

LES PROS DU BOIS

FORMATION EN CLASSE VIRTUELLE INTERACTIVE

cecobois

22 mai 2020 - Introduction aux systèmes de résistance des forces latérales (SRFL) en ossature légère en bois - Partie 1

29 mai 2020 - Introduction aux systèmes de résistance des forces latérales (SRFL) en ossature légère en bois - Partie 2

5 juin 2020 - Introduction aux systèmes de résistance des forces latérales (SRFL) en ossature légère en bois - Partie 3

12 juin 2020 - Sécurité incendie: Mesures équivalentes et modélisations numériques

19 juin 2020 - Degré de résistance au feu : concepts et méthodes de calcul

26 juin 2020 - Conception de structures en CLT

INTRODUCTION AUX SRFL

PROS DU BOIS - Formation en ligne interactive

22 mai, 29 mai et 5 juin 2020

François Chaurette, ing.

Conseiller technique

fchaurette@cecobois.com



CLSC Naskapi (Kawawachicamach):

Architectes: STGM Architectes + Éric Lirette Architecte

Ingénieurs: Groupe TDA

Photo: Stéphane Groleau

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois



VOTRE RESSOURCE PREMIÈRE POUR LA CONSTRUCTION COMMERCIALE EN BOIS

Centre d'expertise dont la mission est d'offrir gratuitement un **soutien technique** en matière d'utilisation du bois dans les constructions commerciales, institutionnelles, industrielles et multirésidentielles au Québec.

Public cible : Professionnels de la construction
(ingénieurs, architectes, designers, donneurs d'ouvrage, promoteurs, entrepreneurs, etc.)

ÉQUIPE DE CECOBOIS



**GÉRALD
BEAULIEU**

DIRECTEUR



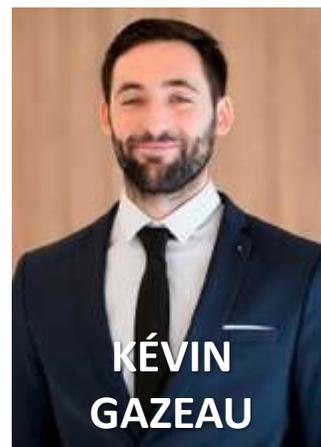
**FRANÇOIS
CHAURETTE**

CONSEILLER TECHNIQUE



**CAROLINE
FRENETTE**

CONSEILLÈRE TECHNIQUE



**KÉVIN
GAZEAU**

CONSEILLER TECHNIQUE



**RICHARD
POIRIER**

CONSEILLER TECHNIQUE



**SIMON T.-
BELLAVANCE**

CONSEILLER TECHNIQUE



**YANNICK
LESSARD**

**CHARGÉ DE PROJET
GESTIMAT**



**CYNTHIA
BOLDUC-
GUAY**

**COORDONATRICE AUX
COMMUNICATIONS**



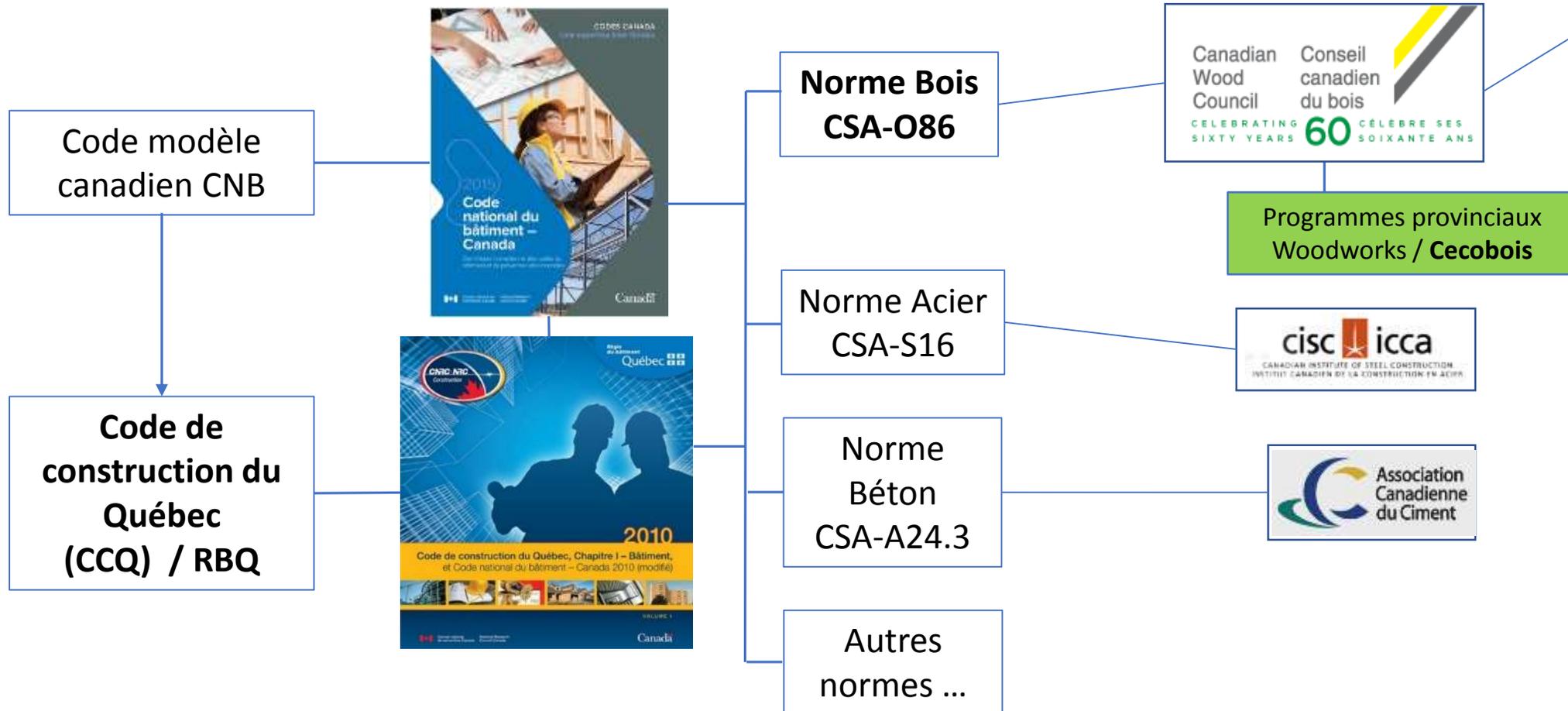
**KATIA
LAVOIE**

**CONSEILLÈRE
COMMUNICATIONS**



**JONATHAN
AVENEL**

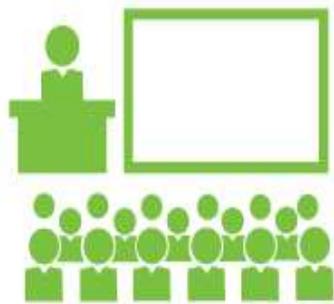
**COORDONNATEUR
ÉVÉNEMENTS**



Nos services



Support technique
aux professionnels



Formations



Études de cas
Répertoire de projets



Répertoire
de fournisseurs



Publications
techniques



Fiches techniques



Outils de calcul



Journal et infolettre

Calculatrices de prédimensionnement

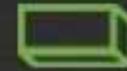
www.cecobois.com



Poutrelles de bois en I



Poutrelles de bois ajourées



Poutres de bois



Colonnes



Murs à ossature légère



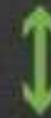
Panneaux lamellé-croisé (CLT)



Résistance au feu de poutres et de poteaux en bois lamellé-collé

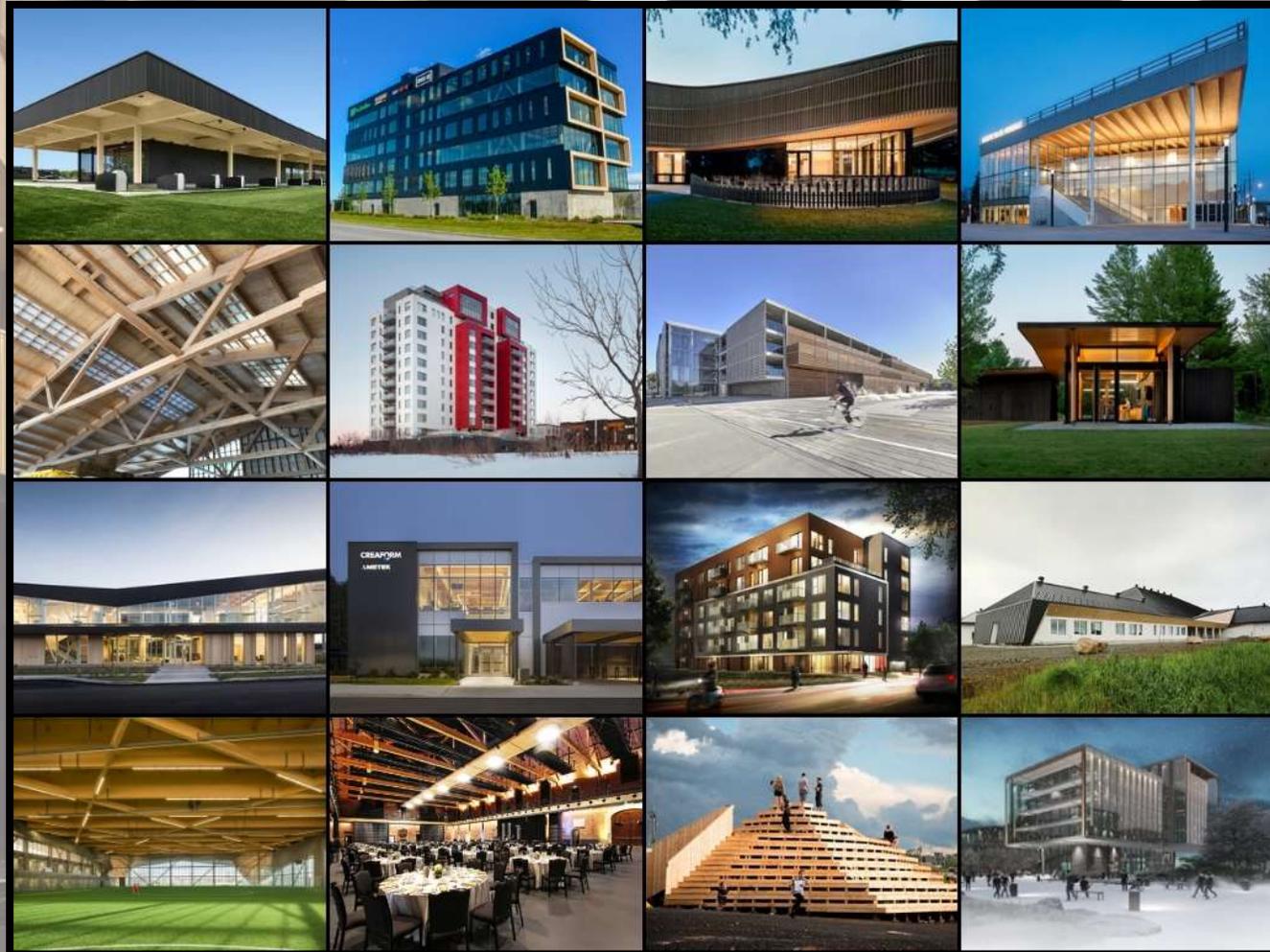


Résistance au feu pour les ossatures légères et le bois massif



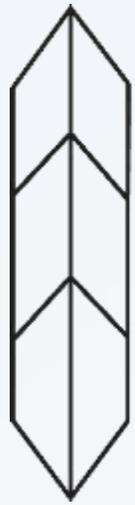
Calculatrice de retrait

PRIX D'EXCELLENCE CECOBOIS

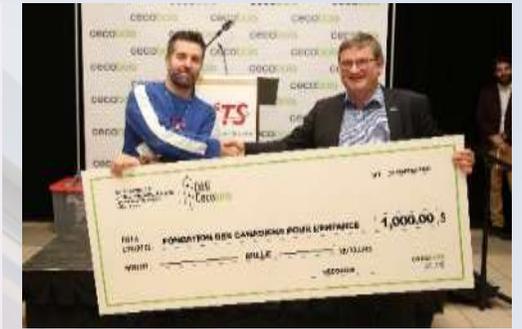


prix
d'excellence
cecobois
2019

cecobois



Défi Cecobois 2020



DERNIÈRES PUBLICATIONS

GUIDES TECHNIQUES - ÉTUDES DE CAS - JOURNAUX



Deuxième édition

cecobois
Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois



cecobois
Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois



cecobois

cecobois remercie ses commanditaires nationaux



cecobois remercie les partenaires du Réseau Cecobois

PARTENAIRES OR



PARTENAIRES ARGENT

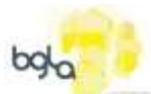
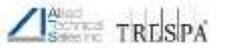


cecobois remercie les partenaires du Réseau Cecobois

PARTENAIRES BRONZE



PARTENAIRES BASE



PLAN DE LA FORMATION

- Cecobois
 - Présentation des participants
 - Introduction au SRFL – Construction à ossature de bois
 - Principes de conception
 - Critères de calcul
 - Dimensionnement – Murs de refend et diaphragmes
 - Généralités
 - Murs de refend
 - Diaphragmes
 - Modélisation avec logiciel de calcul
 - Questions et discussions
-
- Partie 1
(40 minutes)
- Partie 2
(80 minutes)
- Partie 3
(60 minutes)

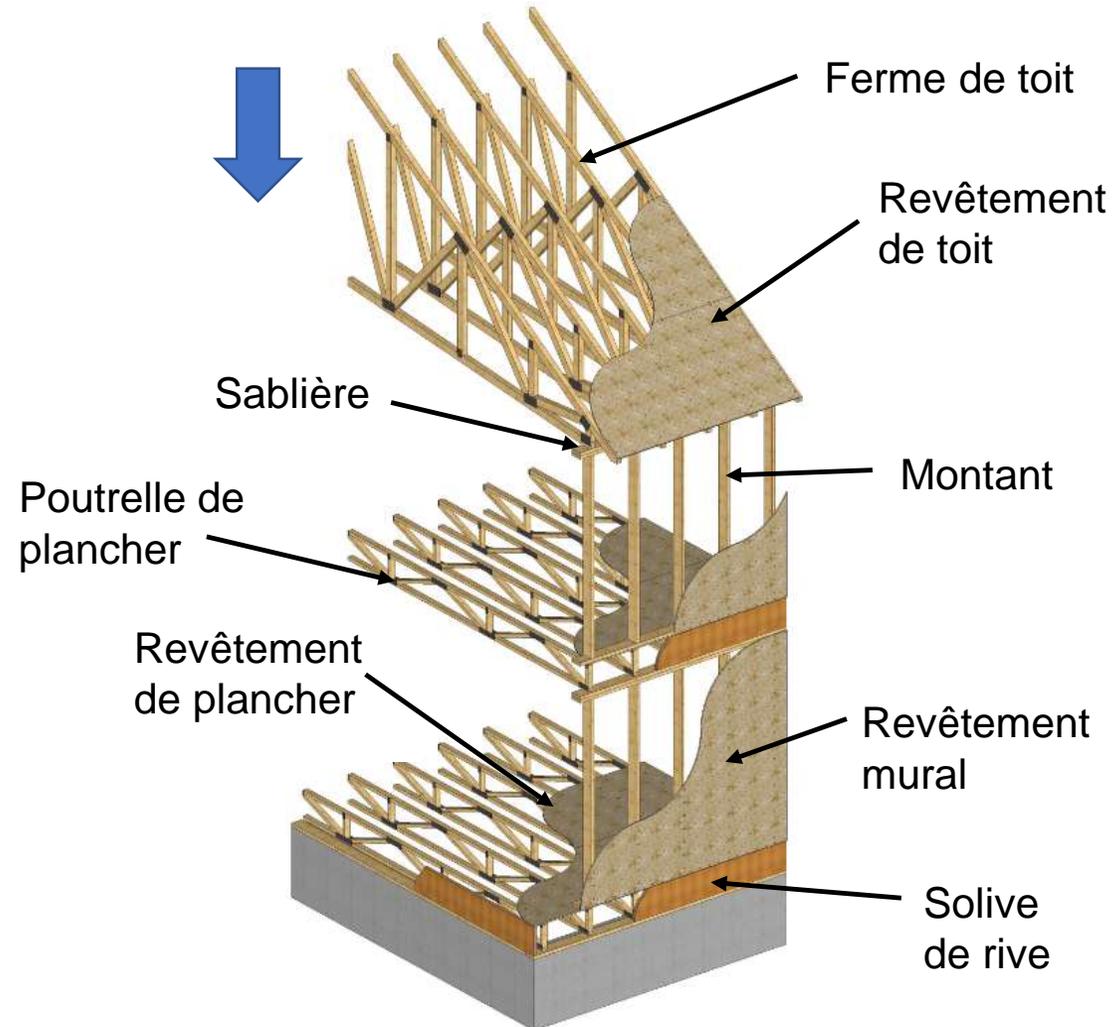
Plan de la présentation

Introduction aux SRFL

1. Principes de conception
2. Critères de calcul
3. Dimensionnement – Murs de refend et diaphragmes
 - a) Généralités
 - b) Murs de refend
 - c) Diaphragmes

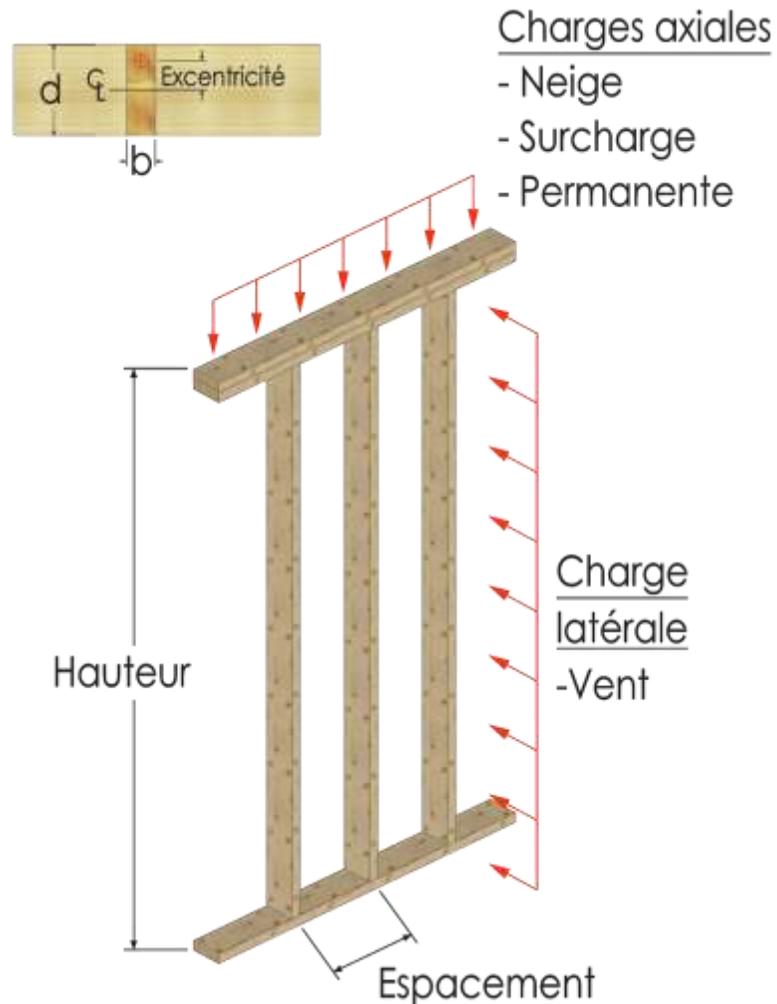
1. Principes de conception

Charges gravitaires



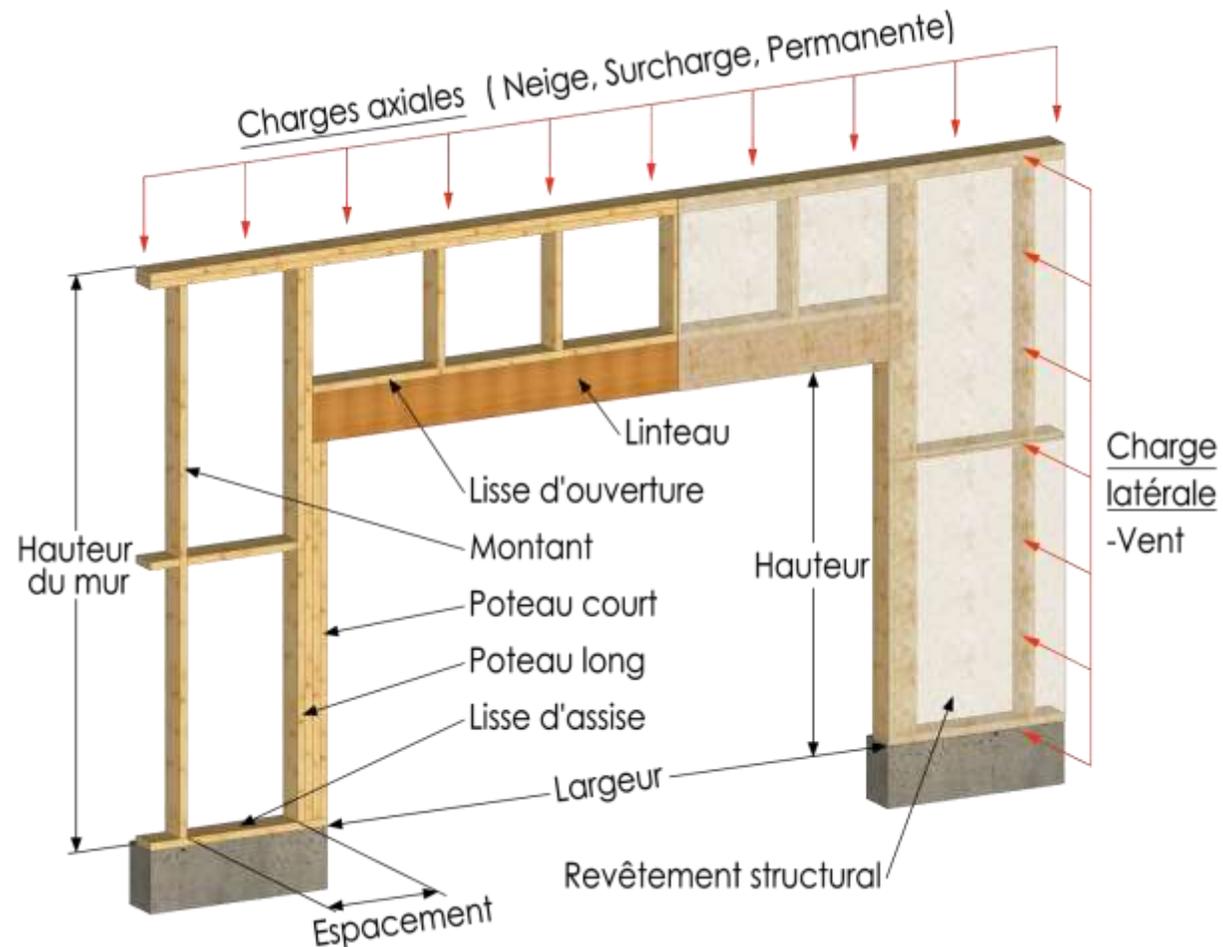
1. Principes de conception

Charges gravitaires



1. Principes de conception

Charges gravitaires



1. Principes de conception

Charges latérales

Deux types de charges latérales:

- Vent
- Séisme

Deux types de défaillance:



