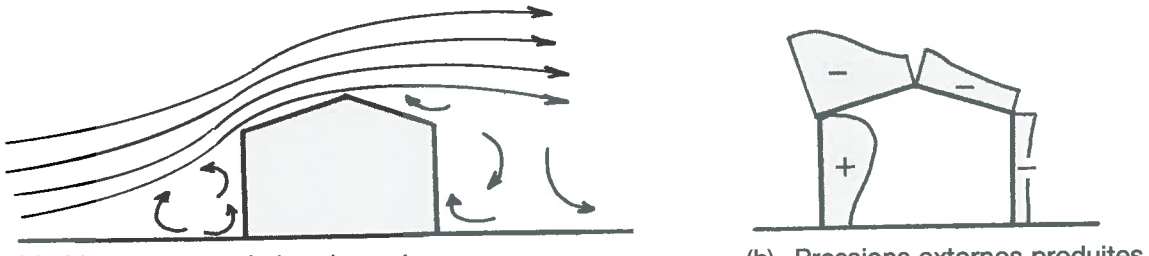
3. DÉTERMINATION DES PRESSIONS CAUSÉES PAR LE VENT

3.1 **Généralités:** L'amplitude des pressions causées par le vent et exercées sur un bâtiment dépend surtout de la vitesse du vent, de la densité de l'air ainsi que de l'interaction entre le déplacement de l'air et le bâtiment lui-même. La figure 1 illustre une forme typique de bâtiment et les lignes de circulation du vent qui l'entourent. Les pressions sont exercées sur toutes les surfaces autant extérieures qu'intérieures. Ces pressions sont inégales, varient énormément et peuvent être beaucoup plus élevées que la moyenne en certains endroits précis du bâtiment. Dans le cas des bâtiments dont le toit est plat ou en pente légère, le mur exposé au vent est la seule surface où s'exerce une pression externe positive; toutes les autres surfaces subissent une pression externe négative. La pression interne résultant du vent peut être soit positive soit négative, dépendant de l'emplacement et des dimensions des ouvertures dans l'enceinte du bâtiment.

"P" etant la pression externe et "P_i" la pression interne, la pression nette du vent sur l'enceinte d'un bâtiment est la différence entre les deux (c.-à-d. P-P_i) étant donné que P et P_i sont tenus pour agir simultanément. La figure 2 illustre les 4 cas possibles d'interaction des pressions internes et externes.

La pression nette ou résultante se constate par rapport à la surface extérieure. Dans le présent bulletin, une pression sera considérée comme étant positive lorsque dirigée contre une surface et négative lorsque refluant d'une surface.

RÉFÉRENCE DÉSUET HISTORIQUE



(a) Lignes de circulation du vent

(b) Pressions externes produites par le vent

Figure 1: **Lignes de circulation du vent et pressions externes résultantes sur un bâtiment de forme simple**

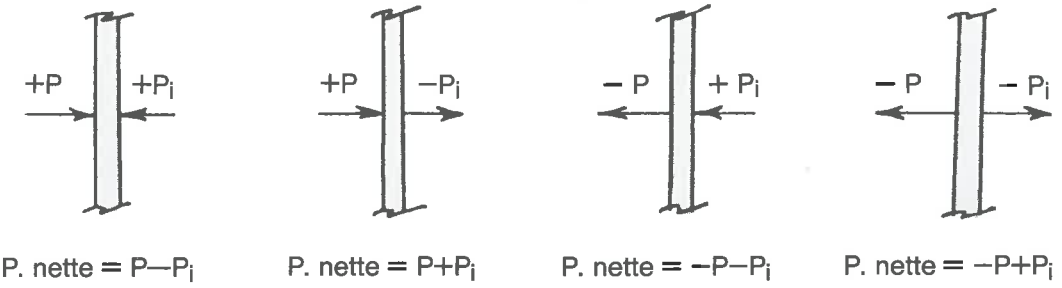


Figure 2: **Pressions nettes**

On peut calculer la pression externe, P, en utilisant l'équation

$P = q\ C_e\ C_p\ C_g$,

et la pression interne, P_i, en utilisant l'équation

(a) $P_i = q\ C_e\ C_{pi}$, ou

(b) $P_i = q\ C_e\ C_{pi}\ C_g$

Signification des symboles

P = la pression externe calculée, agissant de façon statique sur la surface dans une direction normale. Cette pression peut être dirigée contre la surface (pression positive) ou peut refluer de la surface (pression négative).

P_i = la pression interne calculée, agissant de façon statique sur la surface dans une direction normale. Cette pression peut être dirigée contre la surface (pression positive) ou peut refluer de la surface (pression négative).

q = la pression de référence spécifiée selon l'emplacement géographique et dont le niveau de probabilité de réapparition se situe à tous les 10, 30 ou 100 ans tel que décrit au Chapitre 1 du Supplément au CNB pour des emplacements précis au Canada.

NOTE:
On utilise q(1/10) dans le dimensionnement du revêtement et dans les calculs de la flèche et de la vibration des éléments de charpente. On utilise q(1/30) dans les calculs concernant la résistance des éléments de charpente (par ex. les pannes lisses et charpentes) et q(1/100) dans les calculs concernant la résistance des éléments de charpente pour les bâtiments construits peu après un désastre.

C_e = le facteur d'exposition (Voir 3.3)

C_g = le facteur de l'effet des rafales (Voir 3.4)

C_p = le coefficient de pression externe (moyenne par rapport à la grandeur de la surface considérée, Voir 3.5)

C_{pi} = le coefficent de pression interne (Voir 3.5)

3.2 **Conversion des vitesses du vent en pressions causées par le vent:** Etant donné que le vent est de l'air en mouvement, la pression qu'il exerce est reliée à son énergie cinétique (une fonction de la vitesse du vent) et est exprimée comme suit:

$$q = 1/2\ \rho V^2$$

où:

q = la pression due à la vitesse lorsque toute l'énergie cinétique est transformée en pression; et est égale à la pression de référence selon le Supplément au CNB (en kN/m^2 ou kPa)

ρ = la densité de l'air (1,2929 kg/m^3)

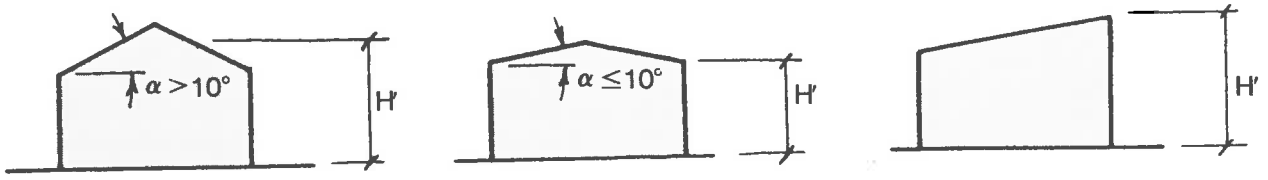
V = la vitesse du vent (m/s)

3.3 **Facteur d'exposition, C_e:** Le facteur d'exposition exprime l'augmentation de la vitesse du vent en fonction de la hauteur et les effets des variations sur l'espace environnant. Pour des bâtiments de faible hauteur en terrain dégagé, on calcule C_e à partir de la "loi de la puissance 1/5":

$$C_e = (H'/10)^{0,2}$$

H' étant la hauteur de référence en mètres, mesurée du niveau du sol à mi-hauteur de l'avant-toit, ou de l'arête pour les toits à pignon dont la pente est de 10 degrés ou moins; ou mesurée du niveau du sol jusqu'à l'avant-toit du côté du mur le plus élevé pour les toits à pente simple. La valeur minimum est de 6 m. (Voir figure 3 pour les exemples).