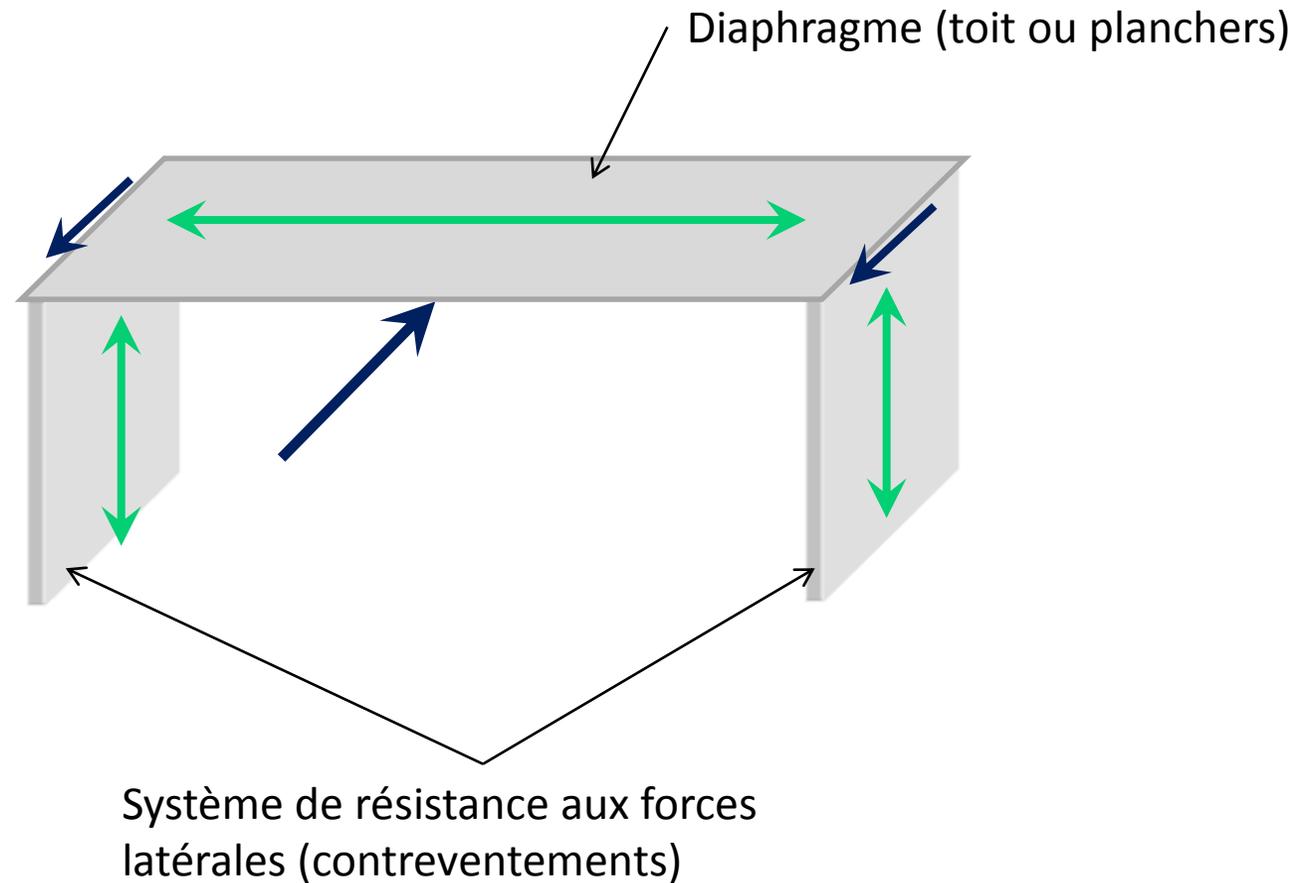
Glissement



Renversement

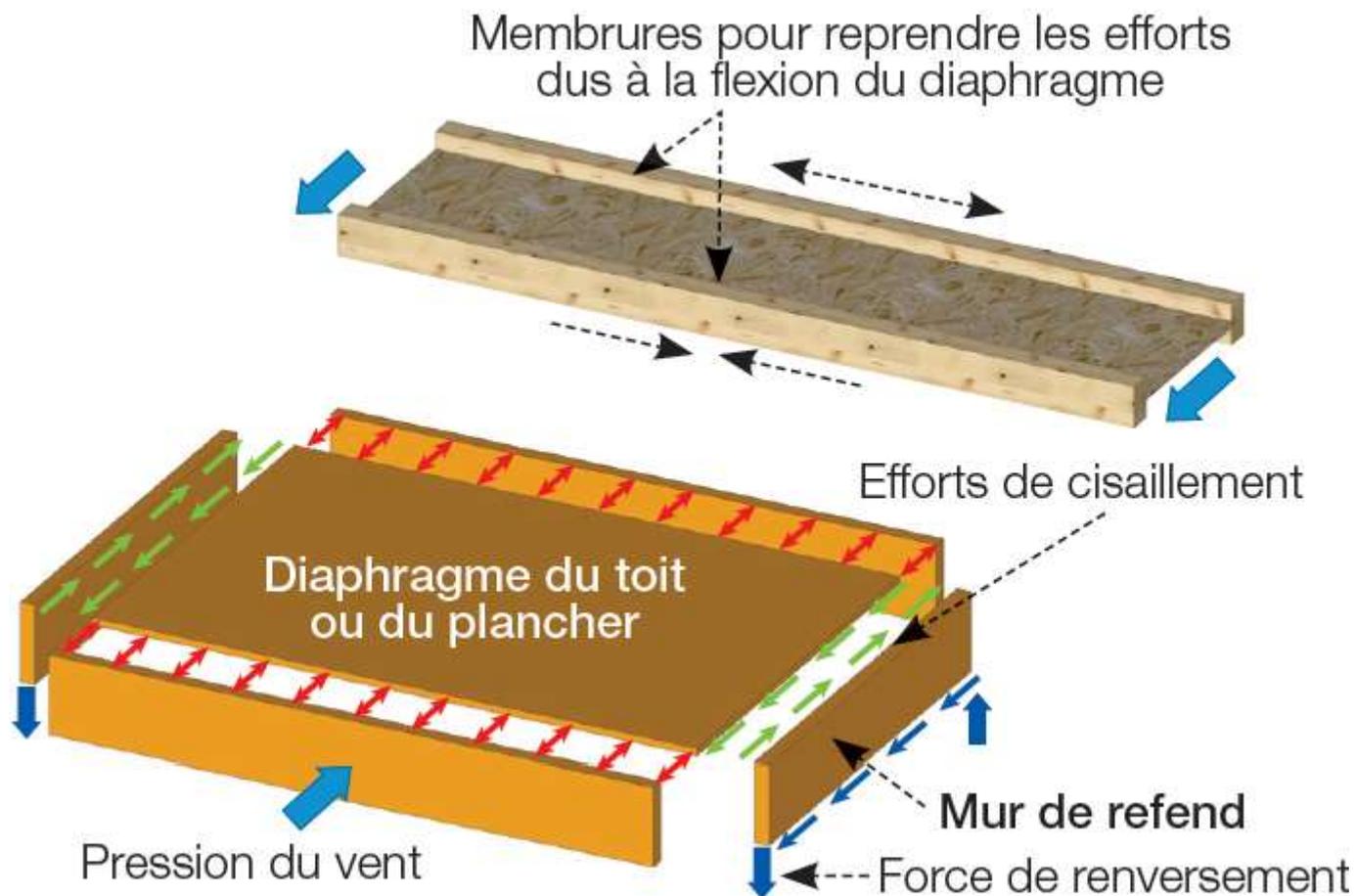
1. Principes de conception

Charges latérales

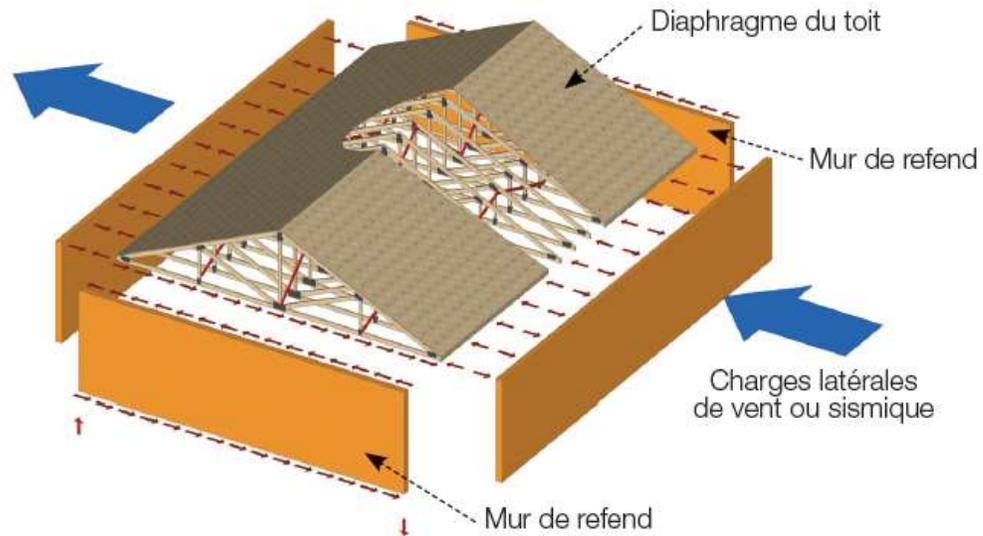


1. Principes de conception

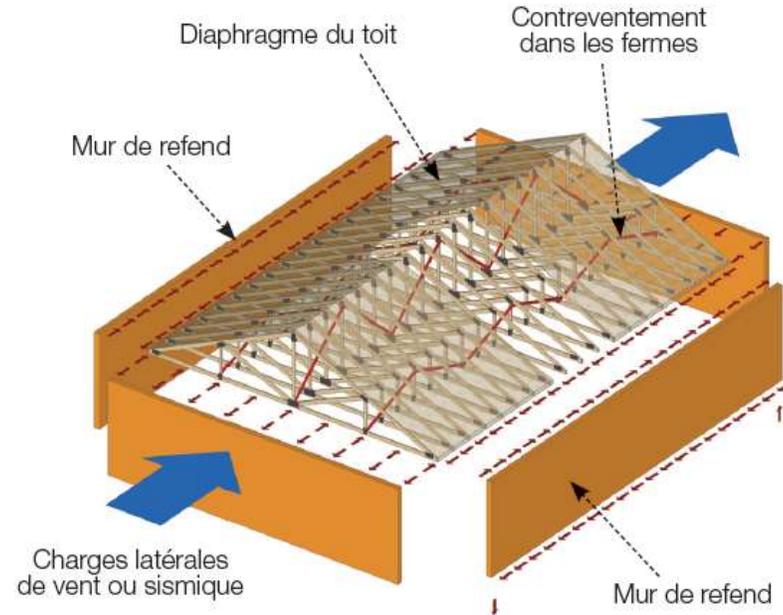
Diaphragmes



1. Principes de conception



Charges latérales appliquées
parallèlement aux fermes

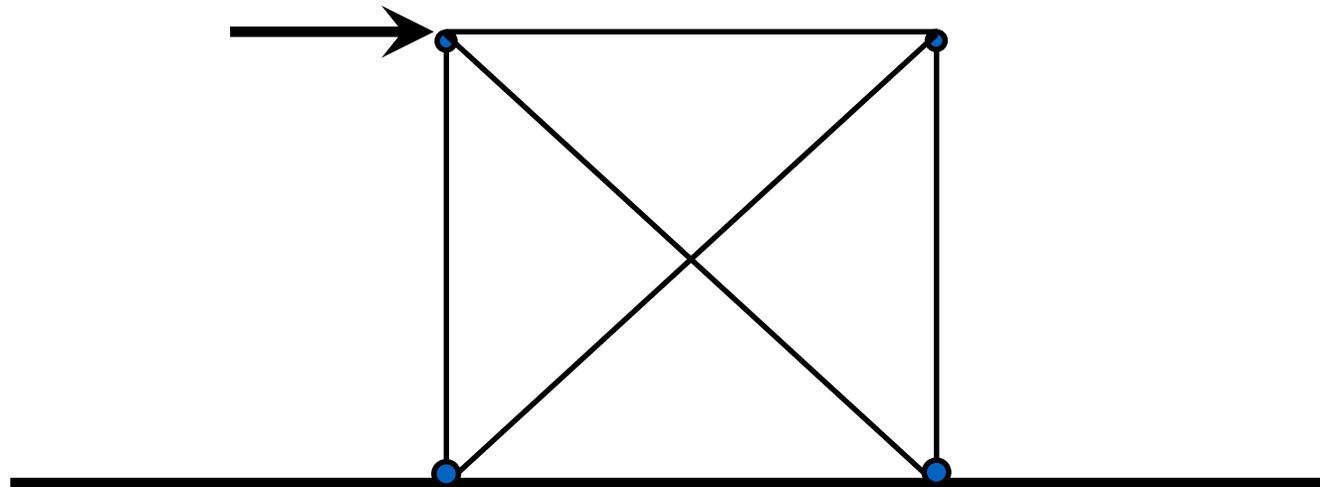


Charges latérales appliquées
perpendiculairement aux fermes

1. Principes de conception

Structures à poutres et colonnes:

Ossature contreventée



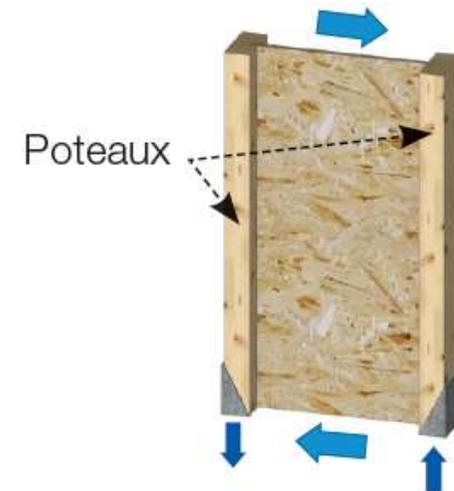
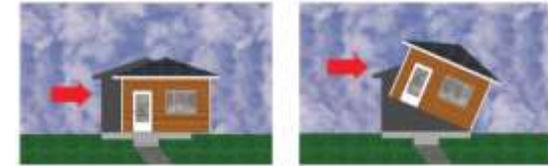
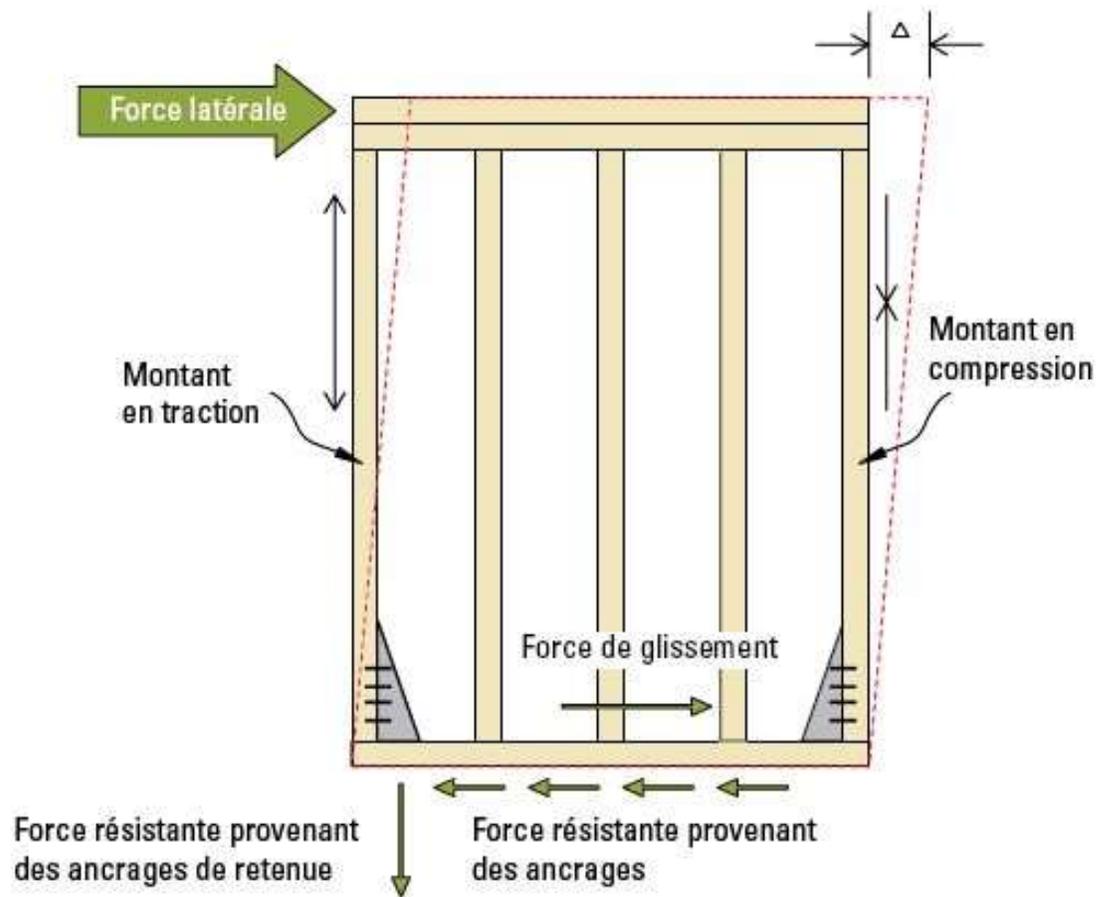
1. Principes de conception

Structures à ossature légère en bois:



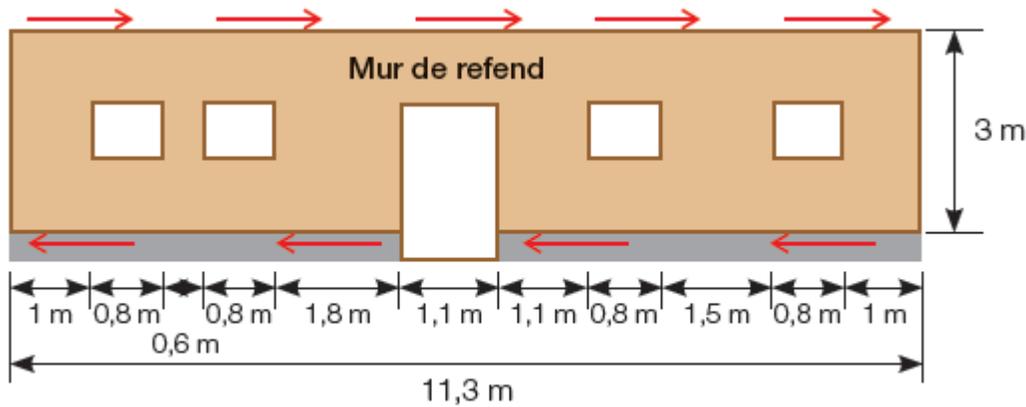
1. Principes de conception

Murs de refend

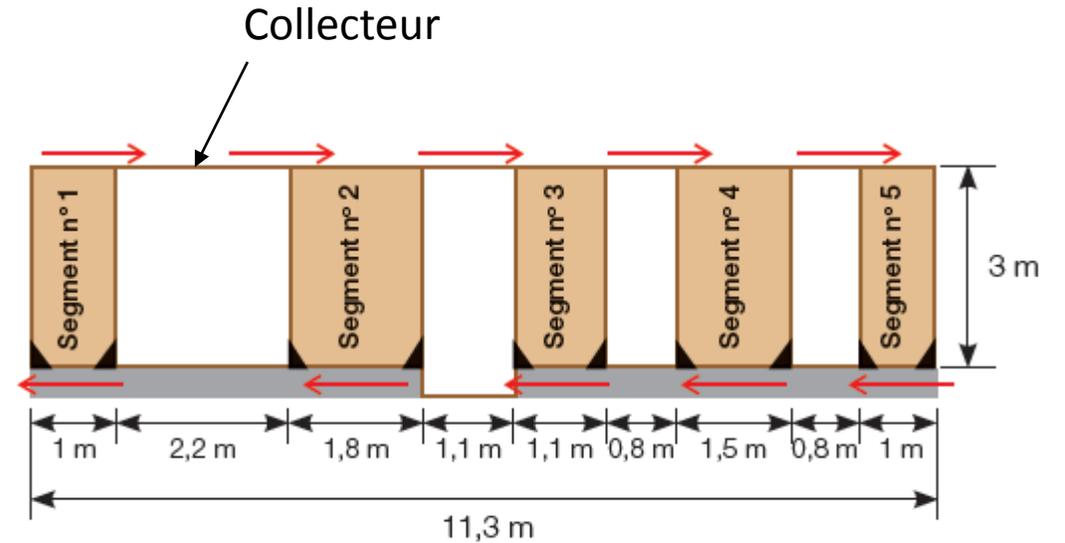


1. Principes de conception

Murs de refend



Mur de refend avec ouvertures

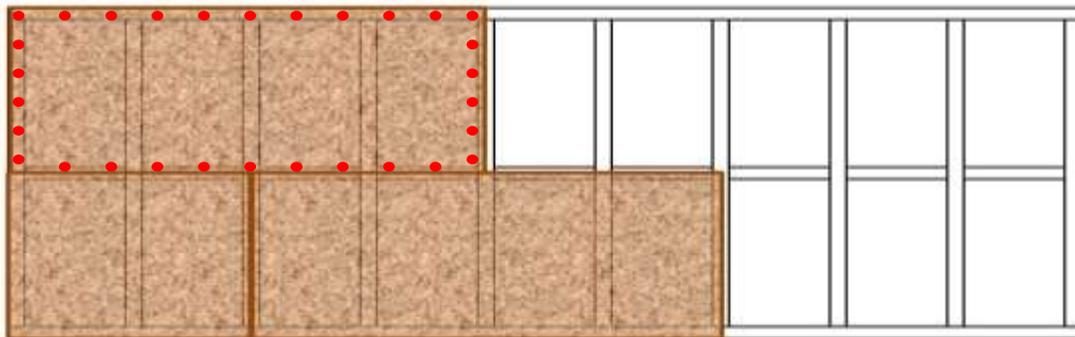


Segments de mur de refend

1. Principes de conception

Résistance des murs de refend ou diaphragmes dépend de:

- Épaisseur et type des panneaux, OSB ou CP (Douglas ou résineux canadiens)
- Clouage (diamètre, espacement)
- Ossature (essence)
- Présence d'entremises

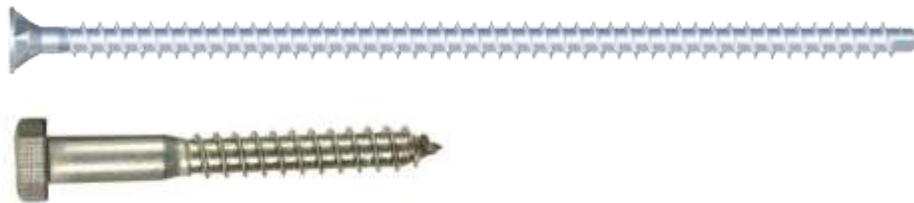


1. Principes de conception



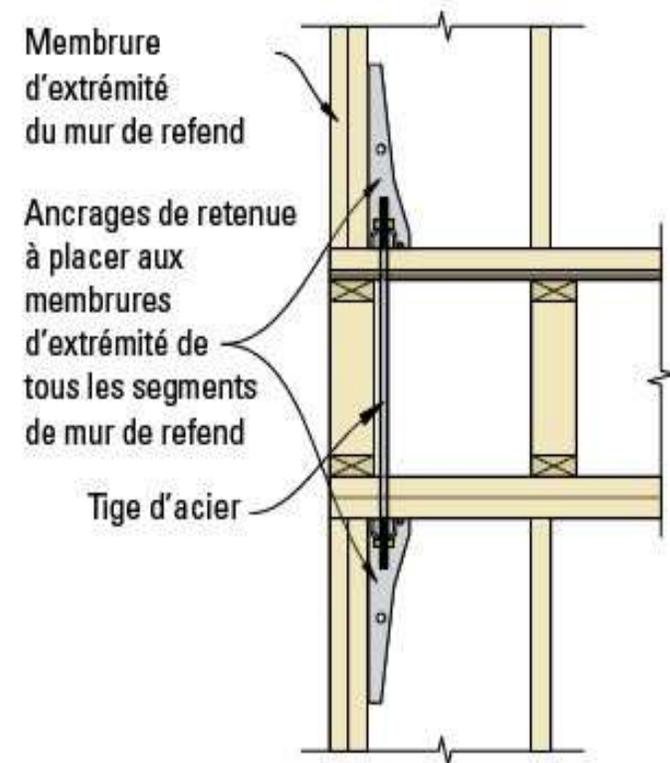
Entremises
placées à plat

1. Principes de conception



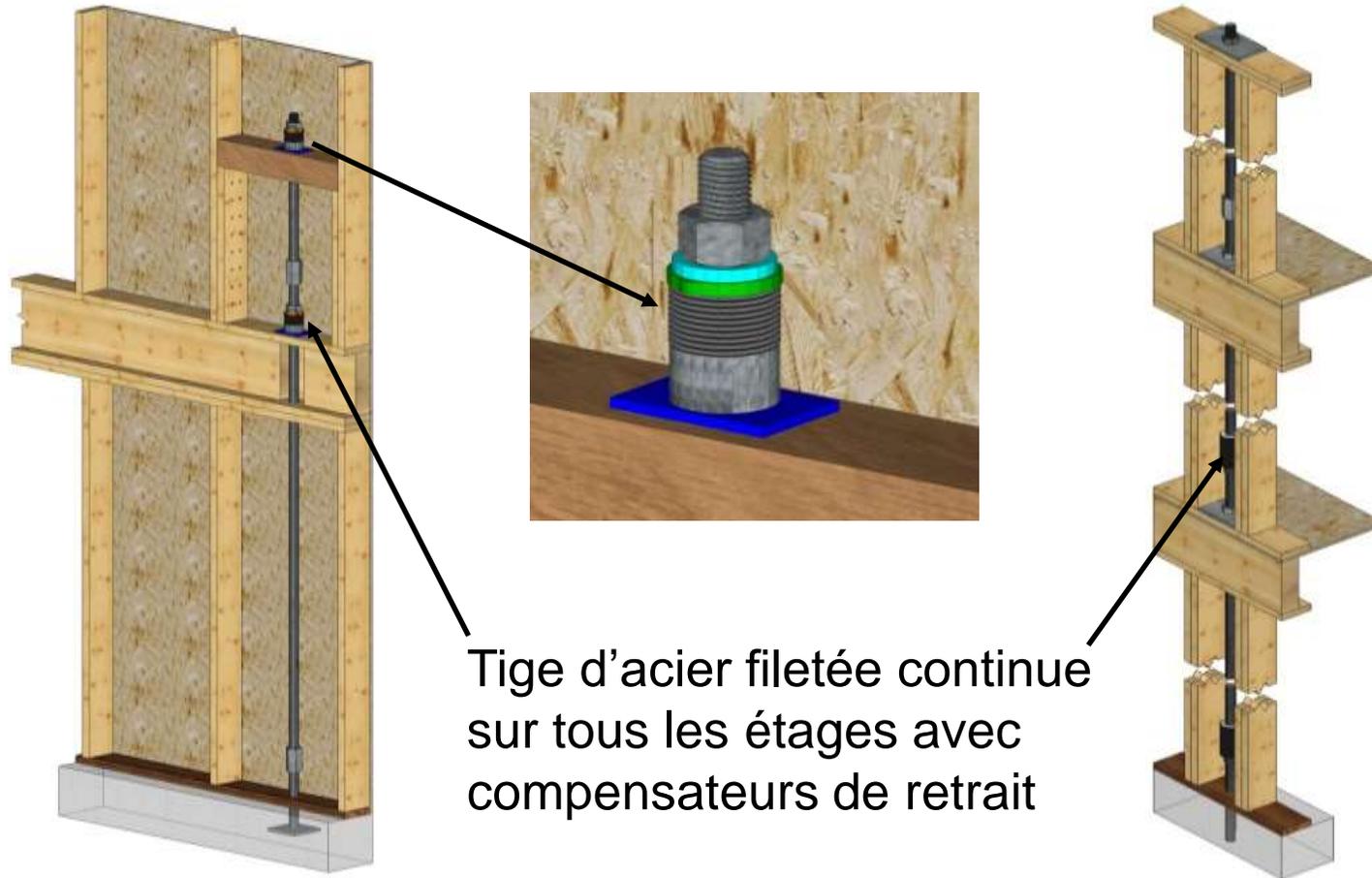
1. Principes de conception

Ancrage de retenue conventionnel



1. Principes de conception

Ancrage de retenue avec compensateurs de retrait



Tige d'acier filetée continue sur tous les étages avec compensateurs de retrait

Plan de la présentation

Introduction aux SRFL

1. Principes de conception
- 2. Critères de calcul**
3. Dimensionnement – Murs de refend et diaphragmes
 - a) Généralités
 - b) Murs de refend
 - c) Diaphragmes