RÉFÉRENCE DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE



Lorsque H′ ≤ 6 m, utiliser H′ = 6 m.

Figure 3: **Hauteur de référence**

A la place des calculs basés sur la "loi de la puissance 1/5" ci-dessus, le Code national du bâtiment permet l'utilisation d'un tableau des valeurs, décrit à la figure 4.

La valeur de C_e calculée selon la hauteur de référence H′ (décrit précédemment) détermine le facteur d'exposition servant à calculer la pression *externe*, P. Pour calculer la pression *interne*, P_i, le facteur d'exposition utilisé est aussi déterminé par la "loi de la puissance 1/5" ou est établi par le tableau des valeurs; cependant la valeur de la hauteur de référence utilisée n'est que la moitié H′/2. Toutefois, pour les bâtiments d'une hauteur d'au plus 20 m, il est courant, sauf dans les cas où des calculs plus précis sont nécessaires, d'utiliser un facteur d'exposition de valeur 1,0 pour calculer à la fois les pressions externes et internes.

3.4 **Facteur de l'effet des rafales, C_g:** Le vent souffle rarement à une vitesse constante (impliquant une pression constante), mais plutôt par rafales ce qui cause par intermittence des pressions plus élevées. Les rafales peuvent affecter non seulement les pressions externes mais aussi, dépendant de la dimension et de l'emplacement des ouvertures dans l'enceinte du bâtiment, les pressions internes. Il est admis que le facteur de l'effet des rafales est égal à 2,0 pour le bâtiment dans son ensemble et pour les principaux éléments de charpente, à 2,5 pour les petits éléments et pour le revêtement et de 1,0 à 2,0 dans le calcul des pressions internes sur tous les éléments.

$$C_e = \left(\frac{H'}{10}\right)^{0.2} \geq 0.90$$

H′ (m)	C_e
0 < H′ ≤ 6	0.9
6 < H′ ≤ 12	1.0
12 < H′ ≤ 20	1.1

Figure 4: **Facteurs d'exposition**

3.5 **Coefficients de pression, C_p et C_{pi}:** Les coefficients de pression C_p et C_{pi} sont les rapports non-dimensionnels des pressions causées par le vent sur la surface (interne ou externe) d'un bâtiment sur la pression (de référence) causée par le vent, à une hauteur de référence. Le vent qui souffle par dessus et autour d'un bâtiment va créer des surfaces de pression localisée qui peut être sensiblement plus élevée ou plus basse que la pression de référence, surtout dans les coins des murs et sur les avant-toits. On utilise le coefficient de pression externe C_p pour modifier la pression de référence de façon à déterminer les différences de pression en des endroits précis. Malgré le fait que les pressions internes varient également et sont liées aux fluctuations de la pression externe, on considère que C_{pi} est constant partout à l'intérieur d'un bâtiment.

3.6 **Détermination des pressions internes pour les catégories de bâtiments:** La pression interne causée par le vent ($qC_eC_{pi}C_g$) dépend des dimensions et de l'emplacement des ouvertures dans l'enceinte du bâtiment. La figure 5 illustre le principe de base des pressions internes causées par le vent. Pour les besoins des calculs, on considère qu'une ouverture est "grande" lorsque la superficie qu'elle occupe dépasse la surface totale estimée des fuites d'air de la totalité du bâtiment, incluant le toit. Une "grande"