2. Critères de calcul

Ouvrages de référence

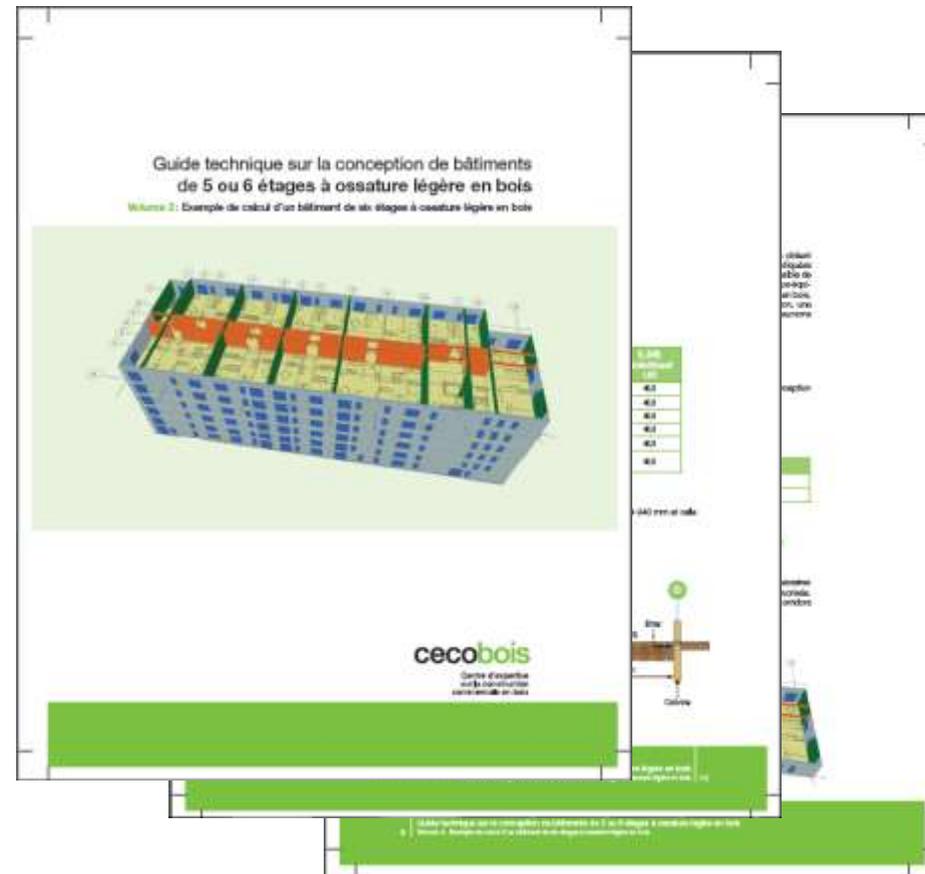
Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois



2. Critères de calcul

Ouvrages de référence

Exemple de calcul d'un bâtiment de six étages à ossature légère en bois



2. Critères de calcul

Charges de calcul (Partie 4, CNB 2015)

Charges latérales

- Vent 4.1.7
 - Pressions de vent horaires, $q_{1/50}$
- Sismiques 4.1.8
- Données climatiques:
Annexe C de la Division B



2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent (structure)

Pression de vent, p (CNB-4.1.7.3)

$$P = I_W q_{1/50} C_e C_t C_g C_p$$

I_W = Coefficient de risque (Tableau 4.1.7.3 Volume 1, CNB)

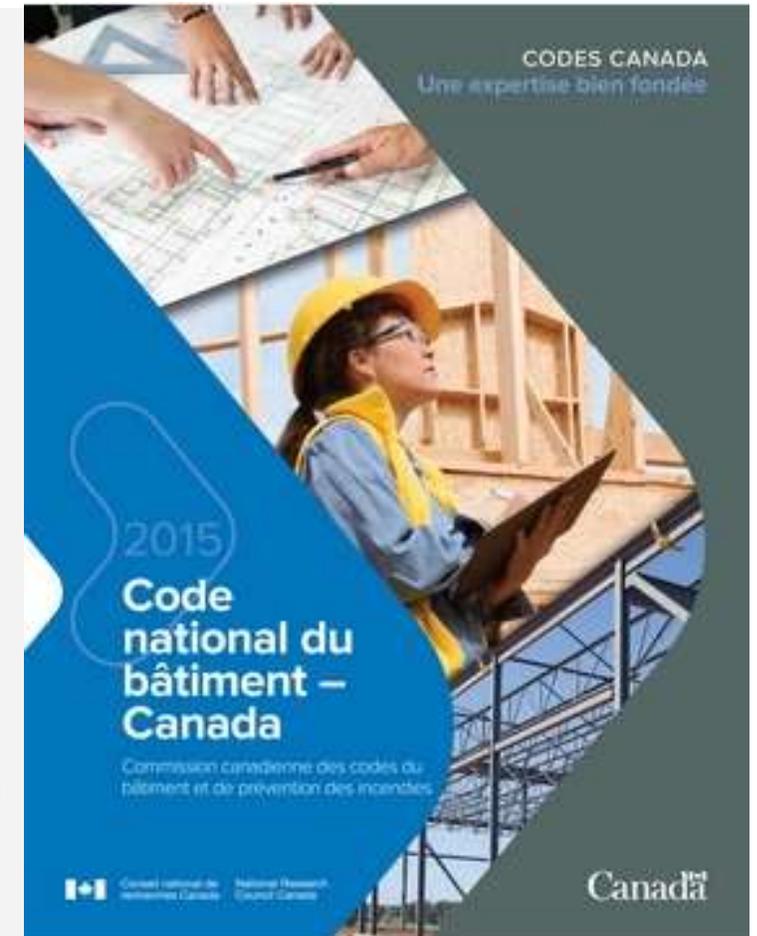
$q_{1/50}$ = Pression de vent horaire (Tableau C-2, Annexe C, Volume 1, CNB)

C_e = Coefficient d'exposition (4.1.7.3, Volume 1, CNB)

C_t = Coefficient topographique (4.1.7.4, Division B, Volume 1, CNB)

C_g = Coefficient de rafale (Figure 4.1.7.6.-A, Volume 1, CNB)

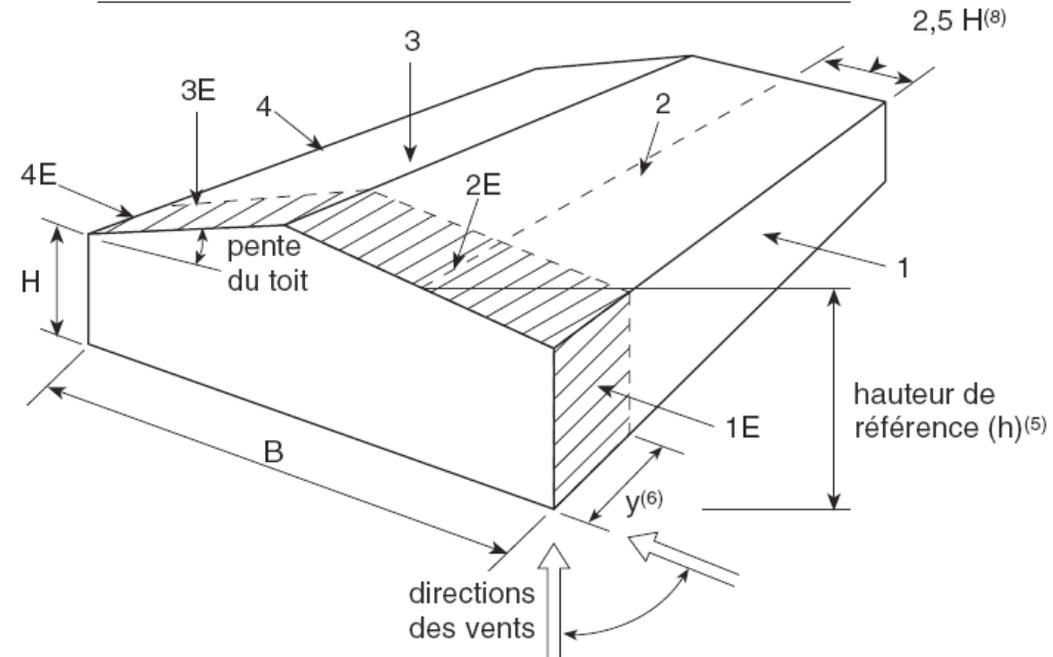
C_p = coefficient de pression extérieure (Figure 4.1.7.6.-A, Volume 1, CNB)



2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent (structure)

Cas A : vents généralement perpendiculaires au faîte



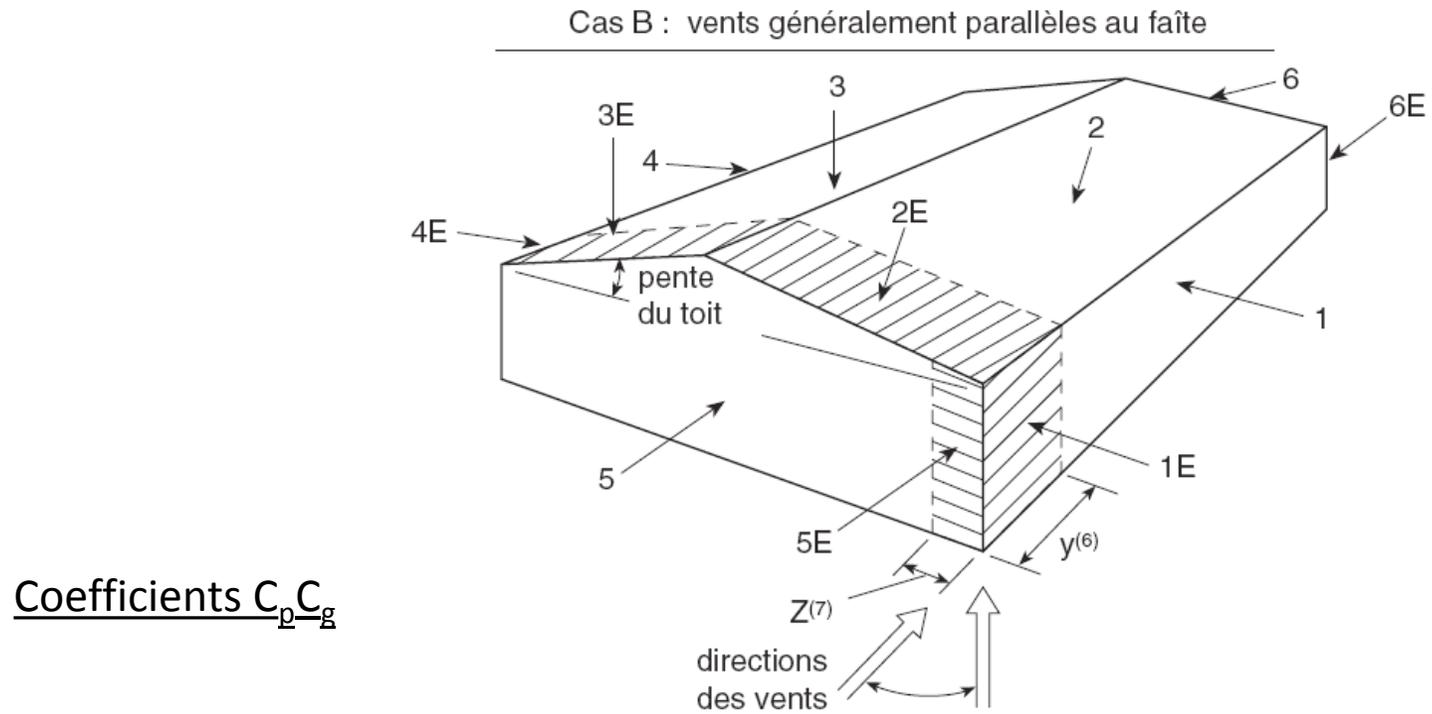
Coefficients C_p , C_g

Pente du toit	Surfaces du bâtiment							
	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E
0° à 5°	0,75	1,15	-1,3	-2,0	-0,7	-1,0	-0,55	-0,8
20°	1,0	1,5	-1,3	-2,0	-0,9	-1,3	-0,8	-1,2
30° à 45°	1,05	1,3	0,4	0,5	-0,8	-1,0	-0,7	-0,9
90°	1,05	1,3	1,05	1,3	-0,7	-0,9	-0,7	-0,9

Image : Figure 4.1.7.6.-A, Volume 1, Division B, CNB 2015

2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent (structure)



Coefficients C_{pe} , C_{pg}

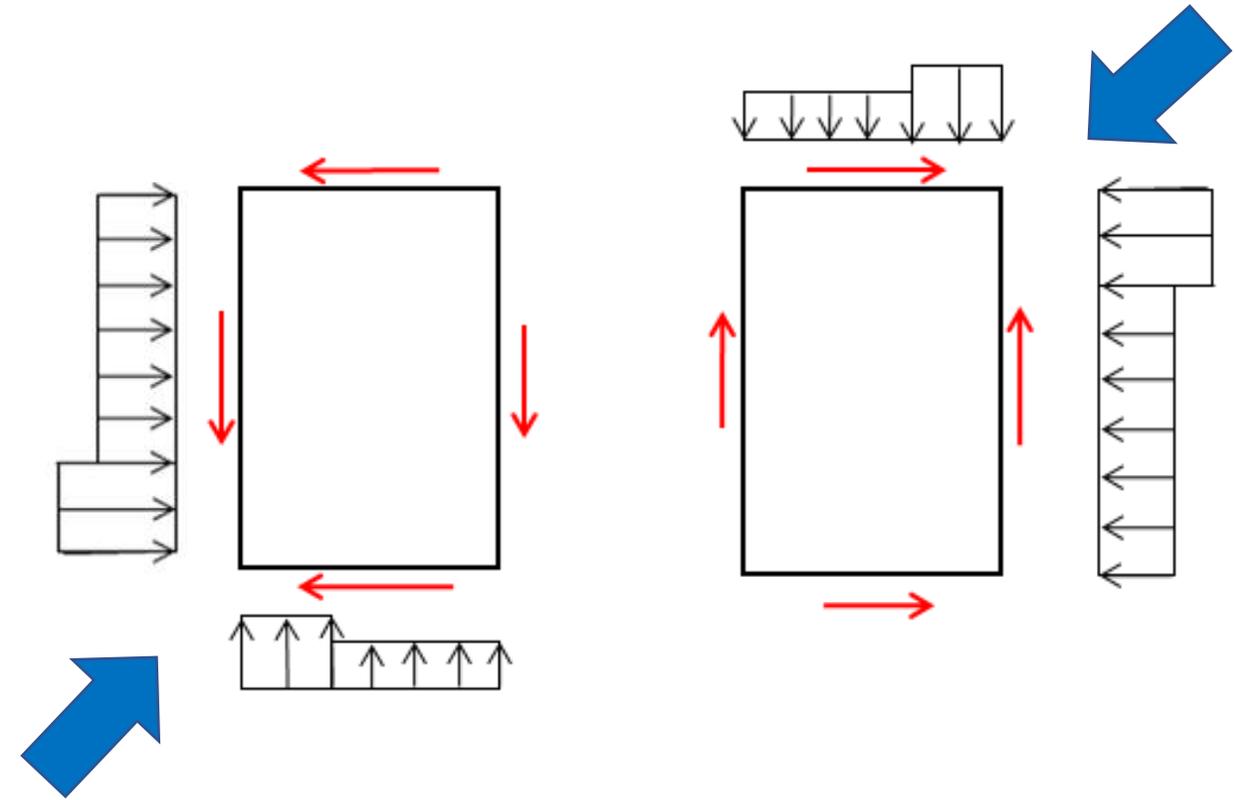
Pente du toit	Surfaces du bâtiment											
	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E	5	5E	6	6E
0° à 90°	-0,85	-0,9	-1,3	-2,0	-0,7	-1,0	-0,85	-0,9	0,75	1,15	-0,55	-0,8

Image : Figure 4.1.7.6.-A, Volume 1, Division B, CNB 2015

2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent (structure)

Force de vent résultante

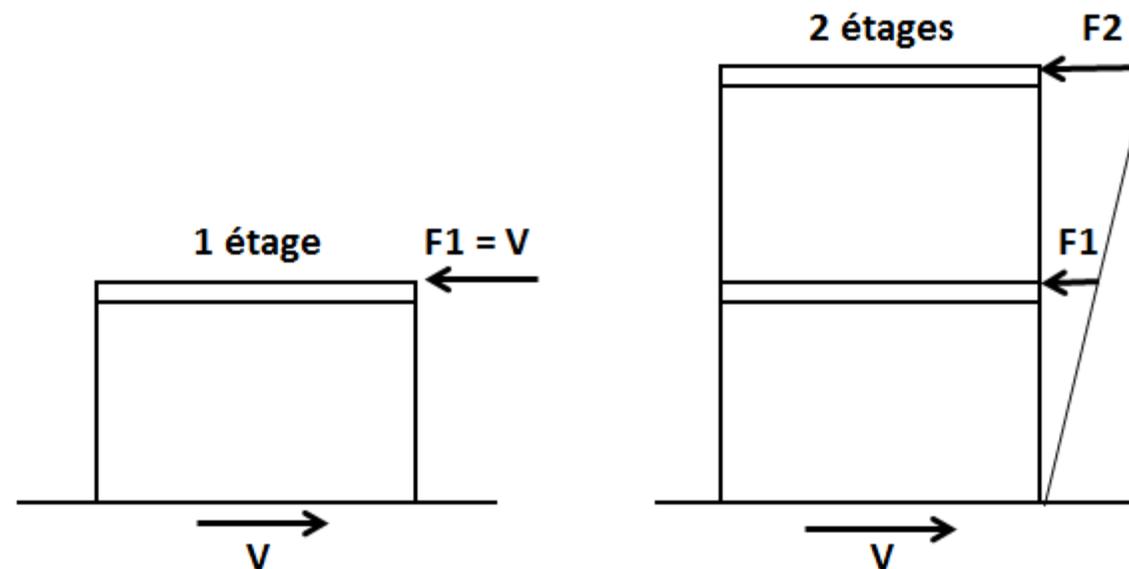


2. Critères de calcul

Charges latérales – Séisme

Force statique équivalente (CNB1-4.1.8.11)

$$V = \frac{S(T_a) M_V I_E W}{R_d R_o} = K \cdot W$$



2. Critères de calcul

Charges latérales – Séisme

Charges et effets dus aux séismes (CNB1-4.1.8)

- Méthode de la force statique équivalente (CNB1-4.1.8.11)

Seulement si au moins 1 des 3 conditions est respectée (CNB1-4.1.8.7):

1. $I_E F_a S_a(0,2) < 0,35$?
 2. Structure régulière dont $h \leq 60$ m **ET** $T_a \leq 2$ sec ?
 3. Structure irrégulière du type 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 8 **ET** $h \leq 20$ m **ET** $T_a \leq 0,5$ sec ?
- Méthode d'analyse dynamique (CNB1-4.1.8.12)

2. Critères de calcul

Charges latérales – Séisme

Force statique équivalente (CNB1 – 4.1.8.11.2)

$$V = \frac{S(T_a)M_V I_E W}{R_d R_o}$$

$$V_{min} = \frac{S(4,0)M_V I_E W}{R_d R_o}$$

$$V_{max} = \max \left[\frac{2}{3} x \frac{S(0,2)I_E W}{R_d R_o} ; \frac{S(0,5)I_E W}{R_d R_o} \right]$$

2. Critères de calcul

Charges latérales – Séisme

Calcul de W (4.1.8.2)

- *Charge permanente*, telle que définie à l'article 4.1.4.1. sans qu'il soit nécessaire que la charge minimale due au *cloisons*, définie au paragraphe 4.1.4.1.3), soit supérieure à 0,5 kPa, plus les charges suivantes : 25% de la charge de calcul de la neige spécifiées à la sous-section 4.1.6., plus le contenu de tout réservoir et 60% du poids du stockage pour les aires de stockage, à l'exception des *garages de stationnement* (voir la note A-4.1.8.2.1)

2. Critères de calcul

Charges latérales – Séisme

Coefficients R_d et R_o (Tableau 4.1.8.9 CNB 2015)

- Pour les murs travaillant en cisaillement cloués:

Panneaux dérivés du bois :

$$R_d = 3,0 \text{ et } R_o = 1,7$$

- Pour les murs travaillant en cisaillement :