RÉFÉRENCE HISTORIQUE DÉSUET

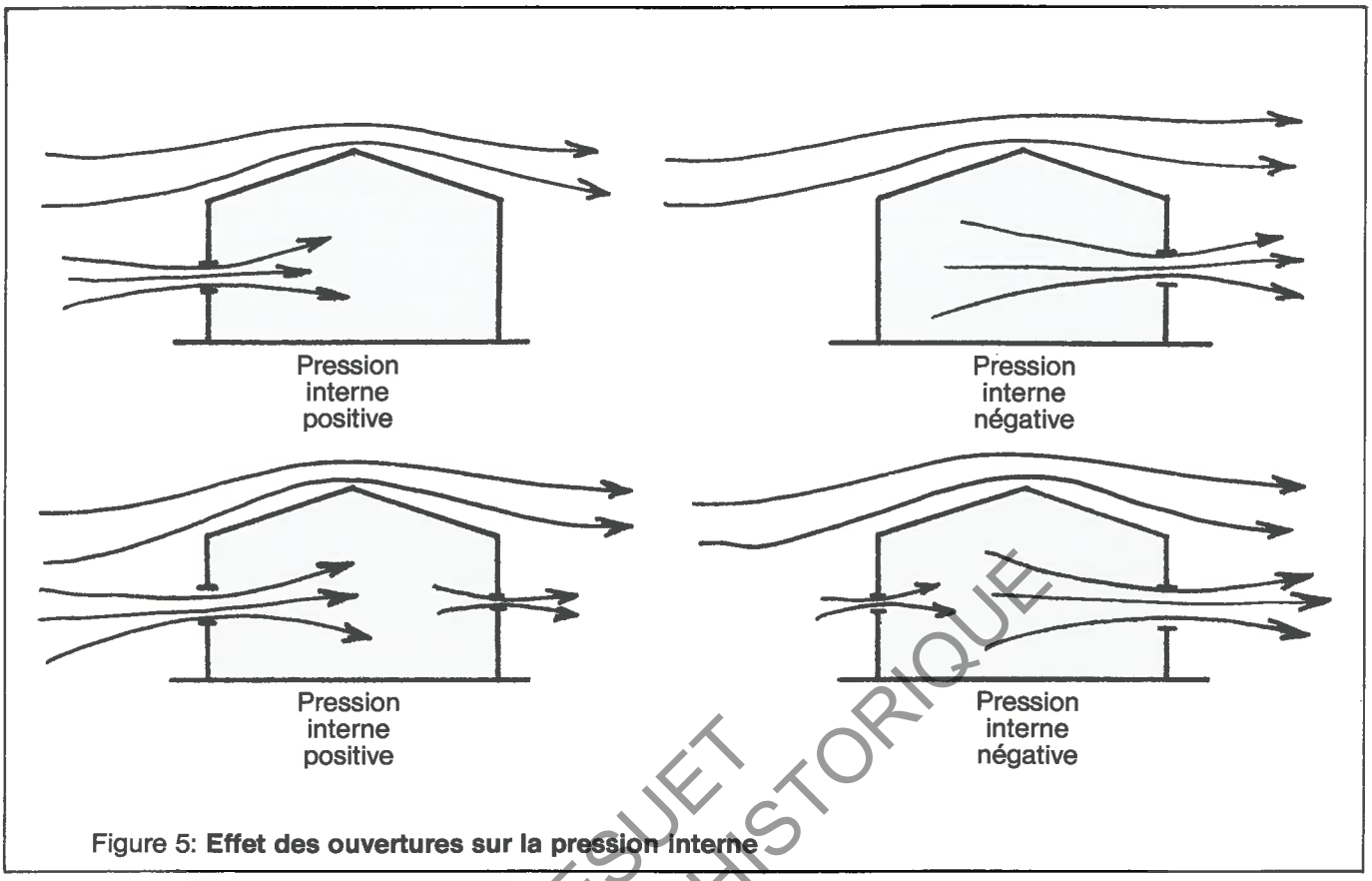


Figure 5: **Effet des ouvertures sur la pression interne**

RÉFÉRENCE HISTORIQUE DESUET

ouverture peut être intentionnelle, mais aussi peut être le résultat d'un défaut dans la fabrication d'un élément (porte ou fenêtre) pour résister de façon appropriée aux pressions du vent déterminées. *Si une porte ou une fenêtre est fabriquée de façon à résister aux surcharges dues au vent prévues et qu'il n'est pas nécessaire de l'ouvrir durant les périodes de grands vents, on considérera que la superficie de l'ouverture est égale à la surface des fuites d'air autour de l'assemblage de la porte ou de la fenêtre.* Pour les bâtiments-types dont la surface de fuite d'air est égale à 0,1% de la superficie totale du bâtiment, on considère qu'une ouverture est grande lorsqu'elle occupe plus de 1% de la surface du mur.

On peut classer les bâtiments en 3 catégories:

Catégorie 1: Bâtiments comprenant de "grandes" ouvertures pour lesquelles un facteur de l'effet des rafales est requis. Normalement, le C_{pi} utilisé devrait être de ±0,7 mais dans la plupart des cas un C_g de 2,0 peut suffire. C'est le cas par exemple des bâtiments ayant un côté ouvert, de ceux possédant des portes d'expéditions, des ventilateurs etc. qui ne peuvent être fermés durant les périodes de grands vents.

Catégorie 2: Bâtiments n'ayant pas de "grandes" ouvertures mais de petites ouvertures inégalement réparties pour lesquelles on doit considérer toute la valeur du C_{pi} (± 0,7) mais sans le facteur de l'effet des rafales. Par exemple, c'est le cas des bâtiments qui, en principe bien isolés, connaissent des débalancements importants causés par les fuites d'air autour des portes, fenêtres ou autres petites ouvertures.

Catégorie 3: Bâtiments sans "grandes" ouvertures mais ayant de petites ouvertures uniformément réparties. Dans ces cas on considère que le C_{pi} sera de −0,3, sauf lorsque cela allège une charge externe; le C_{pi} devrait alors être égal à 0. Le facteur de l'effet des rafales n'est pas nécessaire dans ce cas. Les bâtiments compris dans cette catégorie sont en principe isolés et ventilés mécaniquement et comprennent également les entrepôts sans fenêtres ayant des systèmes de portes à l'épreuve des tempêtes.

NOTES:

1. *Il revient aux personnes responsables de la conception du bâtiment de spécifier la catégorie de bâtiment appropriée de façon à déterminer les pressions internes. Dans le cas contraire le fabricant du SBA n'a d'autre choix que de prendre lui-même une décision basée sur les informations disponibles.*
2. *Les portes et fenêtres d'un SBA fournies par un membre de l'ICTAB sont conçues selon les mêmes critères que l'ensemble du SBA.*

4. FLÈCHE DU BÂTIMENT SOUS L'EFFET DES SURCHARGES DUES AU VENT

Auparavant, la flèche horizontale d'un SBA était considérée comme étant la flèche d'un seul élément de charpente supportant sa partie de surcharge (due au vent) agissant de façon statique sur le bâtiment. Cependant, la répartition d'une surcharge, l'effet du diaphragme, le contreventement et d'autres facteurs contribuent de façon significative à la rigidité effective d'un SBA une fois construit. C'est pourquoi la flèche réelle causée par le vent ne représente souvent qu'une fraction de la flèche théorique d'un seul élément de charpente. Si la rigidité du bâtiment est d'une importance particulière par rapport à l'occupation prévue, le fabricant de SBA devrait être consulté.

5. EXPLICATION DES TABLEAUX 1 À 6

Les tableaux 1 à 6 du présent bulletin décrivent la combinaison des coefficients de pression C_pC_g et $C_{pi}C_g$ pour les principaux éléments de charpente d'un SBA. Pour parvenir aux pressions internes et externes spécifiées, les coefficients C_p, C_{pi} et C_g doivent être considérés en même temps que le facteur d'exposition C_e (décrit précédemment) et que la pression de référence q (Chap. 1 du Supplément au CNB). Des tolérances pour les charges partielles étant inclues, de plus amples calculs ne sont donc pas nécessaires.

Dans les tableaux, Z = 10% de la plus petite des dimensions horizontales ou 40% de la hauteur à l'avant-toit; on choisit la plus petite des deux valeurs. De plus, $Z \geq 1$ m et $Z \geq 4\%$ de la plus petite des dimensions horizontales.

Le coefficient total $C_pC_g + C_{pi}C_g$ (c.-à-d. les pressions positives ou négatives) est constaté par rapport à la surface extérieure. Dans les tableaux, le nombre entre parenthèses que l'on trouve après $C_{pi}C_g$ (c.-à-d. (1), (2) et (3)) nous indique la catégorie de bâtiment pour laquelle s'applique le coefficient $C_{pi}C_g$. Pour les types de bâtiments non couverts dans les tableaux, se référer au Chapitre 4 du Supplément au CNB.

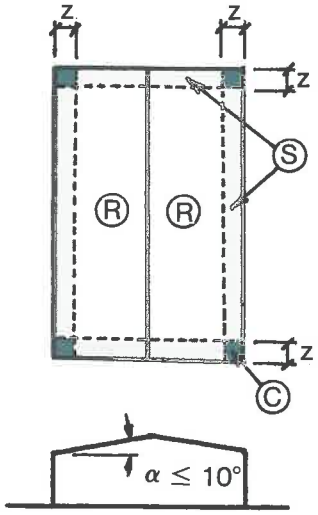
Les coefficients que l'on trouve dans les tableaux s'appliquent à des échantillons déterminés d'une surface (par ex. pas plus de 1 m² pour le revêtement, pas moins de 10 m² pour les pannes et équivalent à 10 m² pour les lisses). De plus, ces chiffres s'appliquent toujours dans le cas d'échantillons plus grands.

Pour plus de facilité on considère que le facteur d'exposition C_e est le même à la fois pour le calcul des pressions externes que pour celui des pressions internes. Si le concepteur en décide autrement les coefficients "$C_pC_g + C_{pi}C_g$" que l'on trouve dans les tableaux devront être révisés et devenir "$C_eC_pC_g + C_{ei}C_{pi}C_g$".

DESUET
REFERENCE HISTORIQUE

TABLEAU 1: REVÊTEMENT DU TOIT

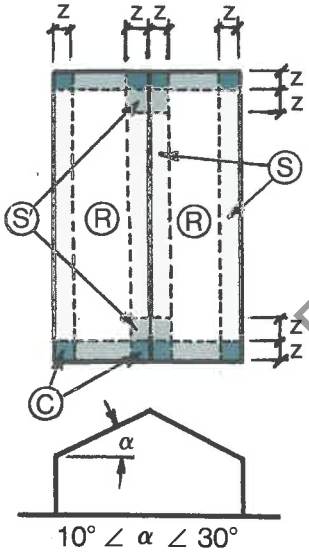
(1A) Toits dont la pente est de 10° ou moins



		R	S	C	
C_pC_g		−1.8	−2.5	−4.4	enveloppe intérieure et extérieure non-mixte
$C_{pi}C_g$	(1)	±1.4	±1.4	±1.4	
$C_{pi}C_g$	(2)	±0.7	±0.7	±0.7	
$C_{pi}C_g$	(3)	−0.3	−0.3	−0.3	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	−3.2	−3.9	−5.8	enveloppe simple ou enveloppe mixte intérieure plus extérieure
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	−2.5	−3.2	−5.1	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	−1.8	−2.5	−4.4	

↑ Catégorie de bâtiment

(1B) Toits dont la pente excède 10° sans dépasser 30°



		R	S	C	S'	
C_pC_g		−1.6	−2.0	−4.1	−3.1	enveloppe intérieure et extérieure non-mixte
$C_{pi}C_g$	(1)	±1.4	±1.4	±1.4	±1.4	
$C_{pi}C_g$	(2)	±0.7	±0.7	±0.7	±0.7	
$C_{pi}C_g$	(3)	−0.3	−0.3	−0.3	−0.3	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	−3.0	−3.4	−5.5	−4.5	enveloppe simple ou enveloppe mixte intérieure plus extérieure
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	−2.3	−2.7	−4.8	−3.8	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	−1.6	−2.0	−4.1	−3.1	

↑ Catégorie de bâtiment

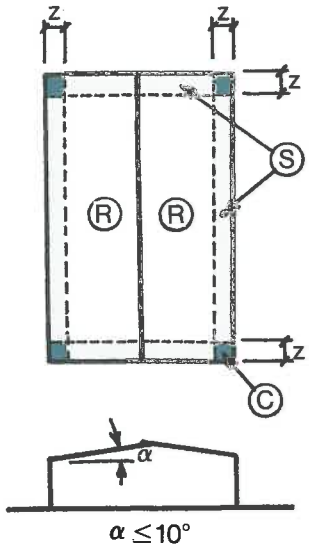
DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

Notes:

- Les coefficients s'appliquent à un échantillon de surface ≤ 1 m² et continuent de s'appliquer dans le cas de surfaces plus grandes.
- Voir la fig. B-8 du Supplément au CNB pour les très grandes surfaces.
- Choisir q en tenant compte d'une probabilité de réapparition à tous les 10 ans.
- Voir la Section 5 pour la définition de Z.
- Les coefficients s'appliquent pour toutes les directions du vent.

TABLEAU 2: PANNES

(2A) Pentes de toits ne dépassant pas 10°

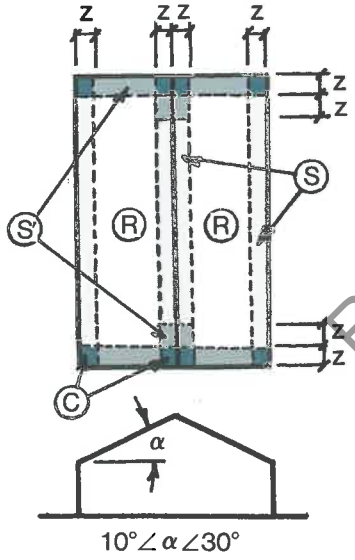


$\alpha \leq 10°$

		R	S	C
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	−2.9	−3.4	−3.4
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	−2.2	−2.7	−2.7
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	−1.5	−2.0	−2.0

↑ Catégorie de bâtiment

(2B) Pentes de toits qui excèdent 10° sans dépasser 30°



$10° < \alpha < 30°$

		R	S	C	S'
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	−2.9	−3.0	−4.0	−4.0
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	−2.2	−2.3	−3.3	−3.3
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	−1.5	−1.6	−2.6	−2.6

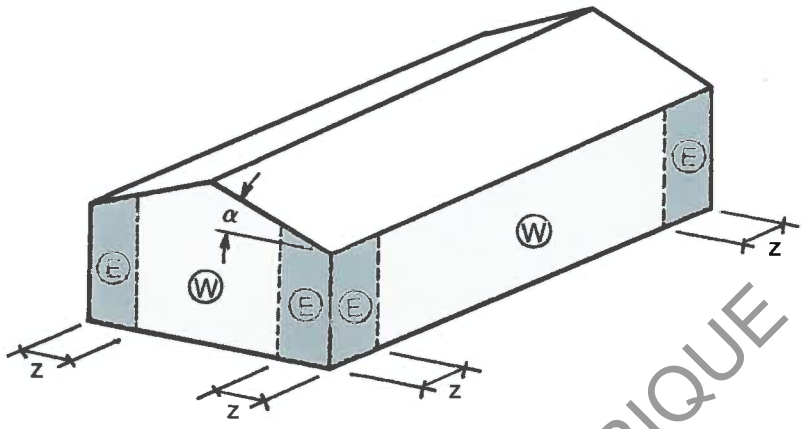
↑ Catégorie de bâtiment

DESUET
REFERENCE HISTORIQUE

Notes:

- Les coefficients sont basés sur un échantillon de surface ≥ 10 m².
- Dans le cas de surfaces plus petites, voir la fig. B-9 du Supplément au CNB.
- Choisir q en tenant compte d'une probabilité de réapparition à tous les 30 ans.
- Voir la Section 5 pour la définition de Z.
- Les coefficients s'appliquent pour toutes les directions du vent.