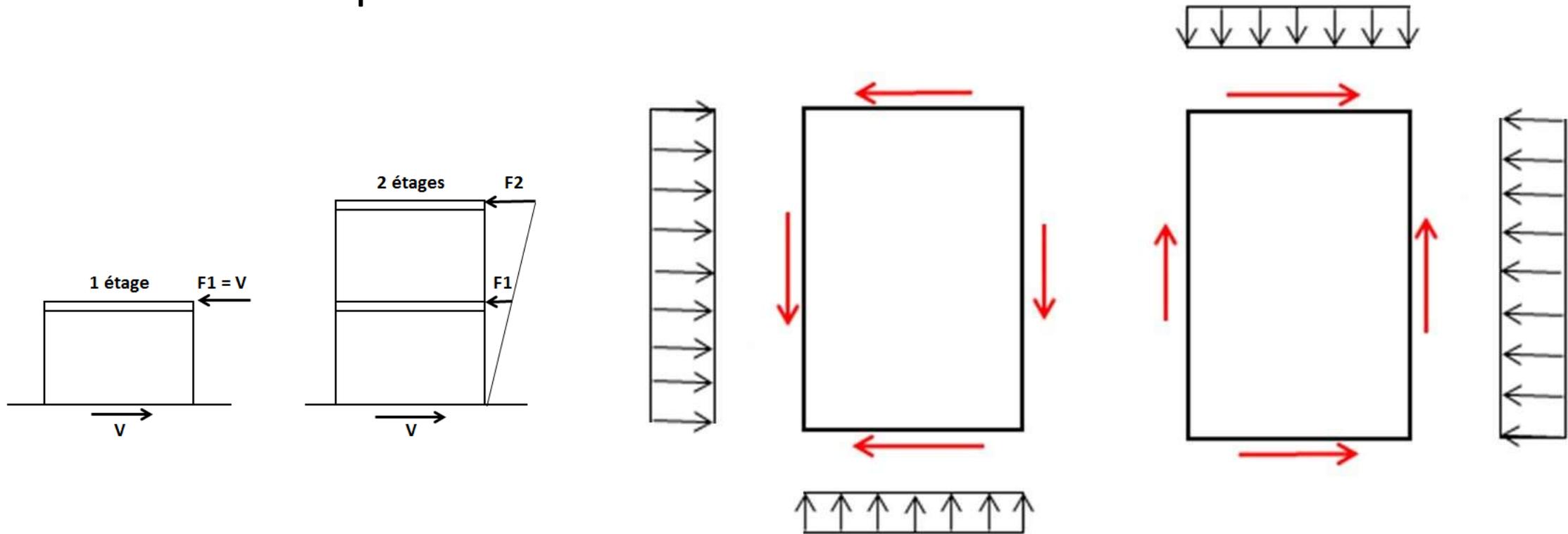
Combinaison de panneaux dérivés du bois et plaques de plâtre :

$$R_d = 2,0 \text{ et } R_o = 1,7$$

2. Critères de calcul

Charges latérales – Séisme

Force sismique

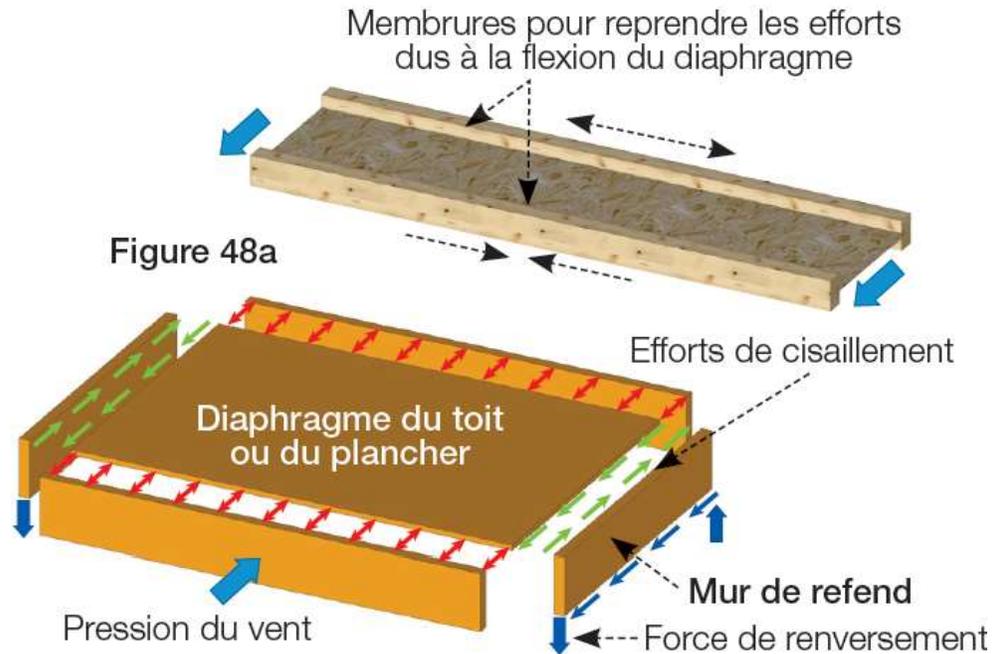


2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent/Séisme

Répartition sur les murs de refend

Diaphragme flexible



Diaphragme rigide

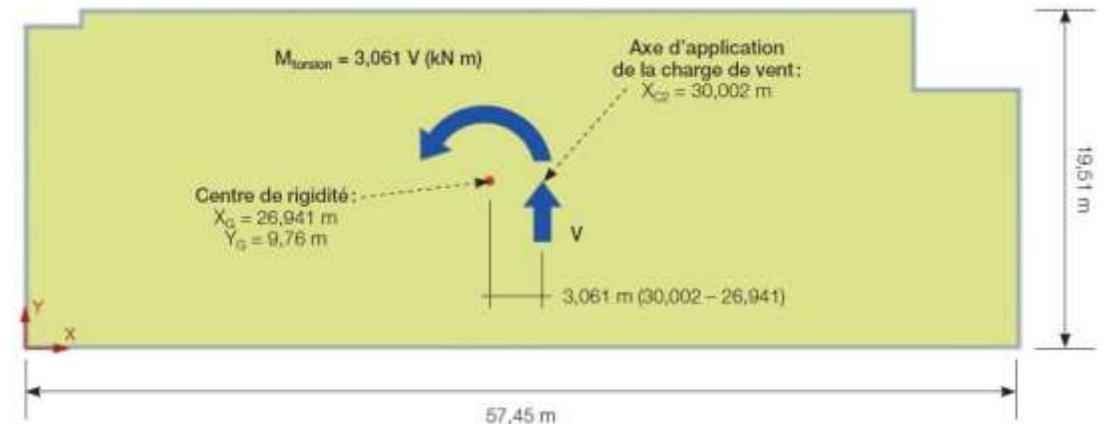
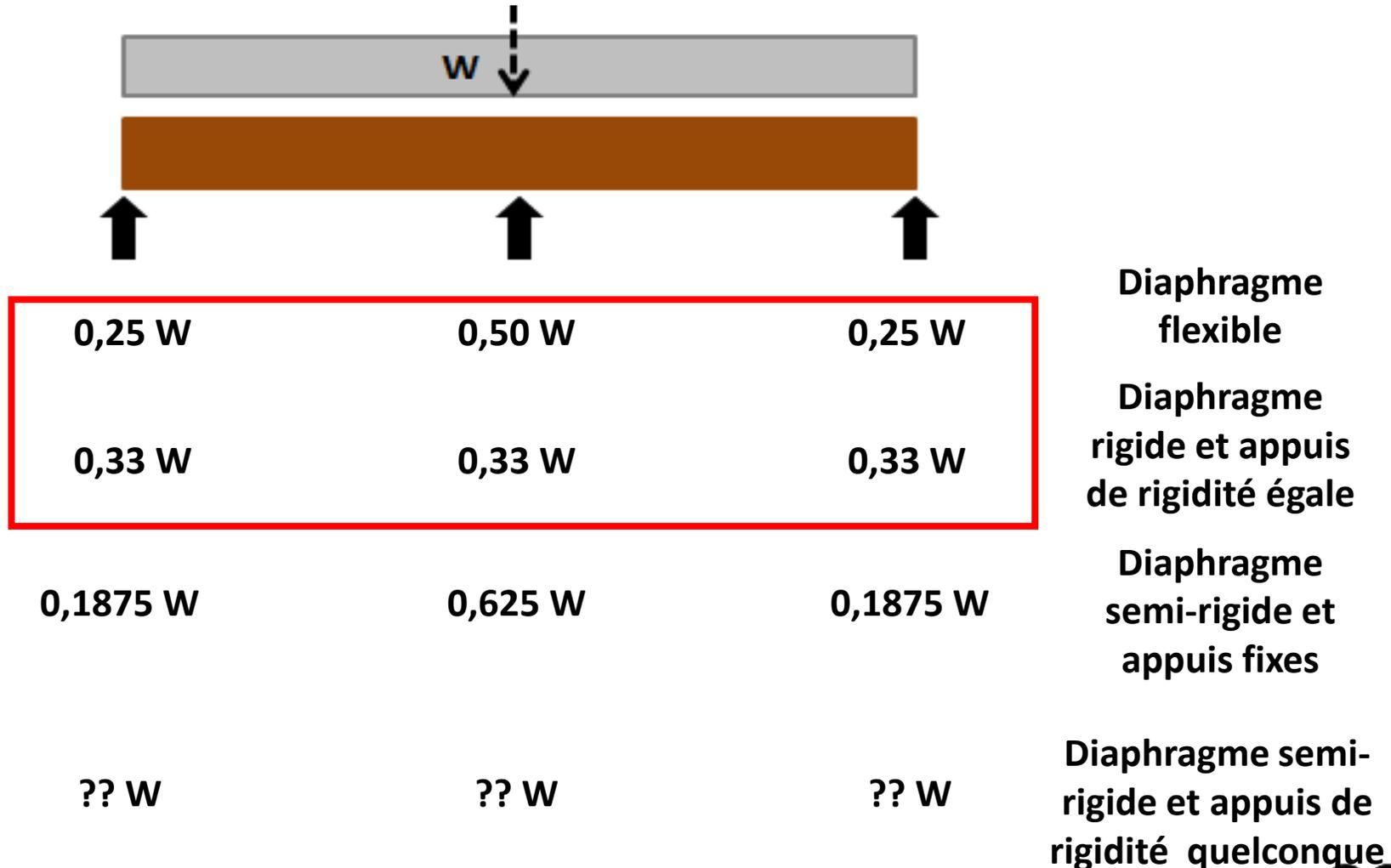


FIGURE 12 • Moment de torsion

2. Critères de calcul

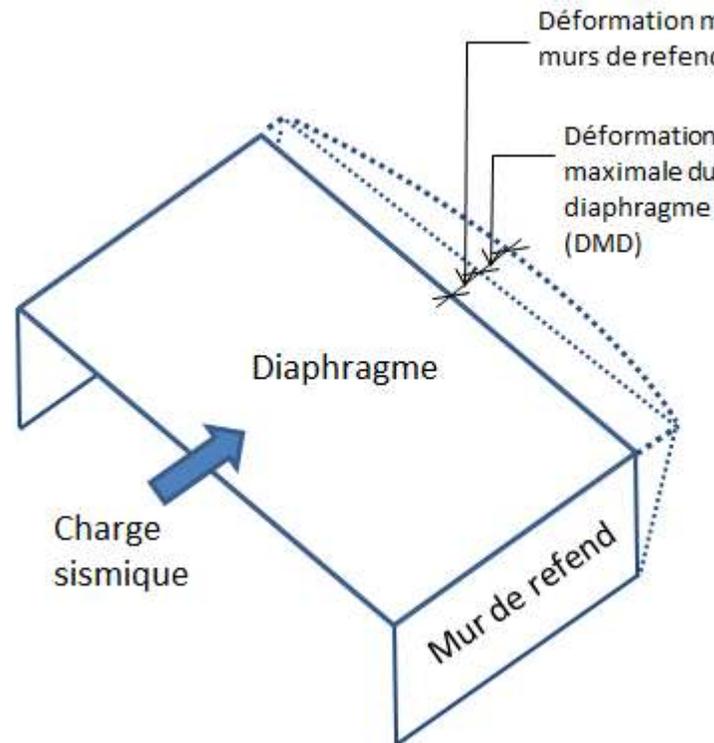
Charges latérales – Vent/Séisme



2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent/Séisme

Diaphragme flexible ou rigide ?



Si la déformation du diaphragme
> 2 x la déformation moyenne des murs
de refend => **Diaphragme flexible**

Si la déformation du diaphragme
< 0,5 x la déformation moyenne des
murs de refend => **Diaphragme rigide**

Référence : Diaphragm Flexibility, Conseil canadien du bois

2. Critères de calcul

Charges latérales – Vent/Séisme

- Calcul des charges dans les murs de refend selon l'approche « enveloppe »
 - => Diaphragme flexible (répartition des charges selon la surface tributaire)
 - => Diaphragme rigide (répartition des charges selon la rigidité relative des murs de refend)
- Charge due au vent et sismique

2. Critères de calcul

Pondération des charges

Combinaisons des charges (Tableau 4.1.3.2.A CNB 2015)

Vent :

- $(1,25D \text{ ou } 0,9D) + \mathbf{1,4W} + (0,5L \text{ ou } 0,5S) \Rightarrow$ États limites ultimes
- $1,0D + 1,0W + (0,5L \text{ ou } 0,5S) \Rightarrow$ États limites de tenue en service

Séisme:

- $1,0D + \mathbf{1,0E} + 0,5L + 0,25S \Rightarrow$ États limites ultimes et de tenue en service

2. Critères de calcul

Déformations

4.1.3.5.3, CNB 2015

- Limite de déformation entre étages due aux charges de vent $\leq H_S / 500$

4.1.8.13, CNB 2015

- Limite de déformation entre étages due aux charges sismiques (sauf bâtiments de protection civile) :

Déformation théorique $\times R_D R_O / I_E \leq H_S / 40$

Déformation théorique $\leq H_S / 40 (R_D R_O / I_E)$

Plan de la présentation

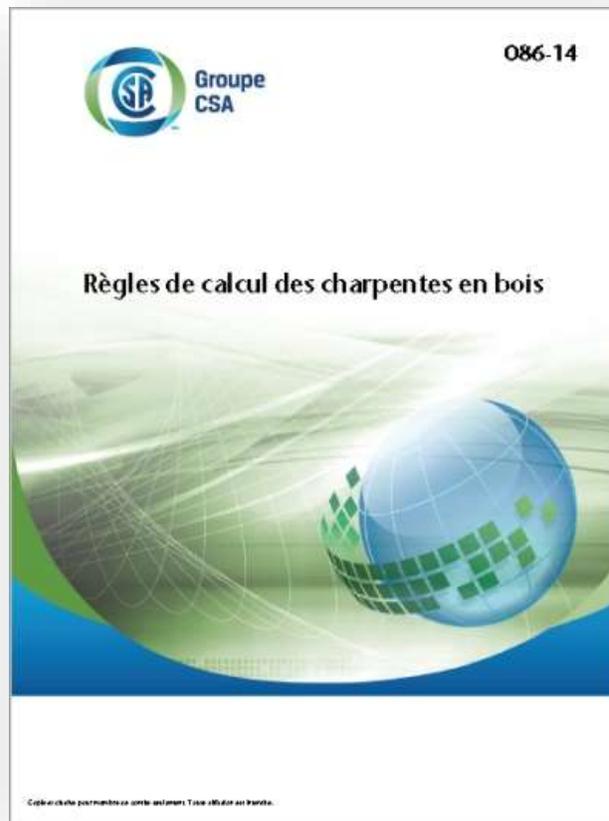
Introduction aux SRFL

1. Principes de conception
2. Critères de calcul
3. Dimensionnement – Murs de refend et diaphragmes
 - a) Généralités
 - b) Murs de refend
 - c) Diaphragmes

3a. Murs de refend et diaphragmes

Généralités

CSA O86-14 => Chapitre 11



MCCB 2018 => Section 8



3a. Murs de refend et diaphragmes

Généralités

Revêtement structuraux en bois (11.2, CSA O86-14)

- Contreplaqué en sapin Douglas (CSA O121)
- Contreplaqué en bois de résineux canadiens (CSA O151)
- OSB (CSA O325)

Dimension des panneaux et des éléments d'ossature (11.5.3, CSA O86-14)

- Panneaux de 1200 x 2400 mm ou plus, sauf qu'il est possible d'utiliser des feuilles plus petites près de la bordure.
- Les panneaux de moins de 300 mm de largeur doivent être pourvus d'entremises à tous les joints
- Conserver un espace minimal de 2 mm entre les panneaux afin de compenser le gonflement
- Éléments d'ossature d'au moins 38 mm de largeur et espacés d'au plus 610 mm

3a. Murs de refend et diaphragmes -

Généralités

Clouage (11.5.3.4, CSA O86-14)

- Poser les clous à au moins 9 mm de la rive des panneaux de bois
- Clouage le long des éléments intermédiaires d'ossature à un entraxe de 300 mm
- Ne pas enfoncer les clous dans le revêtement en panneau de bois au-delà de 15 % de l'épaisseur du panneau

11.5.3.4 Fixation du revêtement

Les éléments périphériques doivent être adéquatement assemblés aux coins et les entures sur les éléments doivent être réalisés de façon adéquate. Des attaches doivent être disposées sur le pourtour de chaque panneau, à au moins 9 mm de la rive de l'ossature et de la rive du panneau. Ces attaches doivent être espacées d'au moins 50 mm et d'au plus 150 mm. Les attaches le long des éléments d'ossature intermédiaires doivent être espacées d'au plus 300 mm. Les attaches doivent être enfoncées fermement dans les éléments d'ossature sans toutefois perforer le revêtement. Dans le cas des panneaux structuraux en bois, les attaches ne doivent pas être enfoncées de plus 15 % de l'épaisseur du panneau.

Dans un mur de refend où les attaches sont sollicitées en double cisaillement avec le panneau placé entre les éléments d'ossature, tous les éléments d'ossature et le panneau central doivent être raccordés à l'aide d'attaches ayant une pénétration suffisante et toujours espacées de la même distance. Il doit y avoir un espacement minimal de 3 mm entre les panneaux adjacents. Aux joints entre les panneaux, des attaches supplémentaires, non soumises au cisaillement double, doivent être ajoutées pour empêcher les montants de se détacher (voir la [figure 11.5.3.4](#)).

3a. Murs de refend et diaphragmes

Généralités

- Diamètre des clous à respecter
- Clous selon ASTM F 1667
- La résistance des murs de refend et des diaphragmes est fonction du type de clou (diamètre et longueur)



Panneau OSB 12 mm
et ossature SPF

Type de clou	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Résistance latérale unitaire du clou, n_u (N)	Diminution de résistance par rapport au clou ordinaire
Ordinaire (8d)	2½ po	0.128 po	618	
Pneumatique	2½ po	0.120 po	569	-8%
Pneumatique	2½ po	0.113 po	526	-14%
Pneumatique	2½ po	0.102 po	459	-26%

Plan de la présentation

Introduction aux SRFL

1. Principes de conception
2. Critères de calcul
3. Dimensionnement – Murs de refend et diaphragmes
 - a) Généralités
 - b) Murs de refend
 - c) Diaphragmes

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Généralités

- La résistance pondérée au cisaillement d'un mur de refend = Σ des résistances pondérées au cisaillement des segments de murs (11.3.3.1, CSA O86-14)
- Segments de murs (11.3.3.2, CSA O86-14)
 - Lorsque la hauteur du segment de mur de refend H_S , mesurée à partir du dessous de la lisse basse jusqu'au dessus de la sablière est supérieure à 3,5 fois la longueur du segment de mur de refend, L_S , on n'inclut pas le segment dans le calcul de la résistance
- Murs sans entremises (11.4.4, CSA O86-14)
 - Panneaux de bois disposés à l'horizontale ou à la verticale
 - Hauteur maximale de mur (H_S) est de 4,88 m
 - $H_S / L_w \leq 2$
 - Résistance des murs corrigée par le coefficient J_{US} (Tableau 11.4.4, CSA O86-14)

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Généralités

- Contribution des panneaux de gypse (11.5.4, CSA O86-14)
 - Placoplâtre de type X (résistant au feu) (11.2.2, CSA O86-14)
 - Doivent être utilisés en combinaison avec des panneaux de bois
 - Ossature à plate-forme et hauteur d'étage $\leq 3,6$ m
 - La contribution du placoplâtre dans la résistance totale du mur de refend ne doit pas dépasser les pourcentages du Tableau 11.8.8 (CSA O86-14) pour la charge sismique
 - Exemple pour un bâtiment de 2 étages
 - 1^{er} étage : 60%
 - 2^{ième} étage: 80 %
 - Les panneaux de gypse ne doivent pas être considérés dans le calcul de la résistance en cisaillement des murs de refend si la déformation horizontale inter-étage dépasse 1% de la hauteur de l'étage sous la charge sismique (11.8.8, CSA O86-14)

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Généralités

– Contribution des panneaux de gypse

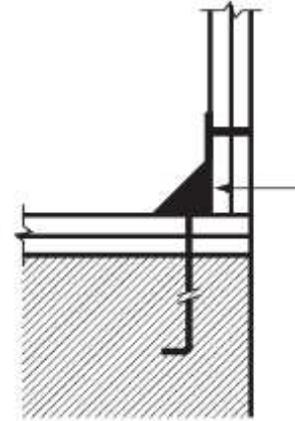
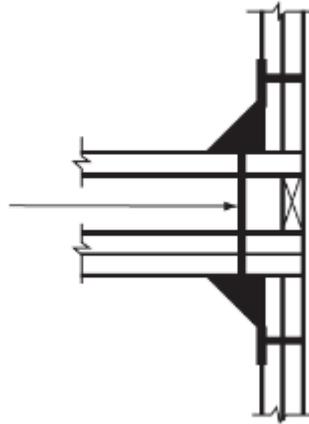
- Pour les bâtiments de plus de 4 étages, la contribution des panneaux de gypse ne doit pas être considérée dans le calcul de la résistance des murs de refend pour la charge sismique (11.8.8, CSA O86-14)
- Lorsque la déformation horizontale inter-étage sous la charge sismique excède 1% de la hauteur de l'étage, la résistance des montants des murs porteurs doit être calculée sans tenir compte des panneaux de gypse comme support latéral pour prévenir le flambage. En alternative, des entremises additionnelles peuvent être ajoutées (11.8.9, CSA O86-14)
- $R_d = 2,0$ et $R_o = 1,7$ (Tableau 11.8.1, CSA O86-14)

3b. Dimensionnement

Murs de refend

- Ancrages de retenue

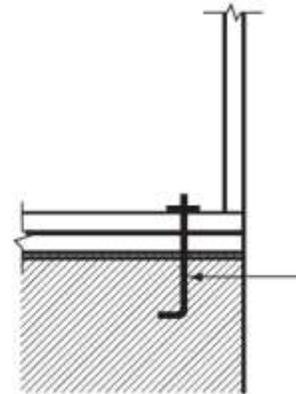
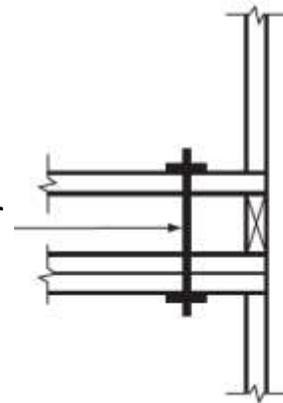
Ancrage de retenue de mur de refend à mur de refend



Ancrage de retenue de mur de refend à fondation

- Ancrages

Ancrage de mur de refend à mur de refend



Ancrage de mur de refend à fondation

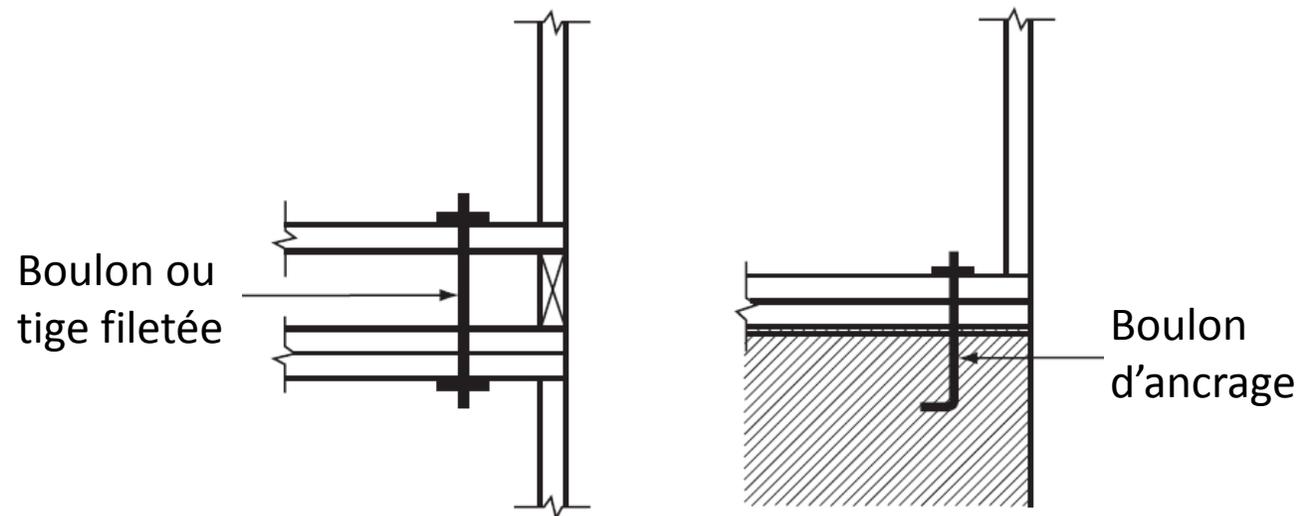


3b. Dimensionnement

Murs de refend

Coefficient J_{hd} en absence d'ancrage de retenue

- Coefficient de réduction de la résistance du mur de refend car une partie du revêtement doit servir à résister à l'effort de renversement (effort de traction)
- CSA O86-14, 11.4.5



3b. Dimensionnement

Murs de refend

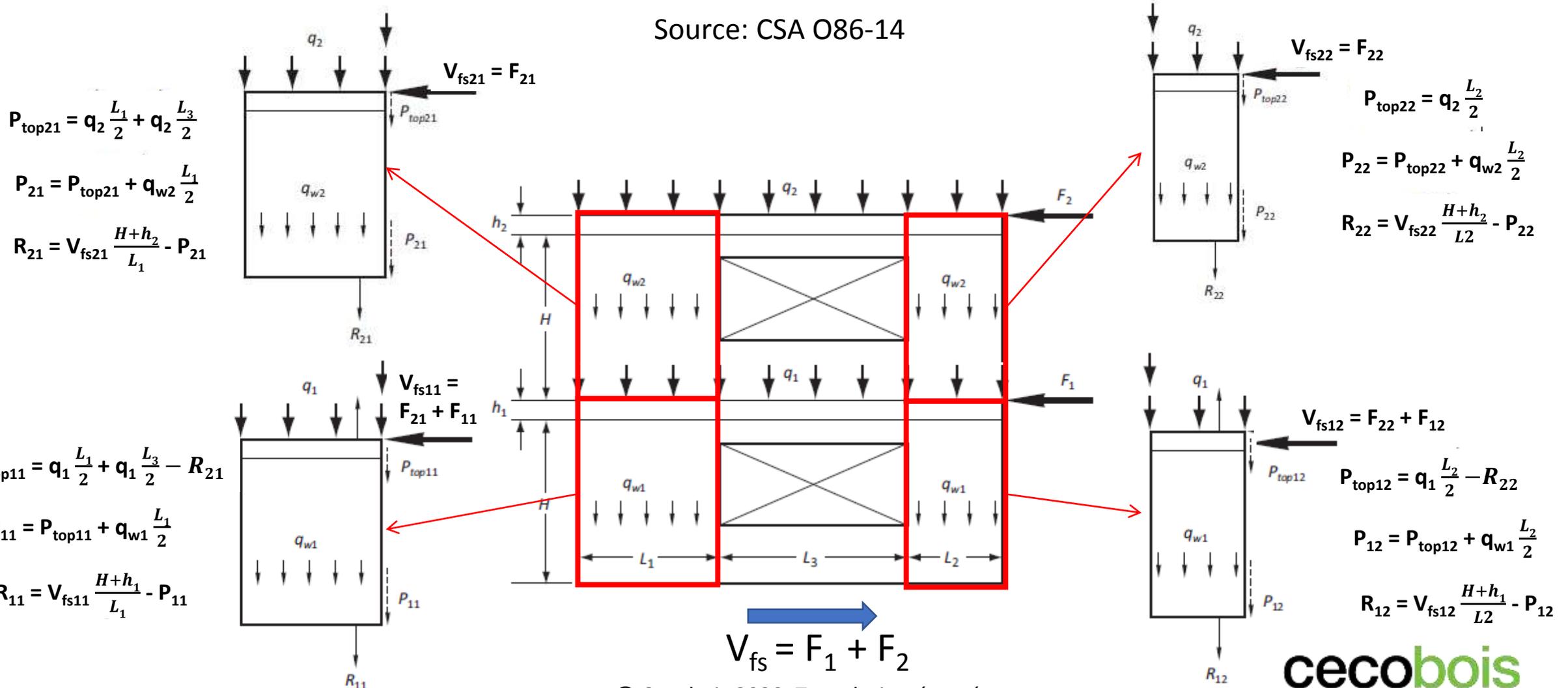
Ancrages de retenue

- Les ancrages de retenue ne sont pas nécessaires pour les segments de mur de refend où la résistance prévue est corrigée par le coefficient J_{hd} et que les conditions suivantes sont satisfaites :
 - La résistance maximale prévue au cisaillement des deux côtés du mur de refend, v_d , doit être de 10,3 kN/m;
 - Le diamètre maximal des clous doit être de 3,25 mm (clous communs de 2½” max) et leur espacement minimal en bordure des panneaux, de 100 mm;
 - La hauteur maximale du mur de refend, H_s , est de 3,6 m; et
 - L’effort de retenue pondéré du soulèvement au bas du colombage d’extrémité du segment du mur de refend, soit P_{ij} , est ≥ 0 .