TABLEAU 3: REVÊTEMENT DES MURS



DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

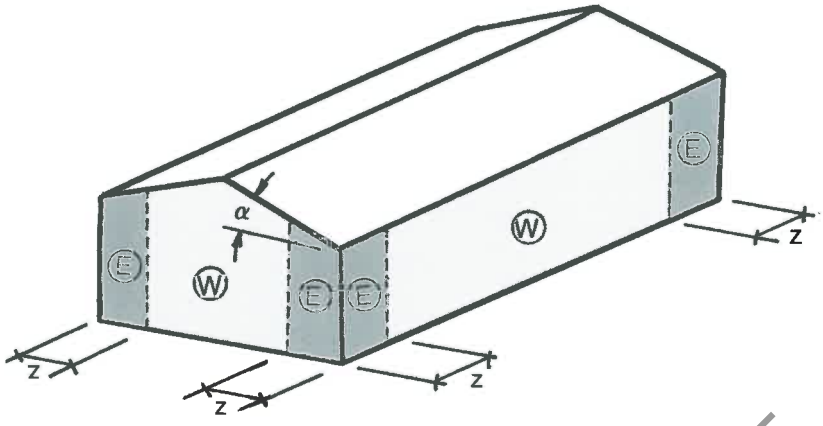
		W		E		
C_pC_g		+1.8	−1.8	+1.8	−2.1	enveloppe intérieure et extérieure non-mixte
$C_{pi}C_g$	(1)	−1.4	+1.4	−1.4	+1.4	
$C_{pi}C_g$	(2)	−0.7	+0.7	−0.7	+0.7	
$C_{pi}C_g$	(3)	−0.3	+0.0	−0.3	+0.0	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	+3.2	−3.2	+3.2	−3.5	enveloppe simple ou enveloppe mixte intérieure plus extérieure
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	+2.5	−2.5	+2.5	−2.8	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	+2.1	−1.8	+2.1	−2.1	

↑ Catégorie de bâtiment

Notes:

- Les coefficients sont basés sur des échantillons ≤ 1 m² et s'appliquent toujours dans le cas de surfaces plus grandes.
- Dans le cas de très grandes surfaces, voir la fig. B-7 du Supplément au CNB.
- Choisir q en tenant compte d'une probabilité de réapparition à tous les 10 ans.
- Le tableau s'applique pour toutes les pentes de toit.
- Les coefficients s'appliquent pour toutes les directions du vent.
- Voir la Section 5 pour la définition de Z.

TABLEAU 4: LISSES ET POTEAUX D'EXTRÉMITÉS DE MURS



(4A) Lisses

		W		E	
C_pC_g		+1.5	−1.6	+1.5	−1.7
$C_{pi}C_g$	(1)	−1.4	+1.4	−1.4	+1.4
$C_{pi}C_g$	(2)	−0.7	+0.7	−0.7	+0.7
$C_{pi}C_g$	(3)	−0.3	+0.0	−0.3	+0.0
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	+2.9	−3.0	+2.9	−3.1
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	+2.2	−2.3	+2.2	−2.4
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	+1.8	−1.6	+1.8	−1.7

↑ Catégorie de bâtiment

(4B) Poteaux d'extrémités de murs

		W		E	
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(1)	+2.2	−2.0	+2.6	−2.2
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(2)	+1.5	−1.3	+1.9	−1.5
$C_pC_g+C_{pi}C_g$	(3)	+1.1	−0.6	+1.5	−0.8

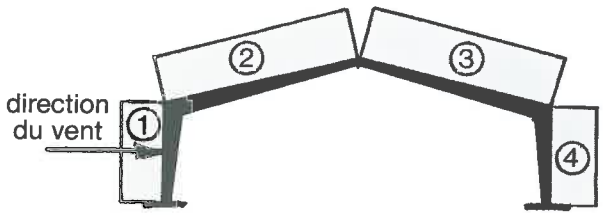
↑ Catégorie de bâtiment

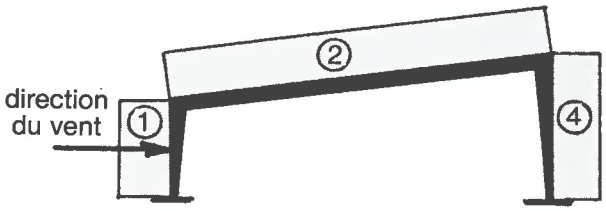
DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

Notes:

- Les coefficients du tableau 4A sont basés sur des échantillons = 10 m² et s'appliquent toujours dans le cas de plus grandes surfaces.
- Dans le cas d'échantillon d'autres grandeurs, voir la fig. B-7 dans le Supplément au CNB.
- Choisir q selon une probabilité de réapparition à tous les 30 ans.
- Les présents tableaux s'appliquent pour toutes les pentes de toits.
- Voir la Section 5 pour la définition de Z.
- Les coefficients s'appliquent pour toutes les directions du vent.

TABLEAU 5: CHARPENTES RIGIDES PERPENDICULAIRES AUX MURS DE CÔTÉS





DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

(5A) Pentes de toits de 5° ou moins

	1	2	3	4	
C_pC_g	+1.15	−2.00	−1.00	−0.80	mur d'extrémité
C_pC_g	+0.95	−1.65	−0.85	−0.68	1re charpente intérieure
C_pC_g	+0.75	−1.30	−0.70	−0.55	charpente intérieure

Calculs pour le cas 1: Surcharges externes dues au vent agissant simultanément sur toutes les surfaces.
Calculs pour le cas 2: Surcharges internes dues au vent plus les pressions internes.

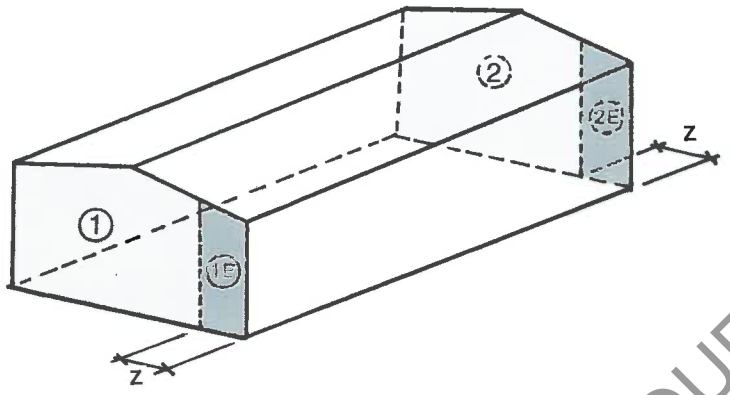
(5B) Pentes de toits de 20°

	1	2	3	4	
C_pC_g	+1.50	−2.00	−1.30	−1.20	mur d'extrémité
C_pC_g	+1.25	−1.65	−1.10	−1.00	1re charpente intérieure
C_pC_g	+1.00	−1.30	−0.90	−0.80	charpente intérieure

Notes:

- Pour les pentes de toits entre 5° et 20°, une interpolation linéaire entre les deux tableaux est nécessaire.
- Choisir q selon une probabilité de réapparition à tous les 30 ans.
- Les charpentes doivent être conçues pour les vents soufflant dans l'une ou l'autre direction.

TABLEAU 6: CONTREVENTEMENT LONGITUDINAL



	1	1E	2	2E
C_pC_g	+0.75	+1.15	−0.55	−0.80

DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

Notes:

- Le contreventement sert à résister aux surcharges dues au vent sur les murs d'extrémités.
- Les contrevents doivent être conçus pour résister aux vents soufflant dans l'une ou l'autre direction.
- Le présent tableau s'applique pour toutes les pentes de toits.
- Voir la Section 5 pour la définition de Z.

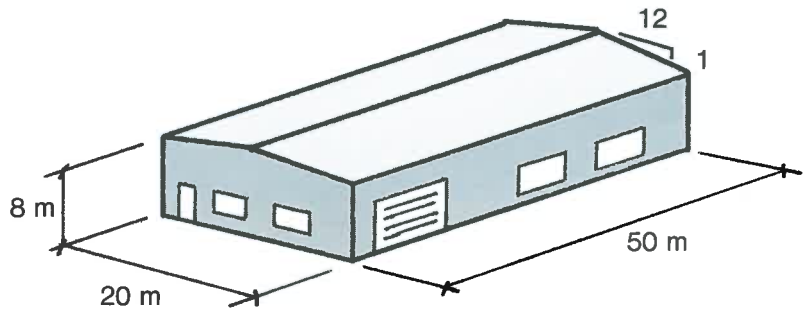


Figure 6: **Dimensions du bâtiment**

7. EXEMPLE

7.1 **Introduction:** Prenons un bâtiment industriel dans la région de Toronto en Ontario ayant une largeur de 20 m, une longueur de 50 m, une hauteur à l'avant-toit de 8 m et dont le toit a un rapport 1:12 ou une pente de 5°. Ce bâtiment possède plusieurs ouvertures ce qui en fait un bâtiment de la "catégorie 2". Le revêtement extérieur et les feuilles de revêtement intérieur agissent en principe indépendamment (c.-à-d. une construction dont les murs sont mon-mixtes).

7.2 **Pressions horaires dues au vent, q:** Voir le Chap. 1 du Supplément au CNB pour les valeurs des pressions dues au vent par heure, selon les régions du Canada. Pour Toronto la pression horaire due au vent est de:
q (1/10) = 0,39 kPa (pour le calcul du revêtement)
q (1/30) = 0,48 kPa (pour le calcul de la résistance des éléments de charpente)

7.3 **Facteur d'exposition, C_e:** On peut calculer le facteur d'exposition en se servant de la "loi de la puissance 1/5" ou on peut le choisir parmi les valeurs de C_e données à la figure 4.

$C_e = (H'/10)^{0,2} = (8/10)^{0,2} = 0,96$

Ou, si l'on se rapporte aux valeurs de C_e du tableau, on peut utiliser $C_e = 1,0$.

7.4 **Détermination du facteur "Z":** L'amplitude de "Z" doit être déterminée pour trouver les surfaces soumises à de hautes pressions localisées. Cette valeur dépend des dimensions du bâtiment.

$Z = (0,10) \times (20\ m) = 2\ m$
mais $Z \leq (0,40) \times (8\ m) = 2,4\ m$
et $Z \geq 1\ m$
et $Z \geq (0,04) \times (20\ m) = 0,8\ m$
Donc, $Z = 2\ m$

7.5 **Pression interne sur le revêtement intérieur:** Etant donné que les murs et le toit du bâtiment sont fabriqués de façon non-mixte (c.-à-d. que le revêtement extérieur et les feuilles du revêtement intérieur agissent indépendamment), les feuilles de revêtement intérieur doivent être en mesure de résister aux pressions internes.

$P_i = qC_eC_{pi}C_g$
q étant égal à 0,39 kPa
$C_e = 1,0$
$C_{pi}C_g = 0,7$ (catégorie 2)
Donc, $P_i = (0,39)\ (1,0)\ (\pm\ 0,7)$
$= \pm\ 0,27$ kPa

7.6 **Pressions causées par le vent sur le revêtement du toit:** Pour un bâtiment ayant une pente de toit de 5° le vent entraînera des pressions négatives (courant ascentionnel) sur le revêtement du toit avec des pressions localisées plus élevées.

$P = qC_eC_pC_g$
où q = 0,39 kPa
et $C_e = 1,0$
On trouve les valeurs de C_pC_g au tableau 1:
Pour la surface "R" $C_pC_g = -1,8$
Pour la surface "S" $C_pC_g = -2,5$
Pour la surface "C" $C_pC_g = 4,4$

Les pressions dues au vent résultantes sont données à la figure 7.

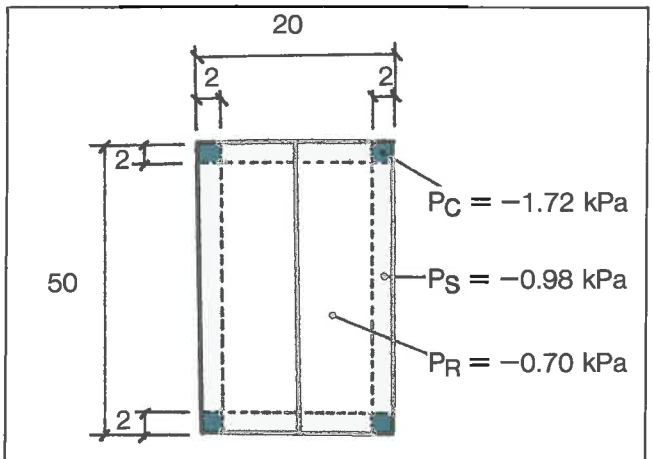


Figure 7: **Pressions sur le revêtement du toit**

RÉFÉRENCE HISTORIQUE LESUET

7.7 **Surcharges dues au vent sur les pannes du toit:** La pression due au vent sur le revêtement du toit agit aussi sur les pannes du toit. De plus la pression interne sur les feuilles de revêtement du toit agit également sur les pannes. On peut calculer les surcharges dues au vent sur les pannes du toit en se servant de la distribution de la pression (ci-dessous). Pour calculer la charge sur la panne il faut multiplier la pression par la surface de l'échantillon de la panne.

$$P = qC_e(C_pC_g + C_{pi}C_g)$$
où $q = 0{,}48$ kPa
et $C_e = 1{,}0$

On trouve ($C_pC_g = C_{pi}C_g$) au tableau 2:

Pour la surface "R" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$) = −2,2
Pour la surface "S" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$) = −2,7
Pour la surface "C" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$) = −2,7

Les pressions dues au vent résultantes sont données à la fig. 8.