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Source: CSA O86-14

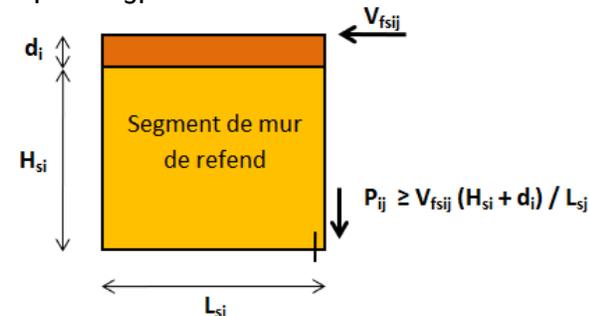


3b. Dimensionnement

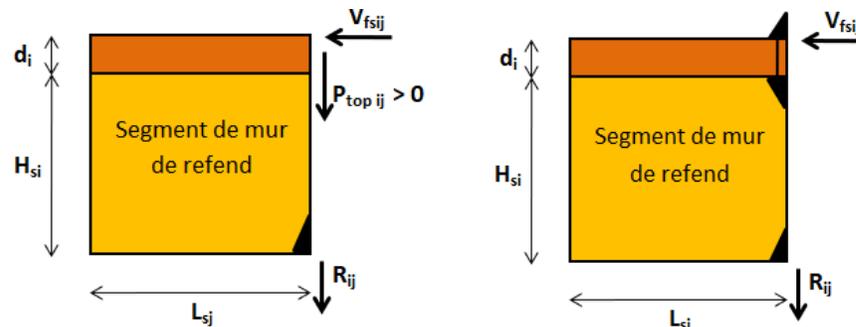
Murs de refend

Cas 1 $\Rightarrow J_{hd} = 1,0$

- Charge permanente suffisante pour résister aux effets de renforcement ($P_{ij} \geq V_{fsij} (H_{si} + d_i) / L_{sj}$), aucun soulèvement net à la base du segment de mur



- Ancrages de retenue qui résistent aux efforts de renversement à la base du mur de refend et pas de soulèvement à la partie supérieure du mur de refend; ou ancrage de retenue en bas et en haut du mur de refend

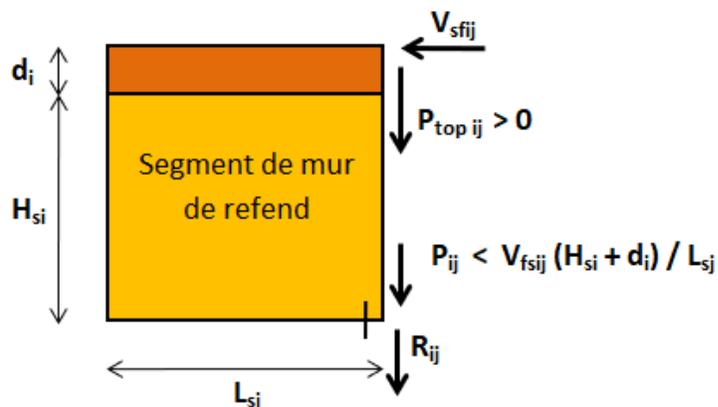


3b. Dimensionnement

Murs de refend

$$\text{Cas 2} \Rightarrow J_{hd} = (1 + 2 P_{ij}/V_{hd} + (H_{si}/L_{sj})^2)^{1/2} - (H_{si}/L_{sj}) \leq 1,0$$

- P_{ij} = effort de retenue pondéré du soulèvement au bas du colombage d'extrémité du segment
- V_{hd} = somme des résistances pondérées au cisaillement des deux côtés du segment de mur de refend en utilisant $J_{hd} = 1$
$$= (v_{rs} + v_{rg}) \times L_s \quad (\text{kN})$$
- H_{si} = hauteur du segment de mur de refend depuis le bas de la lisse basse jusqu'au dessus de la sablière (m)
- L_{sj} = longueur du segment de mur de refend (m)

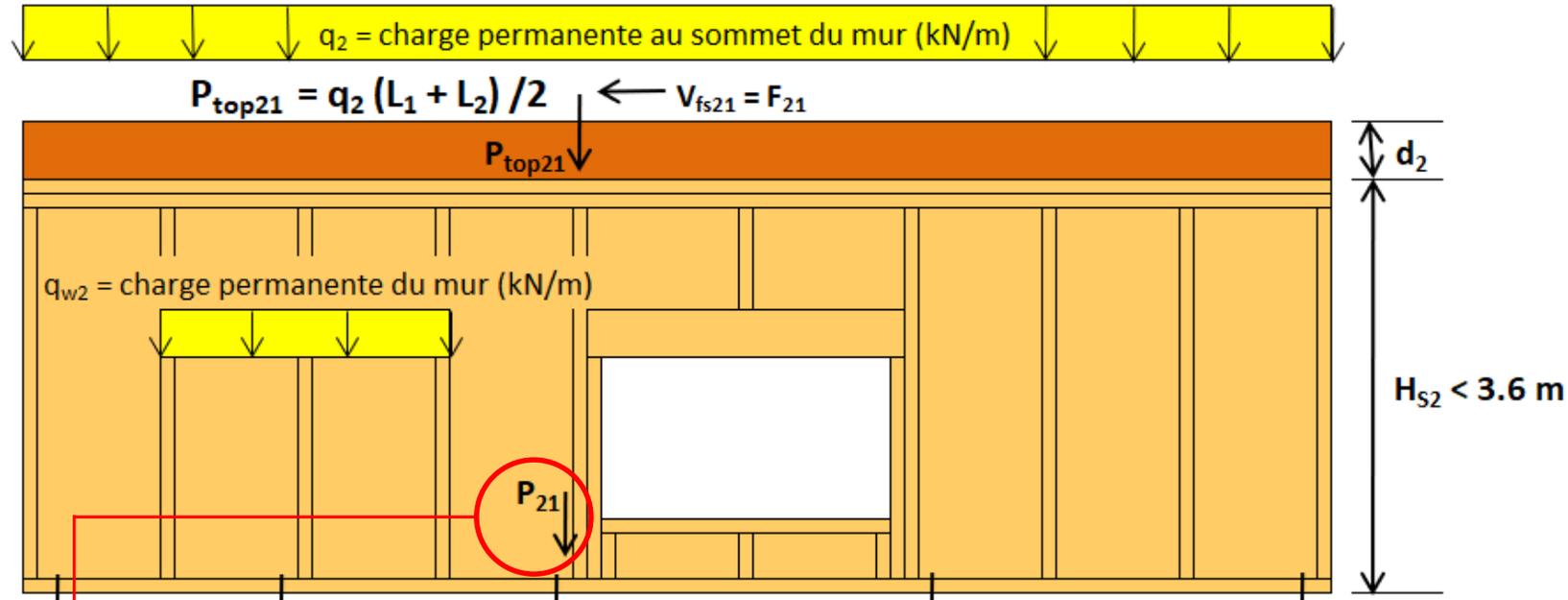


- Lorsqu'il n'y a pas d'effet net de soulèvement à la partie supérieure du segment de mur de refend ($P_{top} > 0$) et qu'il n'y a pas d'ancrage de retenue au bas du segment de mur de refend permettant de résister au renversement (ce cas s'applique généralement à l'étage supérieur du bâtiment)

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Segments de mur - Étage supérieur



Résistance en cisaillement
du segment ($J_{hd} = 1,0$)

$$J_{hd} = (1 + 2 P_{ij} / V_{hd} + (H_{si} / L_{sj})^2)^{1/2} - (H_{si} / L_{sj}) \leq 1,0$$

$$P_{21} = P_{\text{top21}} + q_{w2} L_1 / 2$$

$$R_{21} = V_{\text{fs21}} (H_{s2} + d_2) / L_1 - P_{21}$$

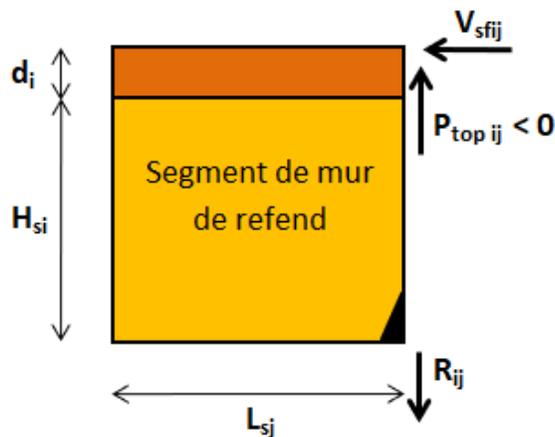
3b. Dimensionnement

Murs de refend

$$\text{Cas 3} \Rightarrow J_{hd} = (V_{hd} + P_{topij}) / V_{hd} \leq 1,0$$

- P_{topij} = effort de retenue pondéré du soulèvement au sommet du colombage d'extrémité du segment ($P_{topij} \leq 0$)
- V_{hd} = somme des résistances pondérées au cisaillement des deux côtés du segment de mur de refend en utilisant $J_{hd} = 1$;

$$V_{hd} = (v_{rs} + v_{rg}) \times L_{sj} \quad (\text{kN})$$

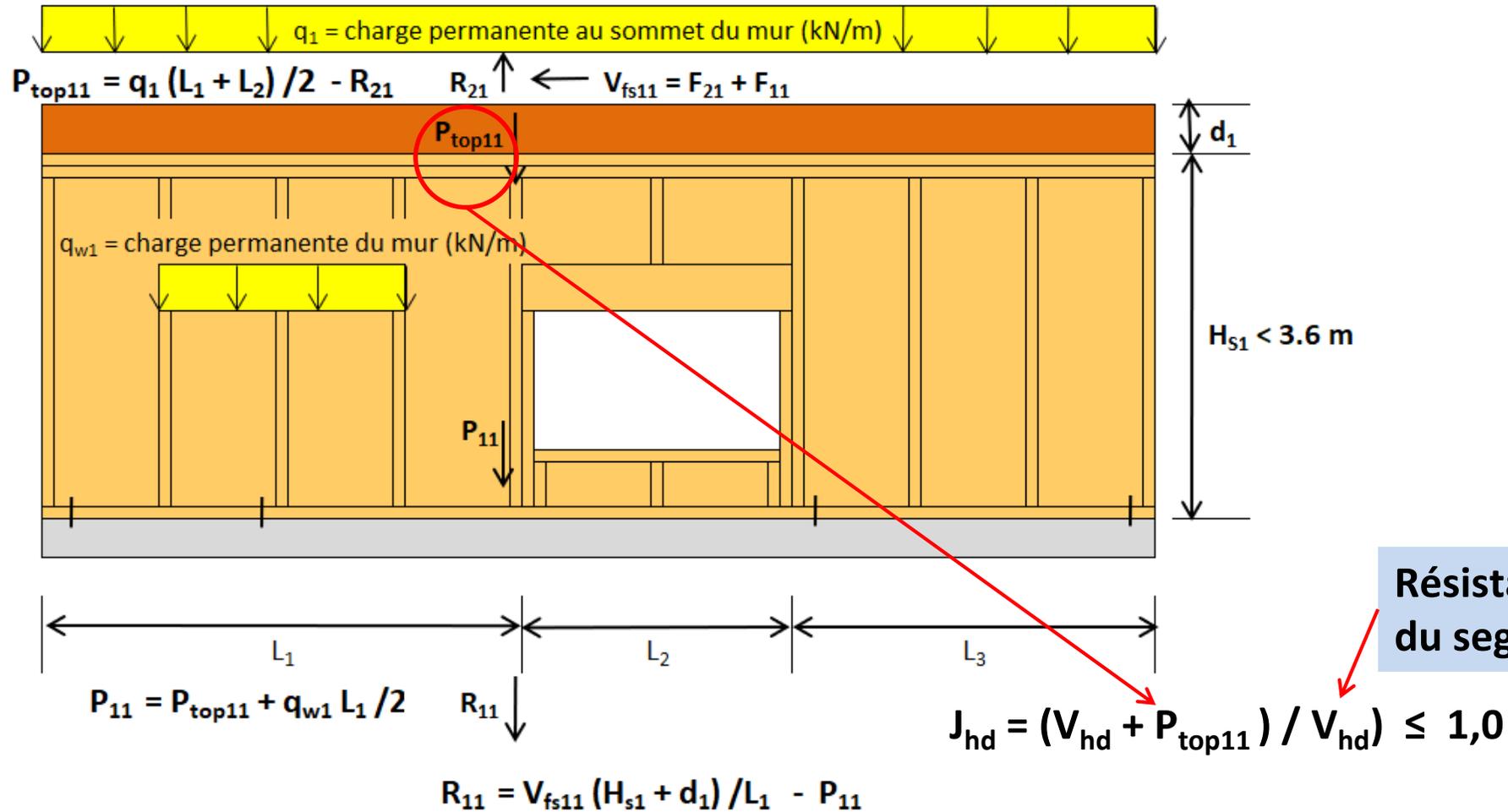


- Lorsqu'il y a un ancrage de retenue au bas du segment de mur de refend mais sans ancrage de retenue au sommet et P_{topij} est < 0 en raison des étages supérieurs (ce cas s'applique généralement aux étages inférieurs du bâtiment)

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Segments de mur - Étage inférieur



Résistance en cisaillement
du segment ($J_{\text{hd}} = 1,0$)

3b. Dimensionnement

Murs de refend

CSA O86-14 - 11.5.1

$$V_r = \Sigma V_{rs}$$

$$V_{rs} = \phi v_d J_D n_s J_{us} J_s J_{hd} L_s$$

$$\phi = 0,8$$

$$v_d = N_u / S$$

Espacement des clous le long des rives des panneaux

$$N_u = n_u (K_D K_{SF} K_T)$$

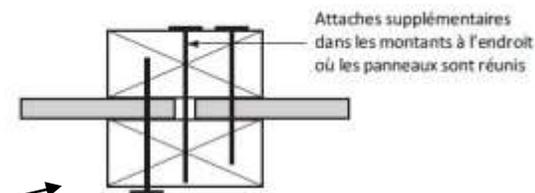
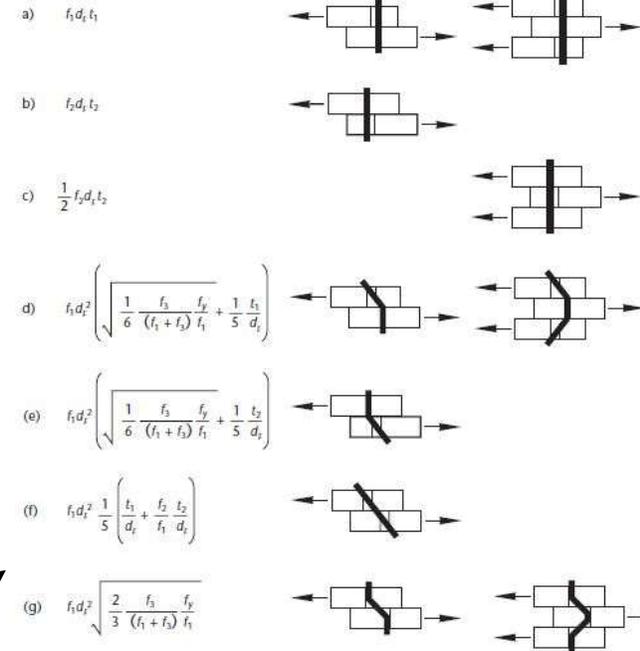
= résistance latérale des clous

J_D = coefficient clous pour mur de refend = 1,3

n_s = nombre de plans de cisaillement

O86-14

© 2015 Groupe CSA



Attaches supplémentaires dans les montants à l'endroit où les panneaux sont réunis

Figure 11.5.3.4
Attachements des panneaux centraux des murs de refend

3b. Dimensionnement

Murs de refend

CSA O86-14 - 11.5.1

$$V_r = \sum V_{rs}$$

$$V_{rs} = \phi v_d J_D n_s J_{us} J_s J_{hd} L_s$$

J_{us} => coefficient pour mur sans entremises

J_{hd} => coefficient pour absence d'ancrage de retenue

L_s => longueur du segment de mur, m

J_s => coefficient pour
espacement des clous

= 1 pour $s \geq 150$ mm

= $1 - [(150 - s) / 150]^{4,2}$

$J_s = 0,82$ ← pour 50 mm $\leq s \leq 150$ mm

3b. Dimensionnement

Murs de refend

CSA O86-14 - 11.5.1

Résistance au flambage des panneaux

$$V_{rs} = \phi v_{pb} K_D K_S K_T L_s$$

Rigidité axiale du panneau
(tableaux 9.3A, 9.3B, 9.3C)

v_{pb} = résistance au flambage du panneau le plus critique du segment, kN/m

$$= K_{pb} \frac{\pi^2 t^2}{3000b} (B_{a,0} B_{a,90})^3 \frac{1}{4}$$

a = grande dimension du
panneau = 2440 mm

b = petite dimension du
panneau = 1220 mm

où
 K_{pb} = coefficient de flambage du panneau

$$= 1,7(\eta + 1) \exp\left(\frac{-\alpha}{0,05\eta + 0,75}\right) + (0,5\eta + 0,8)$$

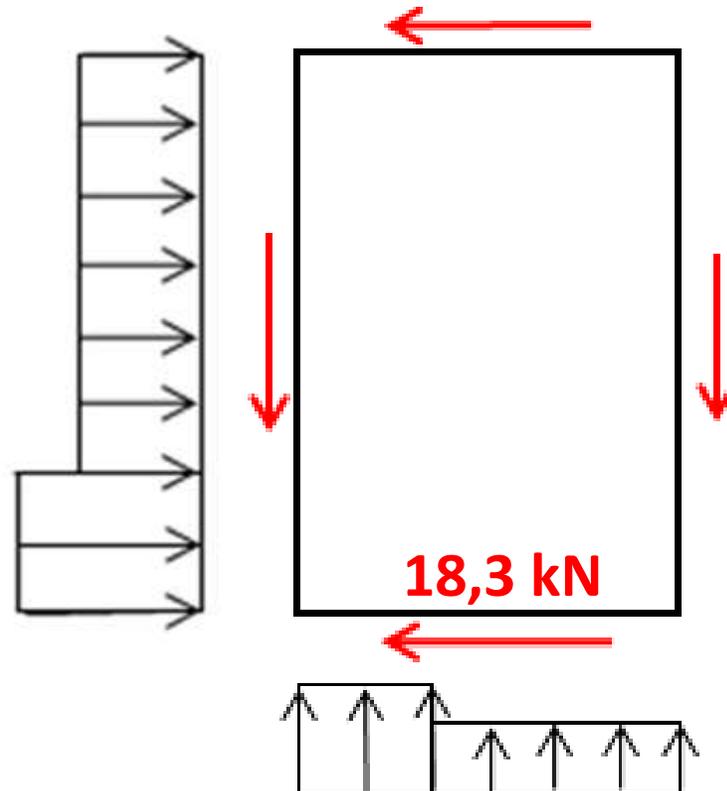
$$\alpha = \frac{a}{b} \left(\frac{B_{a,90}}{B_{a,0}}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$\eta = \frac{2 B_v}{\sqrt{B_{a,0} B_{a,90}}}$$

3b. Dimensionnement

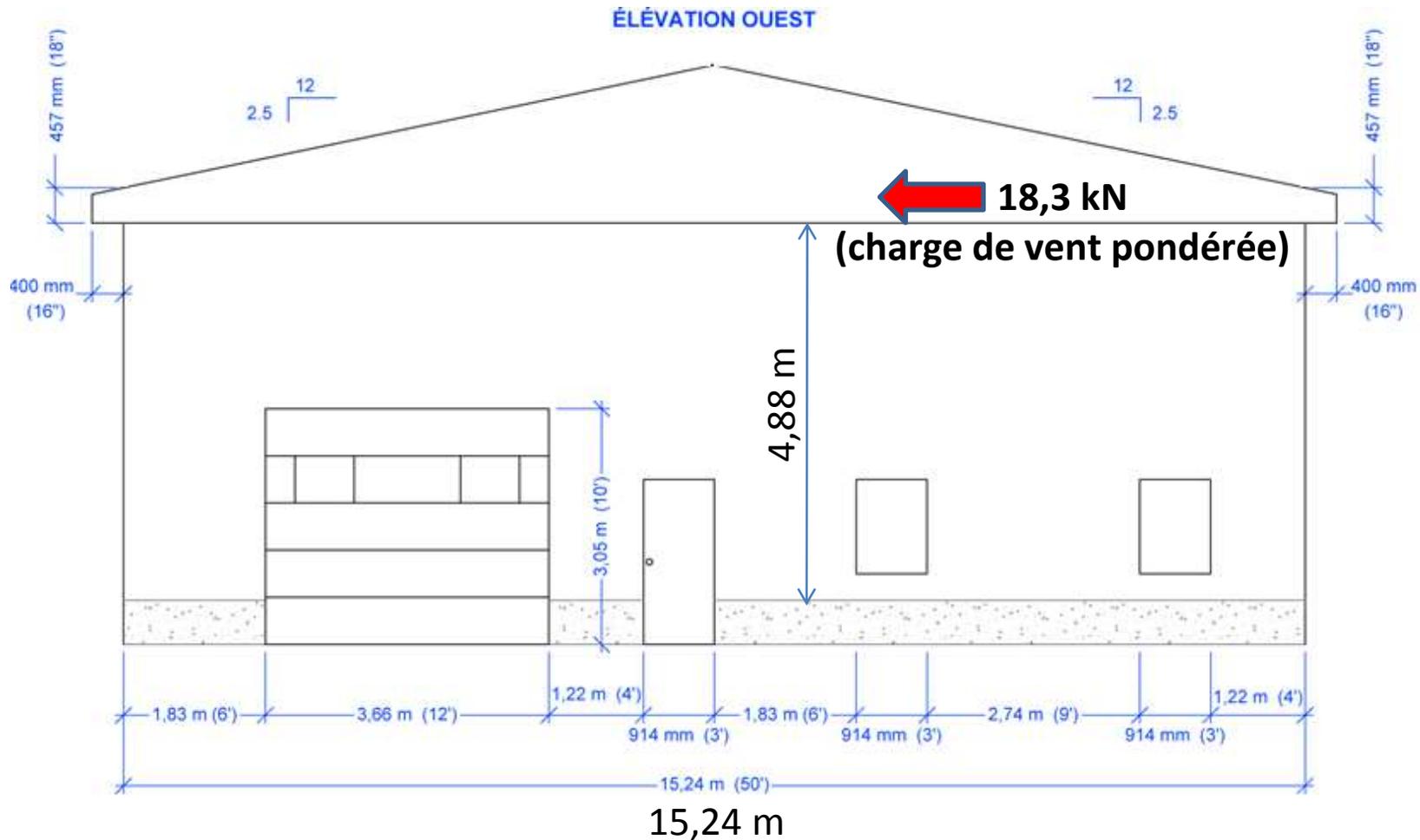
Murs de refend

Exemple (vent & risque faible)