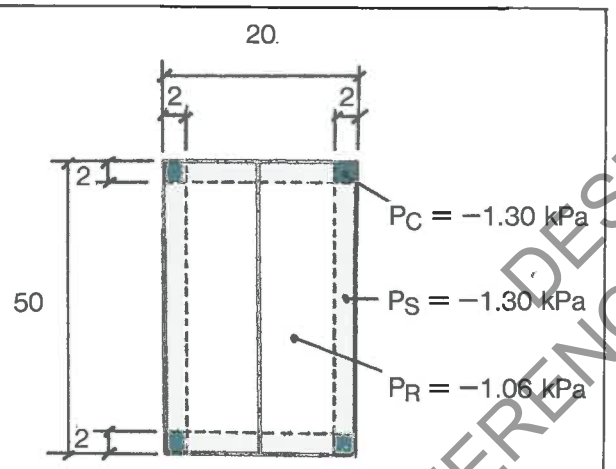


Figure 8: **Pressions transmises aux pannes du toit.**

7.8 **Pressions dues au vent sur le revêtement des murs:** Le vent soufflant sur un bâtiment peut venir de n'importe quelle direction et causer ainsi des pressions positives ou négatives sur le revêtement des murs avec des pressions localisées plus élevées aux coins.

$$P = qC_eC_pC_g$$
où $q = 0{,}39$ kPa
et $C_e = 1{,}0$

On trouve C_pC_g au tableau 3:

Pour la surface "W" C_pC_g = + 1,8 et −1,8
Pour la surface "E" C_pC_g = + 1,8 et −2,1

Les pressions dues au vent résultantes sont données à la fig. 9.

7.9 **Surcharges dues au vent sur les lisses des murs:** La pression causée par le vent sur le revêtement des murs et sur le revêtement intérieur agit sur les lisses des murs. On peut calculer les charges sur les lisses en se servant de la distribution des pressions ci-dessous. Pour calculer la charge sur une lisse il faut multiplier la pression par la surface de l'échantillon de la lisse.

$$P = qC_e(C_pC_g + C_{pi}C_g)$$
où $q = 0{,}48$ kPa
et $C_e = 1{,}0$

On trouve ($C_pC_g + C_{pi}C_g$) au tableau 4:

Pour la surface "W" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$) = + 2,2 et − 2,3
Pour la surface "E" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$) = + 2,2 et − 2,4

Les pressions dues au vent résultantes sont données à la fig. 10.

DESUET
REFERENCE HISTORIQUE

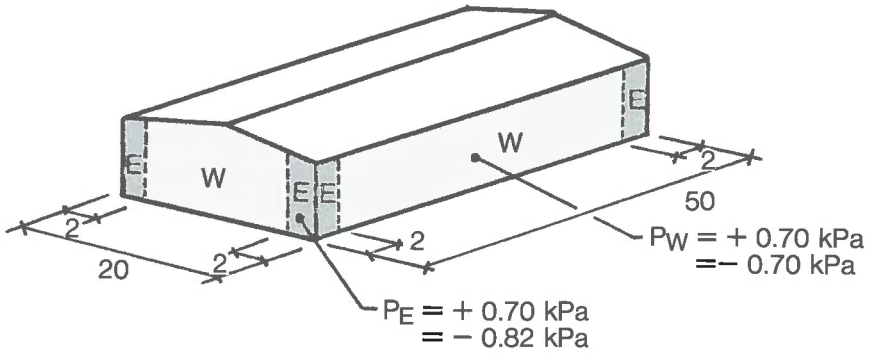


Figure 9: **Pressions sur le revêtement des murs**

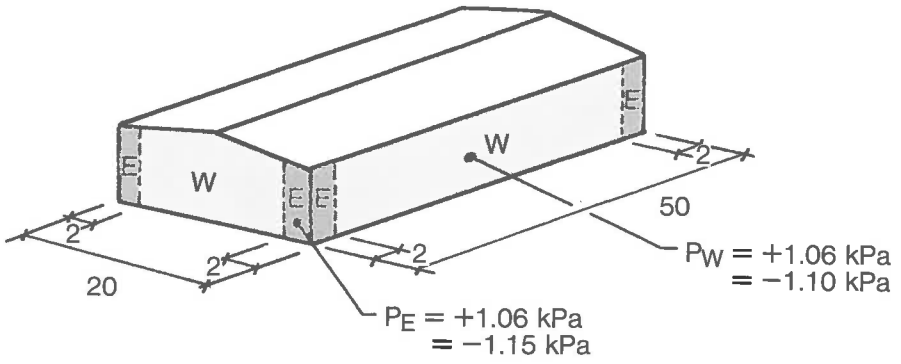


Figure 10: **Pressions transmises aux lisses des murs**

7.10 **Surcharges dues au vent sur les charpentes intérieures:** La pression due au vent sur le revêtement des murs et du toit est transmise par les pannes et les lisses et agit sur les charpentes. Pour calculer la surcharge due au vent sur une charpente il faut multiplier les pressions données ci-dessous par la surface des échantillons des pannes et des lisses de façon à obtenir des réactions qui agiront sur les charpentes sous la forme de charges concentrées. Notez que le vent peut venir de n'importe quelle direction.

Calculs pour le cas 1: Les pressions externes dues au vent agissent simultanément sur toutes les surfaces externes.

$$P = qC_eC_pC_g$$

où q = 0,48 kPa et C_e = 1,0

On trouve C_pC_g au tableau 5:

Pour la surface "1" C_pC_g = + 0,75
Pour la surface "2" C_pC_g = − 1,30
Pour la surface "3" C_pC_g = − 0,70
Pour la surface "4" C_pC_g = − 0,55

Les pressions résultantes dues au vent sont données à la figure 11.