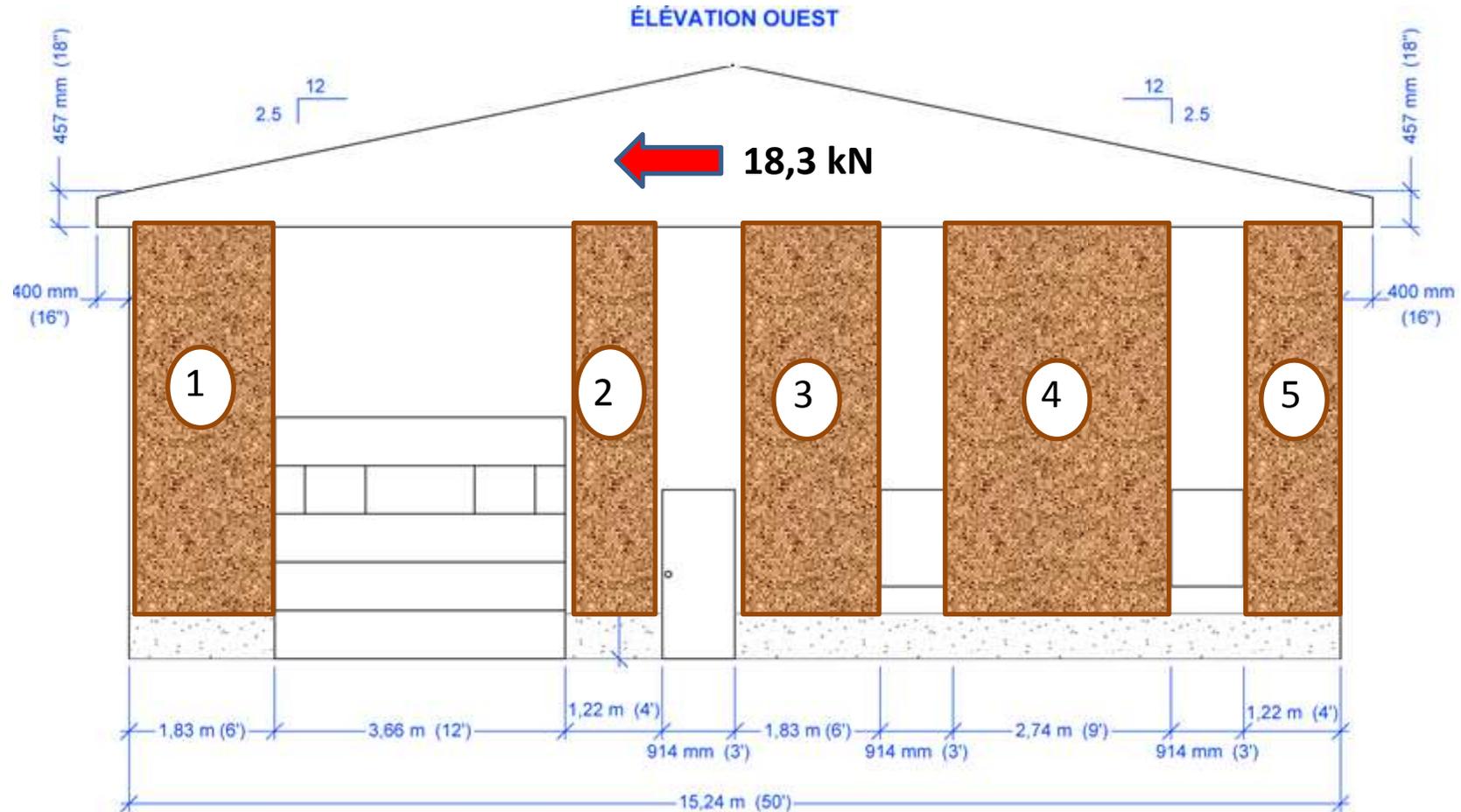
3b. Dimensionnement

Murs de refend



3b. Dimensionnement

Murs de refend



3b. Dimensionnement

Murs de refend

Composition du mur

- Revêtement OSB 11 mm (CSA O325 – 1R24/2F16), posé directement sur l'ossature
- Ossature 2x8 SPF no 2 à 610 mm c/c
- Avec entremises
- Clous à pistolet pneumatique de 2" de 2,87 mm de diamètre (0,113 po) espacés à 150 mm sur les rives.
- Avec ancrages de retenue aux extrémités des segments

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Vérification du mur de refend selon CSA
O86-14

$$V_r = \sum V_{rs} \text{ (11.5.1, O86-14)}$$

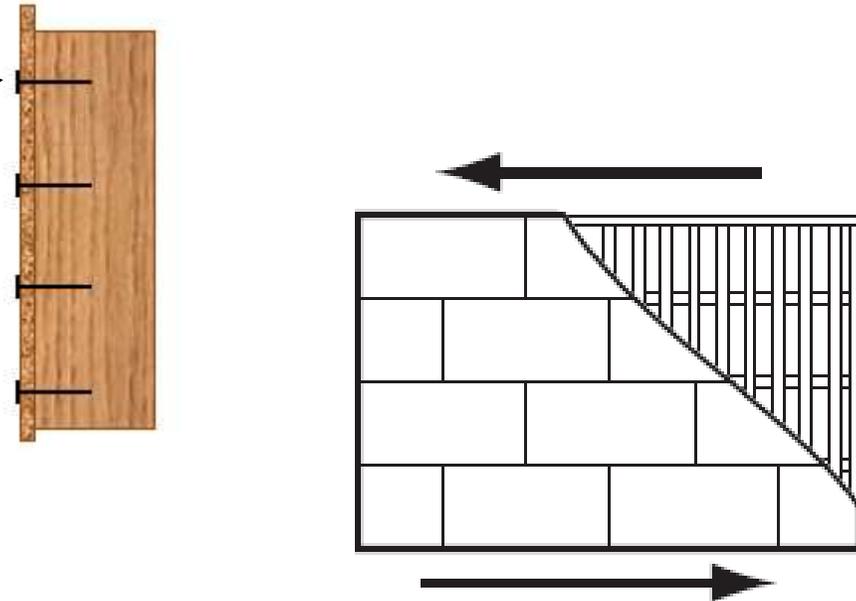
$$a) V_{rs} = \phi v_d J_D n_s J_{us} J_S J_{hd} L_s$$

- $\phi = 0,8$
- $N_u = n_u (K_D K_{SF} K_T)$
- $N_u = 507,7 (1,15 * 1,0 * 1,0) \text{ N}$
- $s = 150 \text{ mm}$
- $v_d = N_u / s = 3,89 \text{ kN/m}$
- $J_D = 1,3 \text{ (12.9.4.1)}$
- $n_s = 1,0$
- $J_{us} = 1,0 \text{ (entremises)}$
- $J_S = 1,0 \text{ (s = 150 mm)}$
- $J_{hd} = 1,0 \text{ (ancrage de retenue)}$
- $L_s = \text{longueur du segment (m)}$

$$V_{rs} = 4,05 * L_s \text{ (kN)}$$

$n_u = \min \text{ des formules 12.9.4.2}$

a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	Longueur clou (po)	
983,2	2329,9	1165,0	507,7	1022,6	662,6	622,1		2
f_1	f_2	f_3	f_y	$t_1 \text{ (mm)}$	$t_2 \text{ (mm)}$	$d_F \text{ (mm)}$	G_{panneau}	G_{montant}
31,14	20,40	22,42	656,5	11	39,8	2,87	0,42	0,42
$n_u \text{ (N)} = 507,7$ (simple cisaillement)								



3b. Dimensionnement

Murs de refend

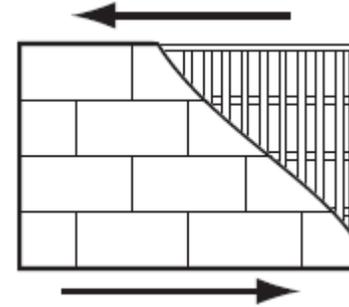
Vérification du mur de refend selon CSA O86-14

$$V_r = \sum V_{rs} \text{ (11.5.1, O86-14)}$$

$$b) V_{rs} = \phi v_{pd} K_D K_S K_T L_s$$

- $\phi = 0,8$
- $K_{pd} = 1,301$
- $v_{pd} = 16,42$
- $K_D = 1,15$ (court terme)
- $K_S = 1,0$ (milieu sec)
- $K_T = 1,0$ (non traité)
- $L_s =$ longueur du segment (m)

$$V_{rs} = 15,11 * L_s \text{ (kN)} > 4,05 * L_s \text{ (kN)}$$



Résistance au flambage du panneau (11.5.1 c)		
$V_{rs} = \phi v_{pb} K_D K_S K_T L_s$		$v_{pb} = K_{pb} (\pi^2 t^2 / 3000b) (B_{a,0} B_{a,90})^{3/4}$
$\alpha =$	1,861	$v_{pb} = 16,42$
$\eta =$	0,529	$K_{pb} = 1,301$
a (mm) =	2440	dimension la plus grande du panneau
b (mm) =	1220	dimension la plus petite du panneau
$B_{a,0}$ (N/mm) =	48000	Rigidité axiale, Tableau 9.3C
$B_{a,90}$ (N/mm) =	36000	Rigidité axiale, Tableau 9.3C
B_v (N/mm) =	11000	Rigidité en cisaillement, Tableau 9.3C
t (mm) =	11,0	épaisseur du panneau = t_1
V_{rs} (kN/m) =	15,11	

3b. Dimensionnement

Murs de refend

MCCB 2018 page 613

Liste de contrôle : Murs de refend



Pour s'assurer que les résistances des tableaux conviennent au mur de refend en cours de conception, il faudra se poser les questions suivantes (le coefficient de correction approprié est indiqué entre parenthèses) :

1. L'application de la charge est-elle de « courte durée » (K_D) ?
2. Le bois sera-t-il utilisé en milieu sec et les éléments d'ossature ont-ils séché avant la fabrication (taux d'humidité $\leq 19\%$) (K_{SF} et K_S) ?
3. Le matériau est-il exempt de produits chimiques réduisant sa résistance (K_T) ?
4. Le mur de refend dérivé du bois comprend-il des entremises (J_{us}) ?
5. Y a-t-il une charge permanente suffisante pour résister au renversement ou y a-t-il des ancrages de retenue permettant de résister à tous les efforts de renversement (J_{hd}) ?

Si la réponse à une de ces questions est négative, se référer à la méthode de calcul. Sinon, utiliser les Tableaux de sélection de mur de refend tels quels.

3b. Dimensionnement

Murs de refend

MCCB 2018 page 638

Tableaux de sélection de mur de refend

Panneau dérivé du bois : OSB

Résistance pondérée au cisaillement $v_{rs}^{1,2,8}$ (kN/m)

Essence du bois de l'ossature

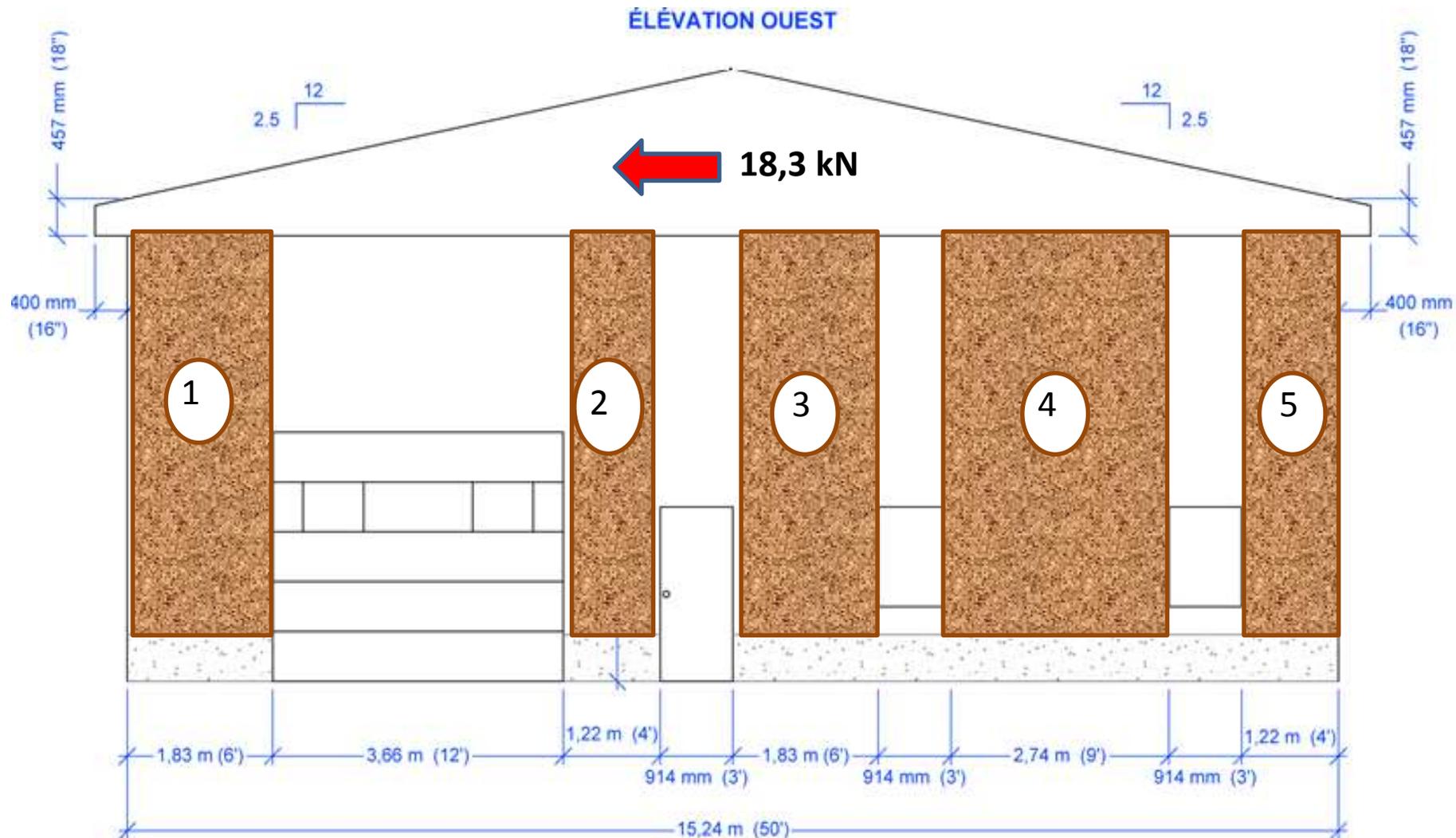
Essence du bois de l'ossature	Dimensions du clou ordinaire		Épaisseur du panneau (mm)	Panneaux posés directement sur l'ossature Espacement des clous aux rives des panneaux (mm)				
	Longueur (po)	Diamètre (mm)		150	125	100	75	50**
É-P-S	2-1/4	2.52**	9.5	3.21	3.85	4.76	6.06	7.87
			11	3.40	4.08	5.05	6.44	8.35
			12	3.53	4.24	5.25	6.68	8.67
			15	3.92	4.70	5.82	7.41	9.61
2	2.84	2.87**	9.5	3.78	4.53	5.61	7.15	9.27
			11	3.99	4.79	5.93	7.55	9.79
			12	4.13	4.96	6.14	7.82	10.1
			15	4.56	5.47	6.77	8.62	11.2
2	2.87**	2.87**	9.5	3.83	4.60	5.69	7.25	9.41
			11	4.05	4.86	6.01	7.66	9.93
			12	4.19	5.03	6.22	7.93	10.3
			15	4.62	5.54	6.86	8.73	11.5
2-1/2	3.25	3.25	9.5	4.55	5.45	6.75	8.60	10.3*
			11	4.78	5.73	7.09	9.03	11.7
			12	4.93	5.91	7.32	9.32	12.1
			15	5.39	6.46	8.00	10.2	13.2

Note 1 page 627 MCCB 2018 :

Les résistances au cisaillement dans les cellules ombragées sont gouvernées par la résistance au flambage du panneau. Par conséquent, elles ne conviennent qu'au calcul au vent et ne s'appliquent pas au calcul sismique.

3b. Dimensionnement

Murs de refend



3b. Dimensionnement

Murs de refend

	Force totale de cisaillement (kN) :				18.3
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hauteur (m)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
Longueur (m)	1.83	1.22	1.83	2.74	1.22
Ratio $H_s / L_w \leq 3,5$?	2.7	4.0	2.7	1.8	4.0
Force de cisaillement au prorata de la longueur (kN)	5.23	n.a.	5.23	7.83	n.a.
Force de cisaillement unitaire (kN/m)	2.86	n.a.	2.86	2.86	n.a.

$$\Sigma L_s = 6,4 \text{ m } (1,83 + 1,83 + 2,74)$$

$$= 18,3 \text{ kN} \times 1,83 \text{ m} / 6,4 \text{ m}$$

$$= 5,23 \text{ kN} / 1,83 \text{ m}$$

3b. Dimensionnement

Murs de refend

Vérification du mur de refend

(Avec ancrages de retenue à chaque segment de mur)

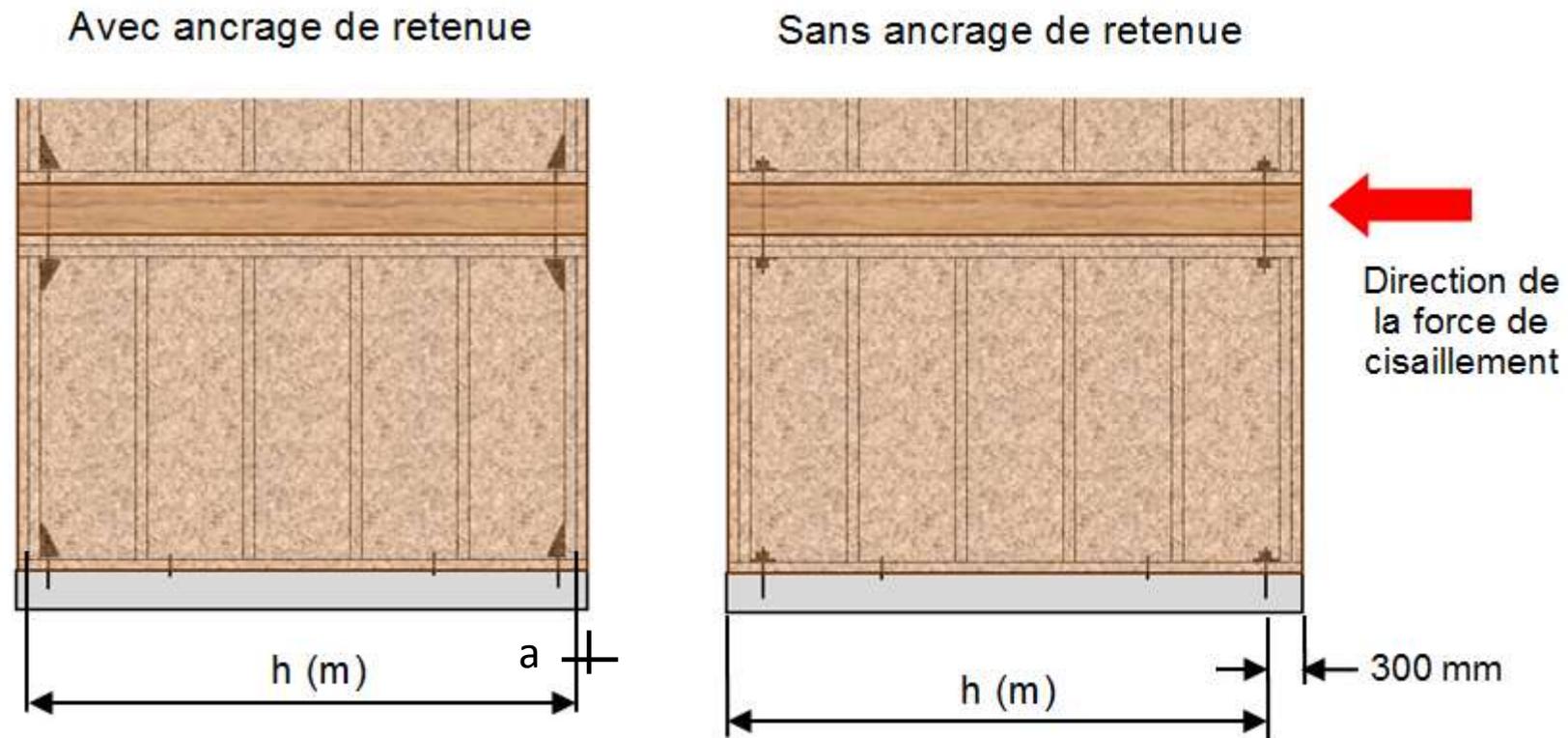
- $V_f = 2,86 \text{ kN/m}$
- $V_{rs} = 4,05 \text{ kN/m}$ (clouage du revêtement)

= OK !

3b. Dimensionnement

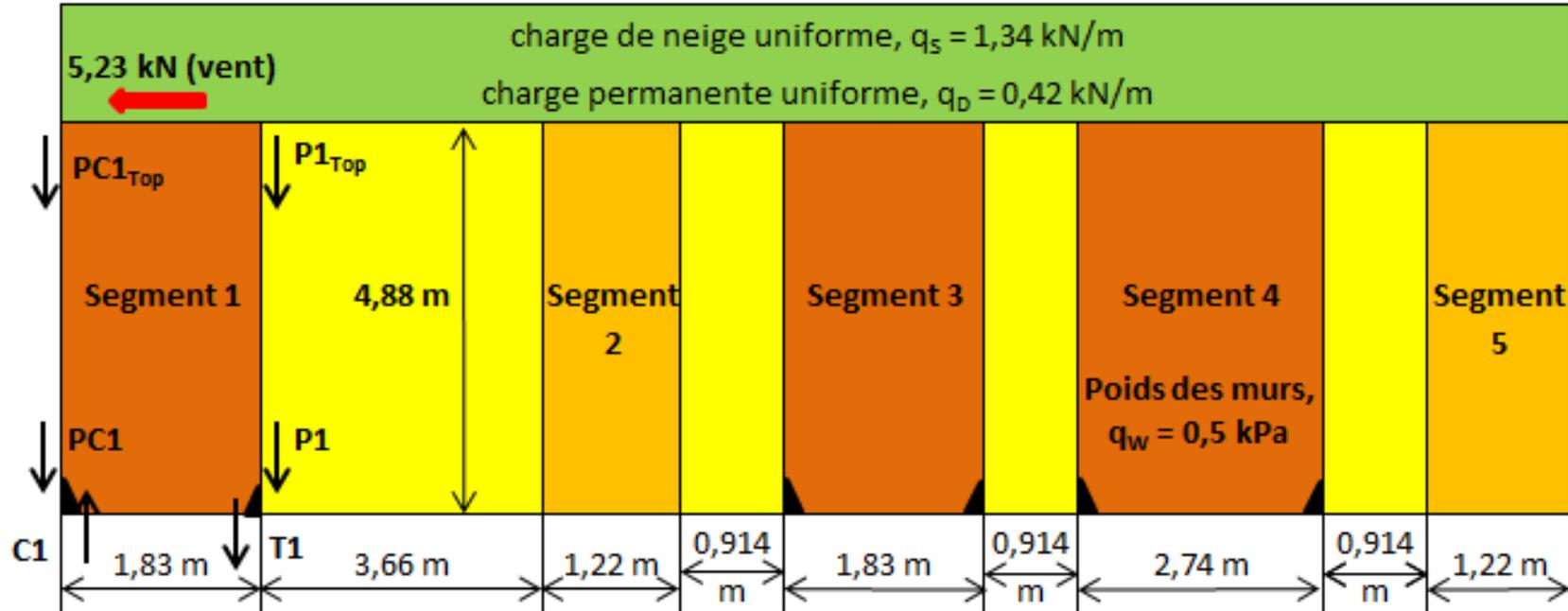
Murs de refend

Bras de levier des segments de murs (CSA O86-14, 11.5.6.1)



3b. Dimensionnement

Calcul des ancrages de retenue



Charge de Drummondville : $S_s = 2,5 \text{ kPa}$, $S_r = 0,4 \text{ kPa}$

$$S = 0,8 \times [(2,5 \text{ kPa} \times 0,8) + 0,4 \text{ kPa}] = \mathbf{1,92 \text{ kPa}}$$

$$D = \mathbf{0,6 \text{ kPa}}$$

$$q_s = 1,92 \text{ kPa} \times ((0,600 \text{ m} / 2) + 0,400 \text{ m}) = 1,34 \text{ kN/m}$$

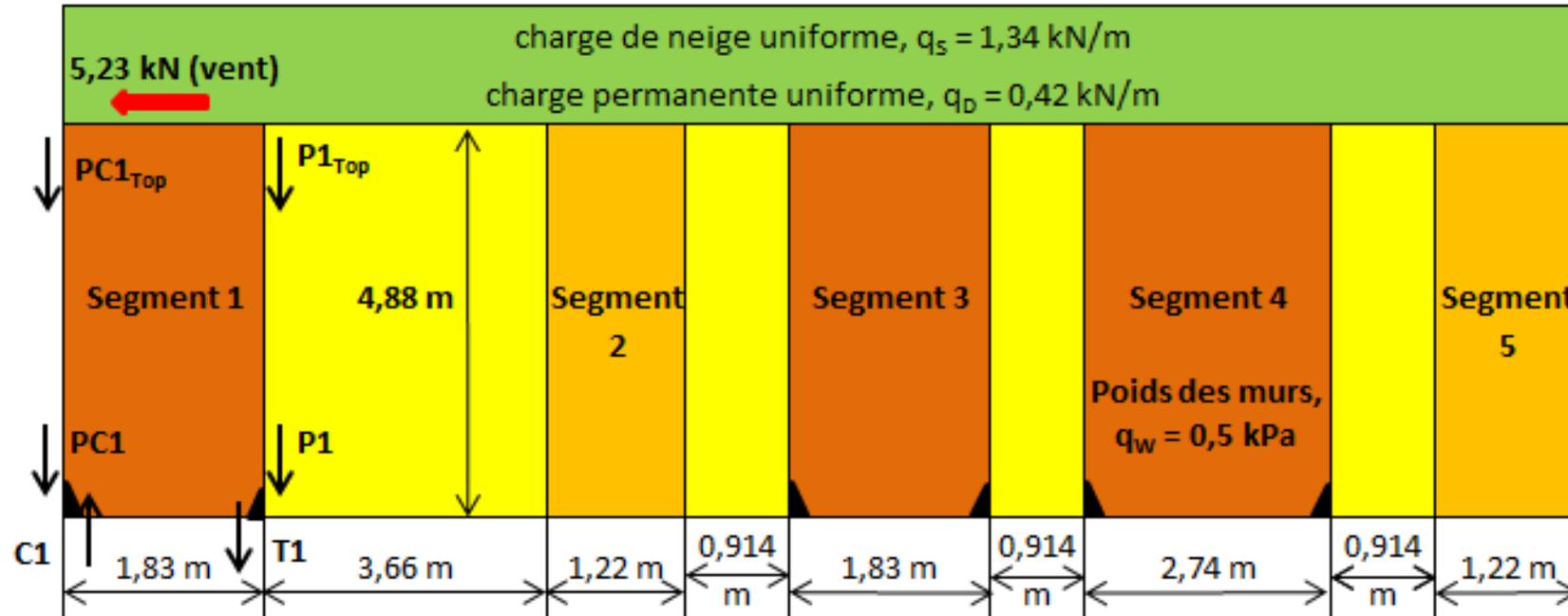
$$q_D = 0,6 \text{ kPa} \times ((0,60 \text{ m} / 2) + 0,400 \text{ m}) = 0,42 \text{ kN/m}$$

Bâtiment agricole

$I_s = 0,8$ (coefficient de risque)

3b. Dimensionnement

Calcul des ancrages de retenue



Exemple de calcul Segment 1 (Charge de vent)

Exemple de calcul du Segment 1

$$P_{1_{\text{top}}} = 0,42 \text{ kN/m} \times 0,9 \times (1,83 \text{ m} + 3,66 \text{ m}) / 2 = 1,0 \text{ kN}$$

0,9D (vent)

$$P_1 = 1,0 \text{ kN} + (0,5 \text{ kPa} \times 0,9 \times 4,88 \text{ m} \times 1,83 \text{ m} / 2) = 3,0 \text{ kN}$$

$$h = 1,83 \text{ m} - (2 \times 0,038 \text{ m}) = 1,754 \text{ m}$$

$$T_1 = (5,23 \text{ kN} \times 4,88 \text{ m} / 1,754 \text{ m}) - 3,0 \text{ kN} = \mathbf{11,5 \text{ kN}}$$

$$PC1_{\text{Top}} = [((0,42 \text{ kN/m} \times 1,25) + (1,34 \text{ kN/m} \times 0,5)) \times 1,83 \text{ m} / 2] = 1,1 \text{ kN}$$

1,25D (vent)

$$PC1 = 1,1 \text{ kN} + (0,5 \text{ kPa} \times 1,25 \times 4,88 \text{ m} \times 1,83 \text{ m} / 2) = 3,9 \text{ kN}$$

$$C_1 = (5,23 \text{ kN} \times 4,88 \text{ m} / 1,754 \text{ m}) + 3,9 \text{ kN} = \mathbf{18,4 \text{ kN}}$$

3b. Dimensionnement

Calcul des ancrages de retenue

Mur de refend  Vent

	Force totale de cisaillement (kN)				18.3
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hauteur (m)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
Longueur (m)	1.83	1.22	1.83	2.74	1.22
Ratio Hs / Ls	2.7	4.0	2.7	1.8	4.0
Force de cisaillement au prorata de la longueur (kN)	5.23	n.a.	5.23	7.83	n.a.
Force de cisaillement unitaire (kN/m)	2.86	n.a.	2.86	2.86	n.a.
a (m)	0.038	n.a.	0.038	0.038	n.a.
h (m)	1.754	n.a.	1.754	2.664	n.a.
Ouverture adjacente (m)	3.66	0.914	0.914	0.914	0
P_{top} (kN)	1.0	n.a.	0.5	0.7	n.a.
P (kN)	3.0	n.a.	2.5	3.7	n.a.
T (kN)	11.5	n.a.	12.0	10.7	n.a.
PC_{top} (kN)	1.1	n.a.	1.6	2.2	n.a.
PC (kN)	3.9	n.a.	4.4	6.4	n.a.
C (kN)	18.4	n.a.	19.0	20.7	n.a.

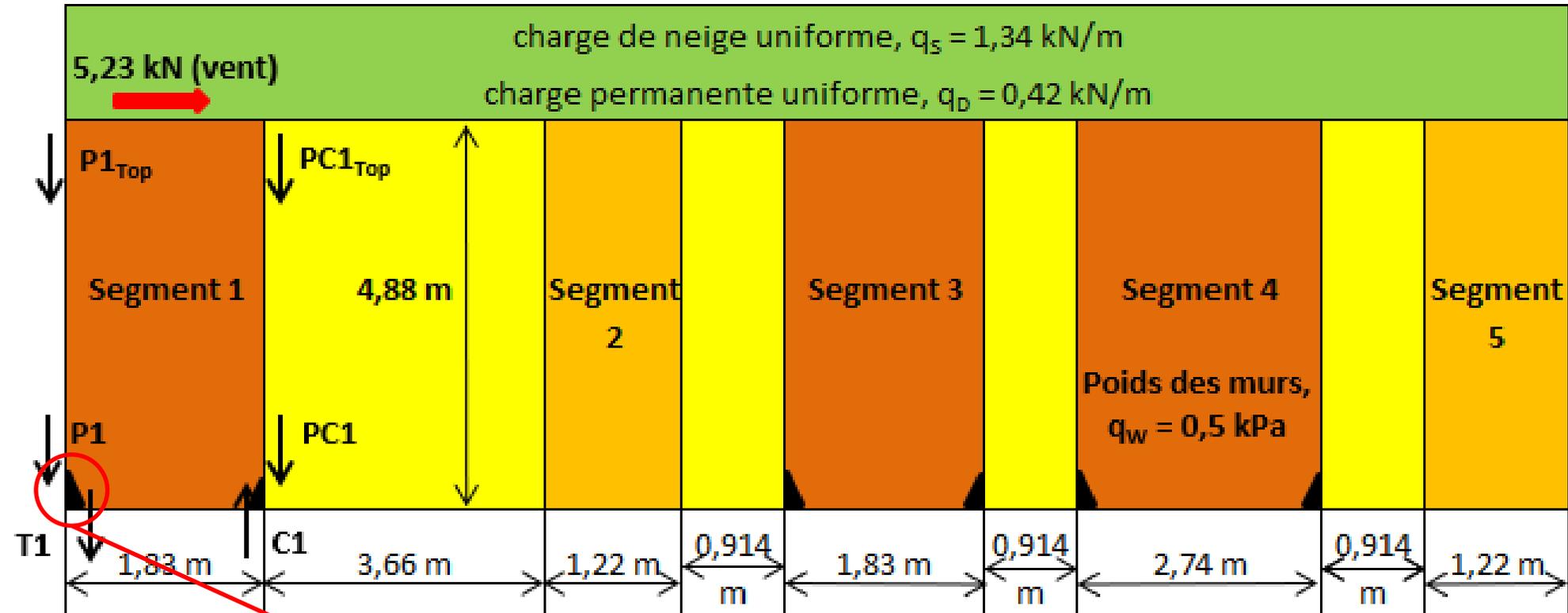
3b. Dimensionnement

Calcul des ancrages de retenue

	Mur de refend				Vent
	Force totale de cisaillement (kN)				18.3
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hauteur (m)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
Longueur (m)	1.83	1.22	1.83	2.74	1.22
Ratio Hs / Ls	2.7	4.0	2.7	1.8	4.0
Force de cisaillement au prorata de la longueur (kN)	5.23	n.a.	5.23	7.83	n.a.
Force de cisaillement unitaire (kN/m)	2.86	n.a.	2.86	2.86	n.a.
a (m)	0.038	n.a.	0.038	0.038	n.a.
h (m)	1.754	n.a.	1.754	2.664	n.a.
Ouverture adjacente (m)	0	3.66	3.66	0.914	0.914
P _{top} (kN)	0.3	n.a.	1.0	0.7	n.a.
P (kN)	2.4	n.a.	3.0	3.7	n.a.
T (kN)	12.2	n.a.	11.5	10.7	n.a.
PC _{top} (kN)	3.3	n.a.	1.6	2.2	n.a.
PC (kN)	6.1	n.a.	4.4	6.4	n.a.
C (kN)	20.6	n.a.	19.0	20.7	n.a.

3b. Dimensionnement

Calcul des ancrages de retenue



Soulèvement maximal = 12,2 kN

3b. Dimensionnement

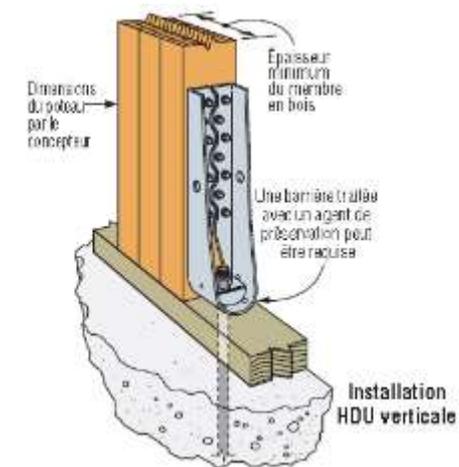
Calcul des ancrages de retenue

Ancrages Simpson



Strong-Drive® SDS ¼ po x 2 ½ po
Vis à CONNECTEUR POUR CHARGE LOURDE

Modèle No	Cal.	Dimensions (po)					Attaches		Épaisseur minimum du bois (po)	Résistance en traction pondérée (K _D = 1,15)		Fléchissement à résistance pondérée ^{7,8}
		Largeur W	Haut. H	B	C _L ¹¹	S _O	Boulon d'ancrage Diamètre (po)	Vis SDS		Douglas-Mélèze	E-P-S	
DTT2Z	14	3 ½	6 15/16	1 5/8	15/16	3/16	½	(8) ¼ po x 1 ½ po	1 ½	lb	2805	0,25
DTT2Z-SDS2.5										(8) ¼ po x 2 ½ po	3	kN
HDU2-SDS2.5	14	2 7/8	8 11/16	3 ¼	1 3/8	1 3/8	5/8	(8) ¼ po x 2 ½ po	3	lb	3210	0,092
										kN	14,28	12,90



3b. Dimensionnement

Murs de refend

Continuité des membrures (sablères)

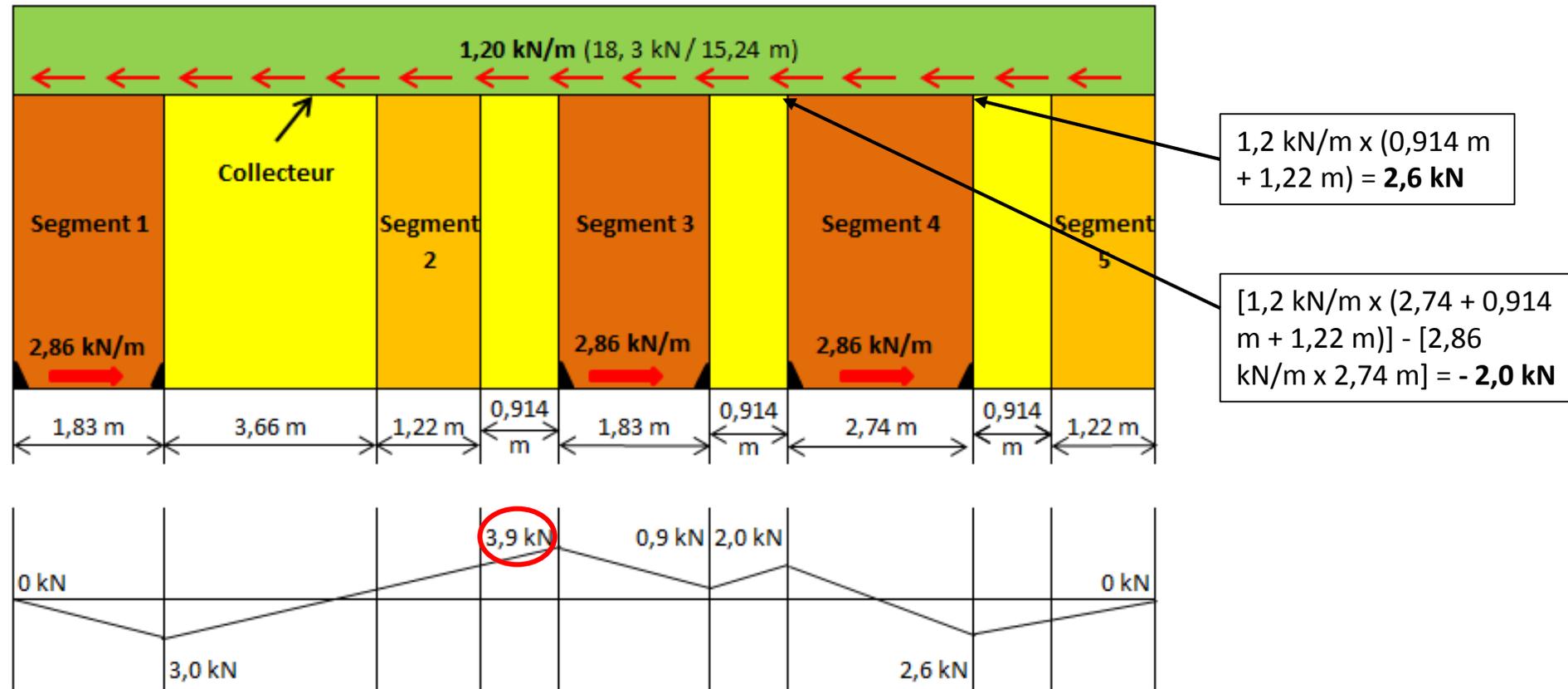
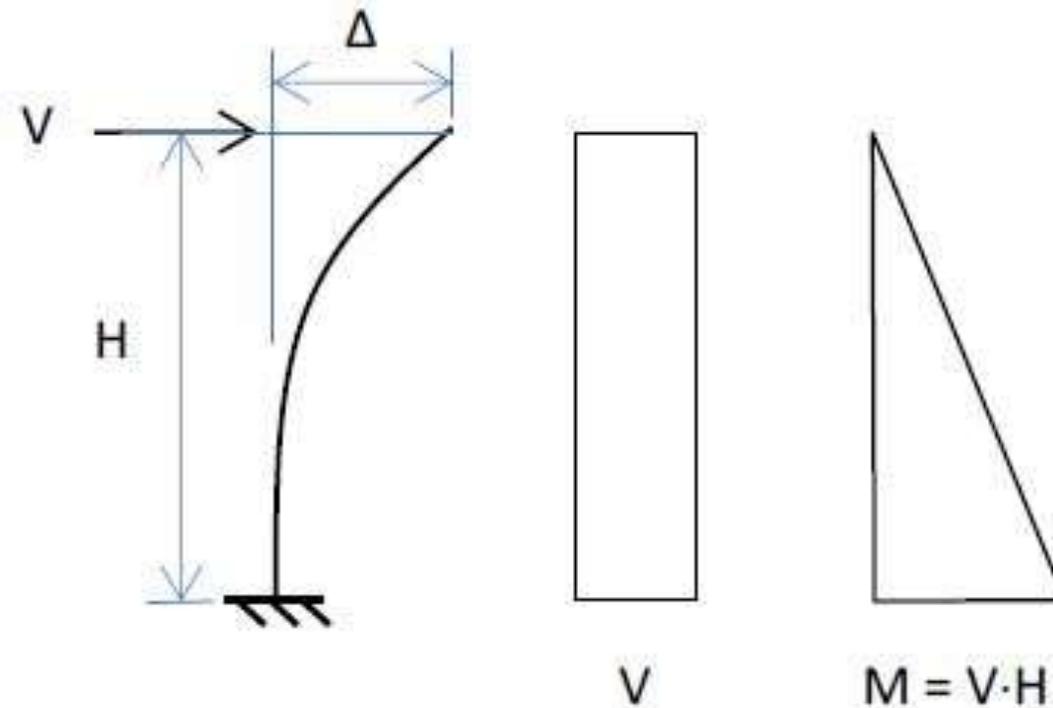


Diagramme de distribution des forces dans le collecteur

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Calcul de la déformation latérale dans CSA O86-14 pour bâtiments d'un étage seulement :



3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Calcul de la déformation

CSA O86-14

11.7.1.1 Généralités

La flèche des segments de mur de refend **d'un seul étage**, avec et sans entremises, peut être calculée conformément aux [articles 11.7.1.2](#) et [11.7.1.3](#) respectivement.

Pour le calcul de la flèche des murs de refend à plusieurs étages, les effets des étages multiples doivent être pris en compte.

Note : Voir [l'article A.11.7.1](#) pour des informations additionnelles sur les effets des étages multiples.

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Calcul de la déformation

CSA O86-14

11.7.1.2 Segments de murs de refend avec entremises

La flèche statique au haut du mur, Δ_{sw} , mm, d'un segment de mur de refend avec entremises revêtu de panneaux en bois et construit selon les [articles 11.5.3](#) à [11.5.5](#) peut être calculée comme suit :

$$\Delta_{sw} = \frac{2vH_s^3}{3EAL_s} + \frac{vH_s}{B_v} + 0,0025H_s e_n + \frac{H_s}{L_s} d_a$$

où

v = cisaillement maximal dû aux charges spécifiées au haut du mur, N/mm

H_s = hauteur du segment de mur de refend, mm

E = module d'élasticité de l'élément périphérique (élément vertical situé à l'extrémité du segment de mur de refend), N/mm²

A = section transversale de l'élément périphérique, mm²

L_s = longueur du segment de mur de refend, mm

B_v = rigidité au cisaillement en épaisseur du revêtement, N/mm (voir les [tableaux 9.3A](#), [9.3B](#) et [9.3C](#) pour les panneaux structuraux en bois. Pour les plaques de plâtre, B_v peut être égale à 7000 N/mm)

e_n = déformation des clous, mm ([article A.11.7](#))

d_a = élongation verticale totale des ancrages (y compris le glissement des attaches, l'allongement du dispositif, l'allongement de l'ancrage ou de la tige, etc.) sous la charge de cisaillement induite

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Calcul de la déformation

CSA O86-14

$$\Delta_{sw} = \frac{2vH_s^3}{3EAL_s} + \frac{vH_s}{B_v} + 0,0025H_s e_n + \frac{H_s}{L_s} d_a$$

↙
Déformation due à la flexion (traction et compression des poteaux d'extrémité du segment de mur)

↘
Déformation due au cisaillement (rigidité du panneau de recouvrement du segment de mur)

↓
Déformation due au glissement des clous

↘
Déformation des appuis (ancrage de retenue et appui en compression)

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Exemple (vent & risque faible)

CNBC 2015

Condition	Combinaison de charges ⁽¹⁾	
	Charges principales	Charges d'action concomitantes
1	1,4D ⁽²⁾	—
2	(1,25D ⁽³⁾ ou 0,9D ⁽⁴⁾) + 1,5L ⁽⁵⁾	1,0S ⁽⁶⁾ ou 0,4W
3	(1,25D ⁽³⁾ ou 0,9D ⁽⁴⁾) + 1,5S	1,0L ⁽⁶⁾⁽⁷⁾ ou 0,4W
4	(1,25D ⁽³⁾ ou 0,9D ⁽⁴⁾) + 1,4W	0,5L ⁽⁷⁾ ou 0,5S
5	1,0D ⁽⁴⁾ + 1,0E ⁽⁸⁾	0,5L ⁽⁶⁾⁽⁷⁾ + 0,25S ⁽⁶⁾

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Exemple (vent & risque faible)

CNBC 2015

Tableau 4.1.7.3.
Coefficient de risque de la charge due au vent, I_w
Faisant partie intégrante des paragraphes 4.1.7.3. 1) et 3)

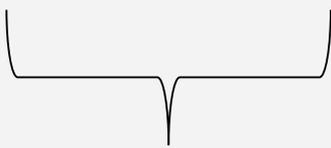
Catégorie de risque	Coefficient de risque de la charge due au vent, I_w	
	ÉLU	ÉLTS
Faible	0,8	0,75
Normal	1,0	0,75
Élevé	1,15	0,75
Protection civile	1,25	0,75

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

- La résistance du mur a été calculé pour une charge de vent pondérée de 18,3 kN
- Pour le calcul de la déformation il faut utiliser les charges de vent non-pondérées soit:

$$(0,75 / 0,8) \times (18,3 \text{ kN} / 1.4) = \mathbf{12,3 \text{ kN}}$$

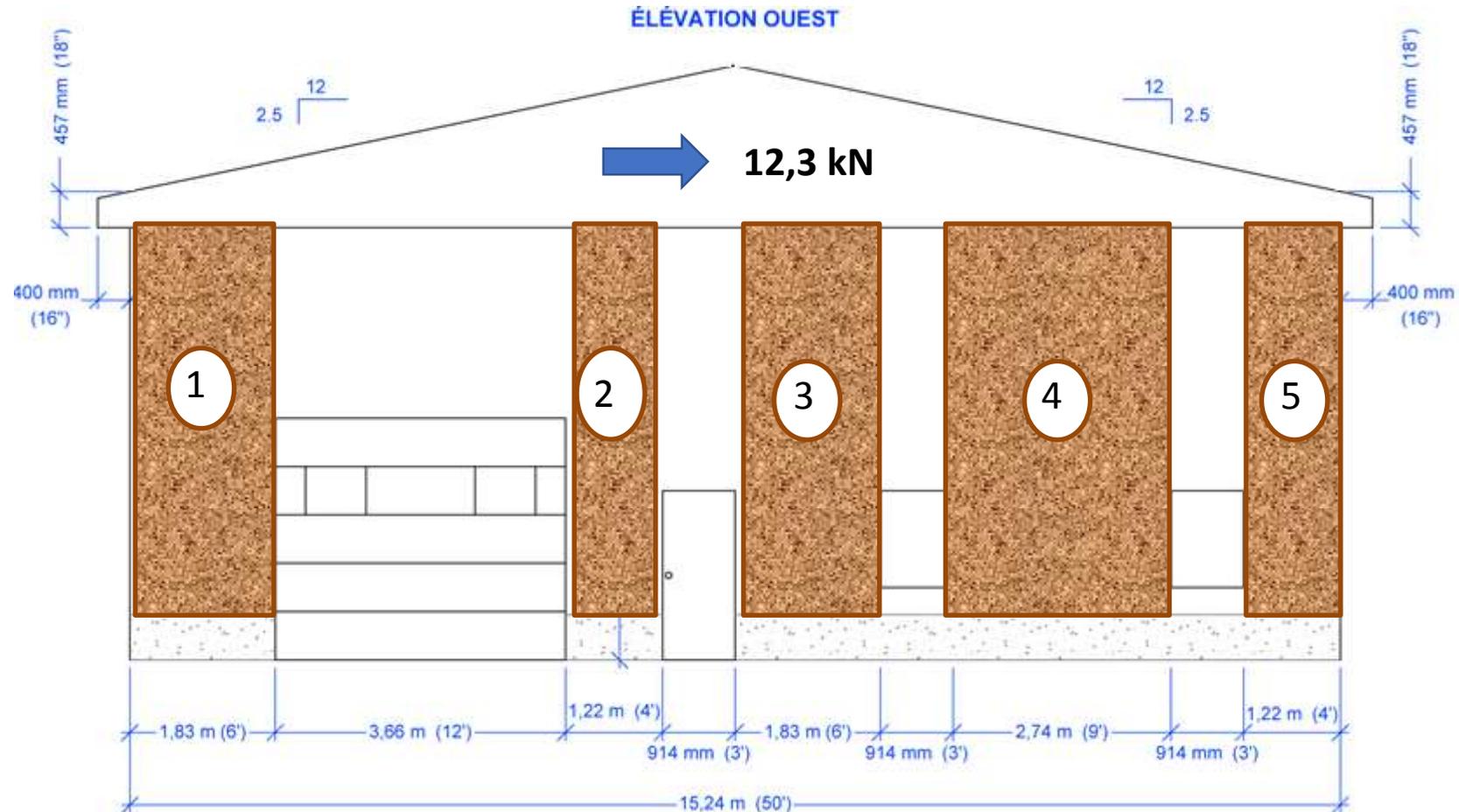

Coefficient de risque, I_w


Coefficient de pondération pour le vent

- Σ longueur de segments de mur = 6,4 m
- $V = 12,3 / 6,4 = \mathbf{1,92 \text{ N/mm (kN/m)}}$