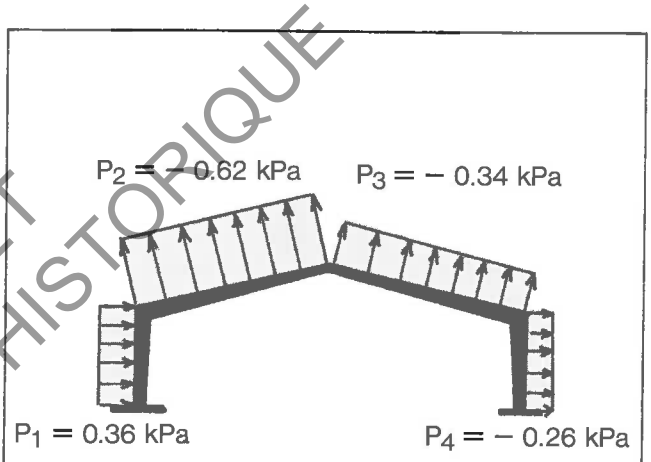


Figure 11: **Cas 1: charges sur la charpente**

Calculs pour le cas 2: Les pressions externes et les pressions internes agissent simultanément.

$$P = qC_e (C_pC_g + C_{pi}C_g)$$

où q = 0,48 kPa
et C_e = 1,0

$C_pC_g + C_{pi}C_g$ se définissent comme suit:

Pour la surface "1" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$)
= + 0,05 ou + 1,45
Pour la surface "2" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$)
= − 2,00 ou + 0,60
Pour la surface "3" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$)
= − 1,40 ou + 0,00
Pour la surface "4" ($C_pC_g + C_{pi}C_g$)
= − 1,25 ou + 0,15

Les pressions résultantes dues au vent sont données à la figure 12.

RÉFÉRENCE HISTORIQUE DÉSUET

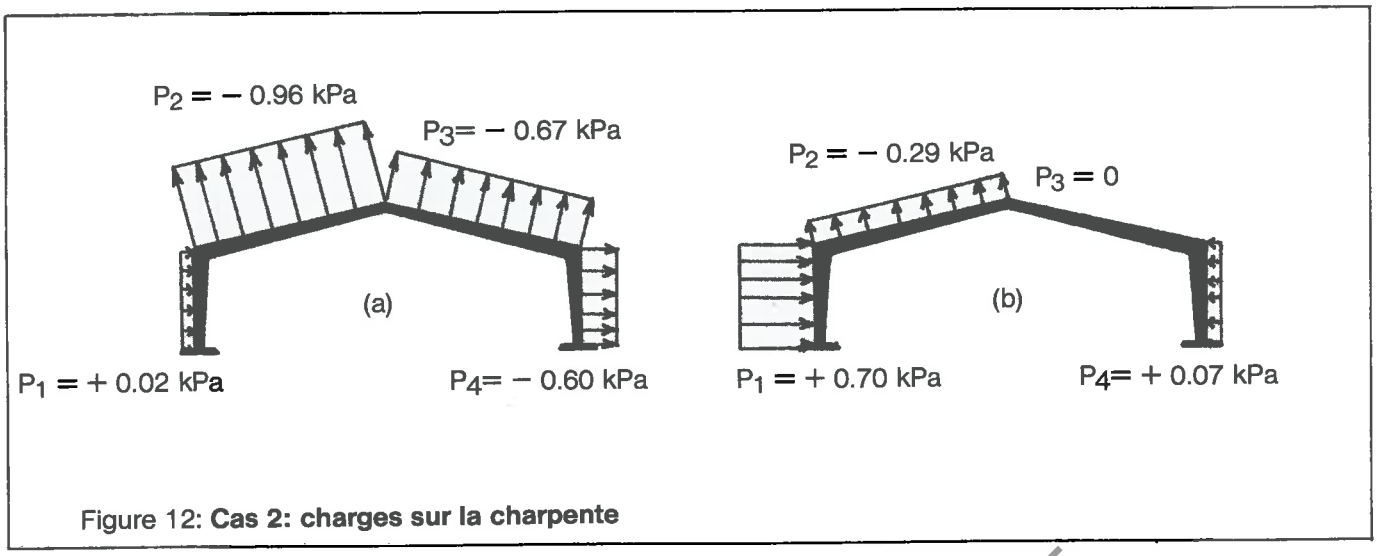


Figure 12: **Cas 2: charges sur la charpente**

8. RÉFÉRENCES

Liu, H., and Saathoff, P.J. "Internal Pressure and Building Safety". **Journal of Structural Engineering,** ASCE, Vol 108, No ST10 (October 1982): 2223-2233.

Rapport présenté au ASCE Structural Engineering Conference, Houston, Texas, U.S.A., octobre 1983: Davenport, A.G. and Surry, D. "The Estimation of Internal Pressures Due to Wind With Application to Cladding Pressures and Infiltration".

Code national du bâtiment 1980, Publié par le Comité associé du code national du bâtiment, Conseil national de recherche du Canada, Ottawa.

Code national du bâtiment 1985, publié par le Comité associé du Code national du bâtiment, Conseil national de recherche du Canada, Ottawa.

Supplément au Code national du bâtiment 1980, Publié par le Comité associé du Code national du bâtiment, Conseil national de recherche du Canada, Ottawa.

Supplément au Code national du bâtiment 1985, Publié par le Comité associé du Code national du bâtiment, Conseil national de recherche du Canada, Ottawa.

Surry, D., Stathopoulos, T. and Davenport, A.G. "The Wind Loading of Low Rise Buildings". **Proceedings of Canadian Structural Engineering Conference**, Conseil canadien de l'industrie de la construction en acier, 1978.

"Design Against Wind: The 1980 National Building Code of Canada". **Proceedings of Third Canadian Workshop on Wind Engineering,** commandité par le Canadian Wind Engineering Association, Canadian Society for Civil Engineering et le Conseil national de recherche du Canada, 1981.

DÉSUET
RÉFÉRENCE HISTORIQUE

L'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment, est une association nationale de l'industrie de la tôle d'acier de structure qui vise à promouvoir l'utilisation de la tôle d'acier, dans la construction grâce à l'ingénierie et à des normes de qualité. Ses activités sont concentrées sur les produits de tôle d'acier pour le bâtiment et les systèmes de bâtiments en acier dans leurs applications commerciales, industrielles, publiques et agricoles.

L'Institut dispense de l'information concernant les normes de conception, de fabrication et de montage, et offre une assistance technique pour l'utilisation de produits d'acier formés à froid et pré-usinés. L'ICTAB représente également ses membres pour les questions techniques en rapport avec le gouvernement et sert de lien avec divers organismes comme l'Association canadienne de normalisation et le Conseil national de recherche.

REFERENCE ONLY
NOT FOR TECHNIQUE

INSTITUT CANADIEN DE LA TÔLE D'ACIER POUR LE BÂTIMENT
305-201 Consumers Road, Willowdale, Ontario M2J 4G8 (416) 493-8780

Imprimé au Canada