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations



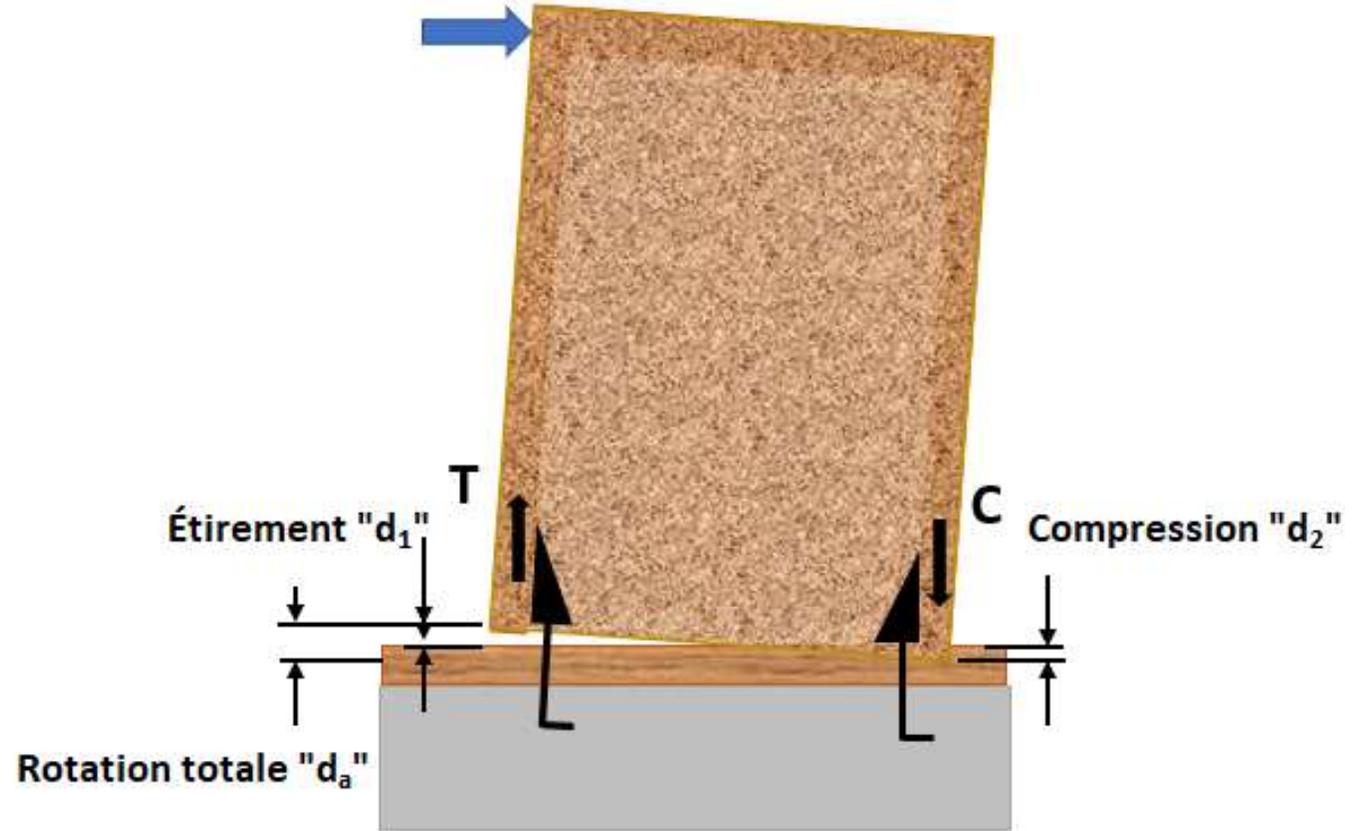
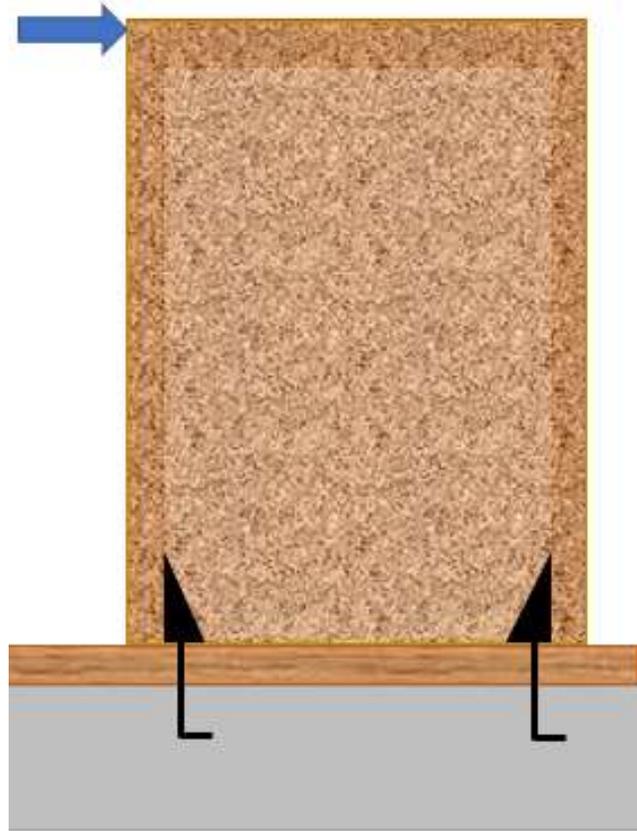
3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

- $E = 9500 \text{ N/mm}^2$ (CSA O86-14, Tableau 6.3.1A, SPF no 2)
- $A = 13984 \text{ mm}^2$ (2 – 2x8)
- $B_v = 11000 \text{ N/mm}$ (CSA O86-14, Tableau 9.3c, OSB 11 mm)
- $e_n = [0,013 v s / d_F^2]^2$ (CSA O86-14, A.11.7, glissement des clous)
 - $v = 1,92 \text{ N/mm}$
 - $s = 150 \text{ mm}$ (espacement des clous)
 - $d_F = 2,87 \text{ mm}$ (diamètre des clous)
- $d_a = T / 12,9 \text{ kN} \times 2,34 \text{ mm}$ (ancrage HDU2-SDS2.5, Simpson) + $C L_{c\text{-perp}} / E_{c\text{-perp}} A$
 - T et C = force de traction et de compression à l'extrémité du segment de mur (kN)
 - $L_{c\text{-perp}}$ et $E_{c\text{-perp}}$ = épaisseur et module d'élasticité de la lisse basse ($E_{c\text{-perp}} \approx E_{c\text{-par}} / 20$)

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations



$$d_a = d_1 + d_2$$

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Réaction pour le calcul de la déformation

	Mur de refend 				Vent
	Force totale de cisaillement non-pondérée (kN)				12.3
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hauteur (m)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
Longueur (m)	1.83	1.22	1.83	2.74	1.22
Ratio Hs / Ls	2.7	4.0	2.7	1.8	4.0
Force de cisaillement au prorata de la longueur (kN)	3.52	n.a.	3.52	5.27	n.a.
Force de cisaillement unitaire (kN/m)	1.92	n.a.	1.92	1.92	n.a.
a (m)	0.038	n.a.	0.038	0.038	n.a.
h (m)	1.754	n.a.	1.754	2.664	n.a.
Ouverture adjacente (m)	0	3.66	3.66	0.914	0.914
P _{top} (kN)	0.4	n.a.	1.2	0.8	n.a.
P (kN)	2.6	n.a.	3.4	4.1	n.a.
T (kN)	7.2	n.a.	6.4	5.5	n.a.
PC _{top} (kN)	3.0	n.a.	1.5	2.0	n.a.
PC (kN)	5.2	n.a.	3.7	5.3	n.a.
C (kN)	15.0	n.a.	13.5	15.0	n.a.

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

$V \text{ (kN)} =$	12.3
$\Sigma L_s \text{ (mm)} =$	6400

	Segment 1	Segment 3	Segment 4
$V_j \text{ (kN)}$	3.52	3.52	5.27
$v \text{ (N/mm)} = V_j / L_s$	1.92	1.92	1.92
$H_s \text{ (mm)}$	4880	4880	4880
$E \text{ (N/mm}^2\text{)}$	9500	9500	9500
$A \text{ (mm}^2\text{)} \text{ (2 - 2x8)}$	13984	13984	13984
$L_s \text{ (mm)}$	1830	1830	2740
$B_v \text{ (N/mm)}$	11000	11000	11000
$s \text{ (mm)}$	150	150	150
$p \text{ (N)} = v \cdot S$	288	288	288
$d_f \text{ (mm)}$	2.87	2.87	2.87
$e_n \text{ (mm)}$	0.21	0.21	0.21
HDU2 résistance (KN)	12.9	12.9	12.9
déformation HDU2 (mm)	2.34	2.34	2.34
T (KN) (non-pondéré)	7.2	6.4	5.5
P (KN) (non-pondéré)	15.0	13.5	15.0
$L_{c\text{-perp}} \text{ (mm)}$	38.0	38.0	38.0
$d_a \text{ (mm)}$	1.39	1.24	1.09

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Calcul de la flèche selon la résistance			
$2vH_s^3/3EAL_s$	0.61	0.61	0.41
vH_s/B_v	0.85	0.85	0.85
$0.0025H_s e_n$	2.53	2.53	2.53
$H_s d_a/L_s$	3.70	3.30	1.94
Δj Total (mm)	7.7	7.3	5.7

Déformation entre
5,7 mm et 7,7 mm

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Répartition de la charge selon la rigidité (itération 1)				
	Segment 1	Segment 3	Segment 4	Total
V_j (kN)	3.52	3.52	5.27	12.30
Δ_j Total (mm)	7.69	7.29	5.73	
$K_j = V_j / \Delta_j$	0.458	0.482	0.919	1.859
$V'_j = V K_j / (\sum K_j)$	3.03	3.19	6.08	12.30

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Réaction pour le calcul de la déformation (itération 1)

	Mur de refend 				Vent
	Force totale de cisaillement non-pondérée (kN)				
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hauteur (m)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
Longueur (m)	1.83	1.22	1.83	2.74	1.22
Ratio Hs / Ls	2.7	4.0	2.7	1.8	4.0
Force de cisaillement au prorata de la rigidité (kN)	3.03	n.a.	3.19	6.08	n.a.
Force de cisaillement unitaire (kN/m)	1.65	n.a.	1.74	2.22	n.a.
a (m)	0.038	n.a.	0.038	0.038	n.a.
h (m)	1.754	n.a.	1.754	2.664	n.a.
Ouverture adjacente (m)	0	3.66	3.66	0.914	0.914
P_{top} (kN)	0.4	n.a.	1.2	0.8	n.a.
P (kN)	2.6	n.a.	3.4	4.1	n.a.
T (kN)	5.8	n.a.	5.5	7.0	n.a.
PC_{top} (kN)	3.0	n.a.	1.5	2.0	n.a.
PC (kN)	5.2	n.a.	3.7	5.3	n.a.
C (kN)	13.6	n.a.	12.6	16.5	n.a.

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

	Segment 1	Segment 3	Segment 4
V_j (kN)	3.03	3.19	6.08
v (N/mm) = V_j / L_s	1.65	1.74	2.22
H_s (mm)	4880	4880	4880
E (N/mm ²)	9500	9500	9500
A (mm ²) (2 - 2x8)	13984	13984	13984
L_s (mm)	1830	1830	2740
B_v (N/mm)	11000	11000	11000
s (mm)	150	150	150
$p(N) = v \cdot S$	248	262	333
d_f (mm)	2.87	2.87	2.87
e_n (mm)	0.15	0.17	0.28
HDU2 résistance (KN)	12.9	12.9	12.9
déformation HDU2 (mm)	2.34	2.34	2.34
T (KN) (non-pondéré)	5.8	5.5	7.0
P (KN) (non-pondéré)	13.65	12.61	16.48
L_{c-perp} (mm)	38.00	38.00	38.00
d_a (mm)	1.13	1.07	1.37

Calcul de la flèche selon la rigidité (Itération 1)			
$2vH_s^3/3EAL_s$	0.53	0.56	0.47
vH_s/B_v	0.73	0.77	0.98
$.0025H_s e_n$	1.87	2.08	3.37
$H_s d_a / L_s$	3.02	2.85	2.44
Δj Total (mm)	6.1	6.3	7.3

**Déformation entre
6,1 mm et 7,3 mm**

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Calcul de la flèche selon la rigidité (Itération 2)			
$2vH_s^3/3EAL_s$	0.57	0.59	0.43
vH_s/B_v	0.79	0.82	0.90
$.0025H_s e_n$	2.17	2.32	2.79
$H_s d_a/L_s$	3.34	3.10	2.11
Δj Total (mm)	6.9	6.8	6.2

Calcul de la flèche selon la rigidité (Itération 3)			
$2vH_s^3/3EAL_s$	0.55	0.57	0.46
vH_s/B_v	0.76	0.79	0.95
$.0025H_s e_n$	2.02	2.18	3.15
$H_s d_a/L_s$	3.18	2.95	2.32
Δj Total (mm)	6.5	6.5	6.9

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Répartition de la charge selon la rigidité (itération 4)				
	Segment 1	Segment 3	Segment 4	Total
V_j (kN)	3.14	3.27	5.88	12.29
Δ_j Total (mm)	6.50	6.49	6.88	
$K_j = V_j / \Delta_j$	0.483	0.503	0.855	1.842
$V'_j = V K_j / (\Sigma K_j)$	3.20	3.33	5.66	12.18

Calcul de la flèche selon la rigidité (Itération 4)			
$2vH_s^3/3EAL_s$	0.56	0.58	0.44
vH_s/B_v	0.78	0.81	0.92
$.0025H_s e_n$	2.09	2.26	2.92
$H_s d_a/L_s$	3.25	3.04	2.18
Δ_j Total (mm)	6.7	6.7	6.5

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

	Segment 1	Segment 3	Segment 4
V_j (kN)	3.20	3.33	5.66
v (N/mm) = V_j / L_s	1.75	1.82	2.06
H_s (mm)	4880	4880	4880
E (N/mm ²)	9500	9500	9500
A (mm ²) (2 - 2x8)	13984	13984	13984
L_s (mm)	1830	1830	2740

Re-vérification de la résistance du mur de refend

Charge pondérée

$$2,06 \text{ kN/m} \times (0,8 / 0,75) \times 1,4 = 3,1 \text{ kN/m} \leq 4,05 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{Ok}$$

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

- Limite de déformation entre étages due aux charges de vent

Déformation max permise $\leq H_s / 500$ (4.1.3.5, CNB 2010)

Déformation max permise \leq **9,8 mm** (4880 / 500)

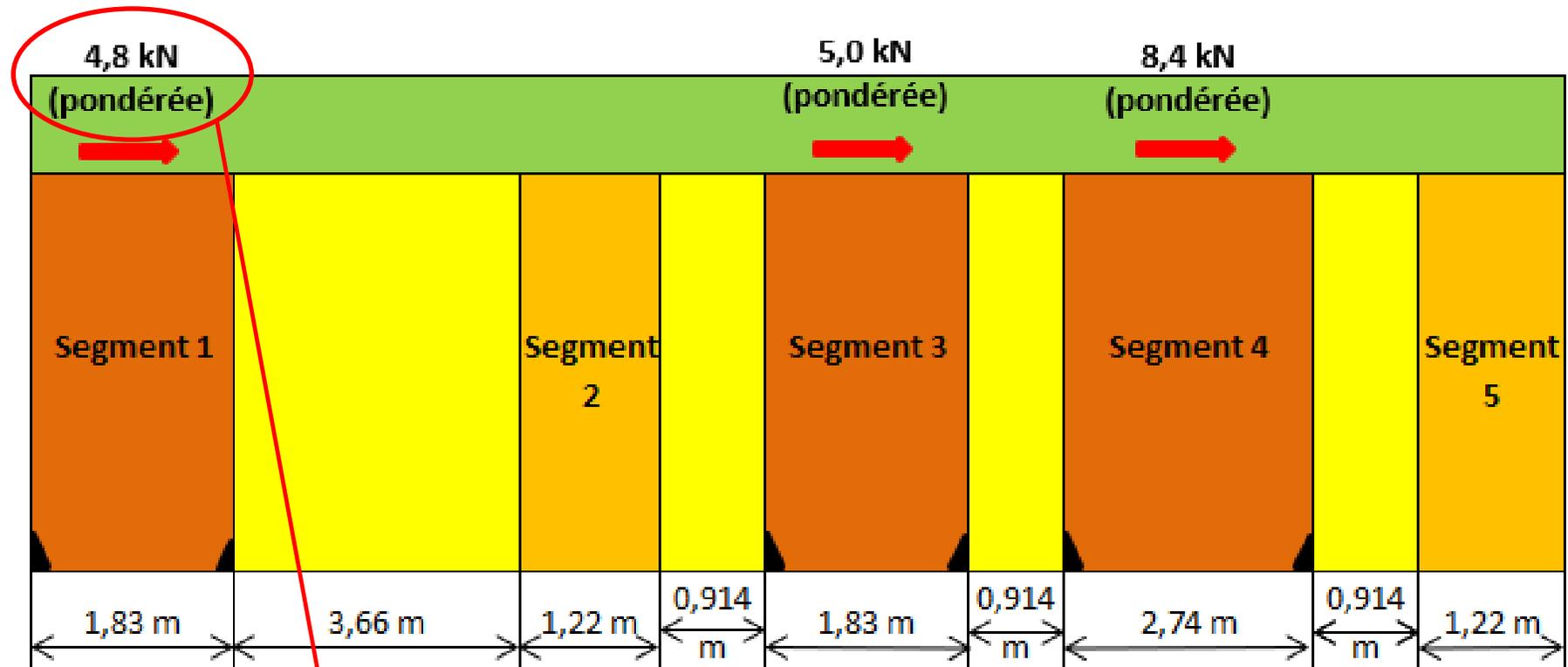
Déformation max permise $\leq H_s / 200$ (Table D1, Steel Handbook pour bâtiment industriel)

Déformation max permise \leq **24,4 mm** (4880 / 200)

Déformation calculée \approx **6,6 mm**

3b. Dimensionnement

Re-vérification des ancrages de retenue



Charge pondérée
 $3,20 \text{ kN} \times (0,8 / 0,75) \times 1,4$

3b. Dimensionnement

Calcul des ancrages de retenue

	Mur de refend				Vent
	Force totale de cisaillement (kN)				18.3
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Hauteur (m)	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
Longueur (m)	1.83	1.22	1.83	2.74	1.22
Ratio Hs / Ls	2.7	4.0	2.7	1.8	4.0
Force de cisaillement au prorata de la rigidité (kN)	4.80	n.a.	5.00	8.40	n.a.
Force de cisaillement unitaire (kN/m)	2.62	n.a.	2.73	3.07	n.a.
a (m)	0.038	n.a.	0.038	0.038	n.a.
h (m)	1.754	n.a.	1.754	2.664	n.a.
Ouverture adjacente (m)	0	3.66	3.66	0.914	0.914
P _{top} (kN)	0.3	n.a.	1.0	0.7	n.a.
P (kN)	2.4	n.a.	3.0	3.7	n.a.
T (kN)	11.0	n.a.	10.9	11.7	n.a.
PC _{top} (kN)	3.3	n.a.	1.6	2.2	n.a.
PC (kN)	6.1	n.a.	4.4	6.4	n.a.
C (kN)	19.4	n.a.	18.3	21.7	n.a.

OK
 $\leq 12,9 \text{ kN}$

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

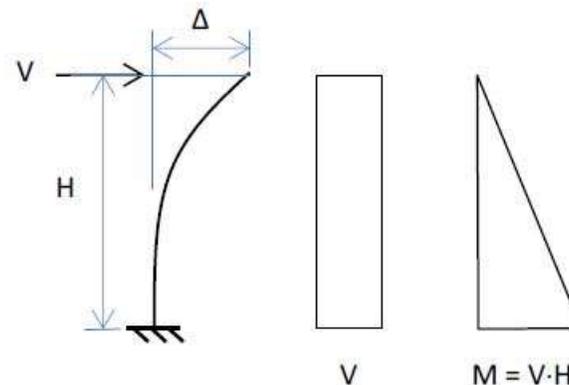
11.7.1 Flèches des segments de mur de refend

CSA O86-14

11.7.1.1 Généralités

La flèche des segments de mur de refend **d'un seul étage**, avec et sans entremises, peut être calculée conformément aux articles 11.7.1.2 et 11.7.1.3 respectivement.

Pour le calcul de la flèche des murs de refend à **plusieurs étages**, les effets des étages multiples doivent être pris en compte. **Annexe A.11.7.1**



3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

A.11.7.1 Flèche des murs de refend dans les bâtiments multi-étages

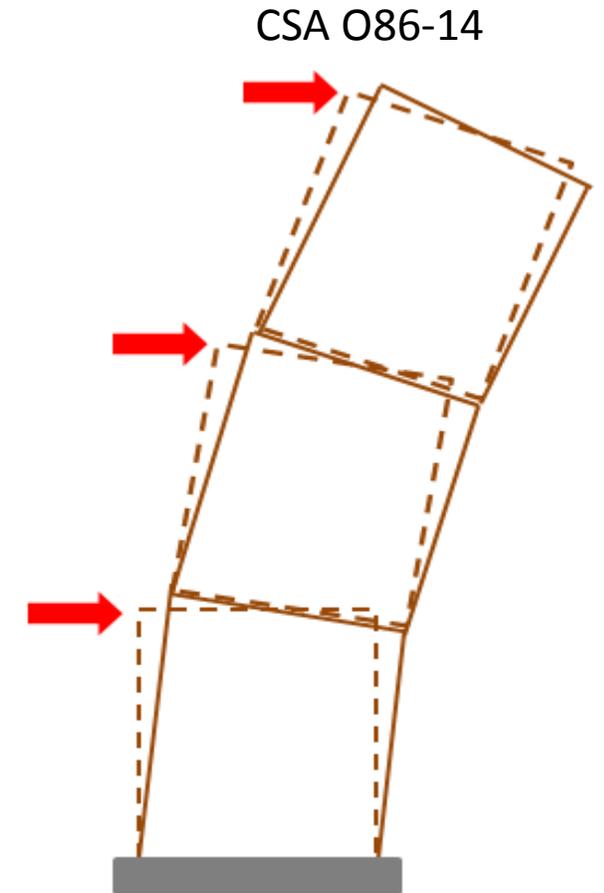
$$\Delta_i^{storey} = \Delta_{b,i}^{storey} + \Delta_{s,i}^{storey} + \Delta_{n,i}^{storey} + \Delta_{a,i}^{storey}$$

$\Delta_{storeyb,i}$ = à la flexion

$\Delta_{storeys,i}$ = au cisaillement des panneaux

$\Delta_{storeyn,i}$ = au glissement des clous

$\Delta_{storeya,i}$ = à l'allongement vertical du système d'ancrage



cecobois

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

CSA O86-14

A.11.7.1 Flèche des murs de refend dans les bâtiments multi-étages

$$\Delta_i^{total} = \sum_{j=1}^i \Delta_j^{storey}$$

où

$\Delta_{storeyi}$ = déplacement inter-étages au i^e étage

Δ_{totali} = déplacement total au i^e étage

3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Nouvelle méthode de calcul pour la déformation latérale

$$\Delta_i = \underbrace{V_i H_i^3 / 3(EI)_i + M_{\text{top-}i} H_i^2 / 2EI_i}_{\text{Déformation due à la flexion}} + \underbrace{V_i H_i / (L_i B_{vi})}_{\text{Déformation due au cisaillement}} + \underbrace{0.0025 H_i e_{n,i}}_{\text{Déformation due au glissement des clous}} + \underbrace{H_i d_{a,i} / L_i}_{\text{Déformation due aux ancrages de retenue}} + \underbrace{H_i (\sum_{j=1}^i \theta_j)}_{\text{Déformation due à la rotation causée par le moment de flexion}} + \underbrace{H_i (\sum_{j=1}^i \alpha_j)}_{\text{Déformation due à la rotation causée par les ancrages de retenue}}$$

Déformation due à la flexion

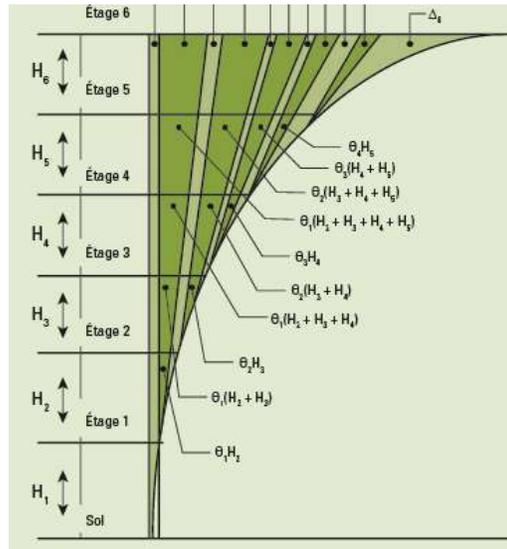
Déformation due au cisaillement

Déformation due au glissement des clous

Déformation due aux ancrages de retenue

Déformation due à la rotation causée par le moment de flexion

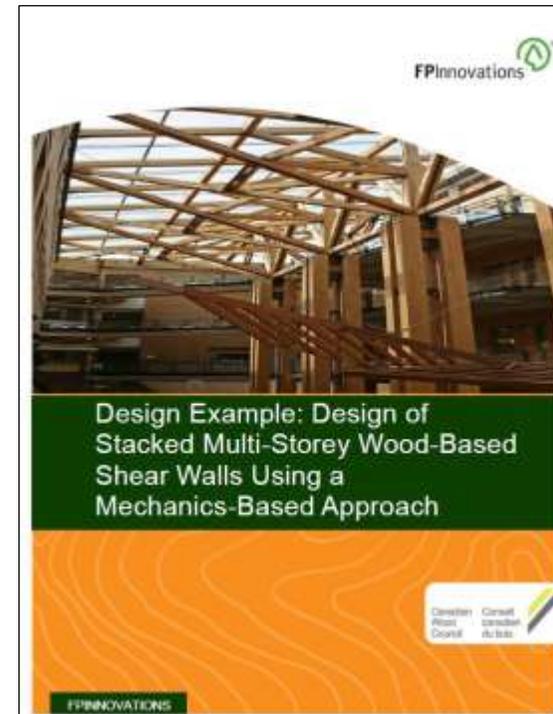
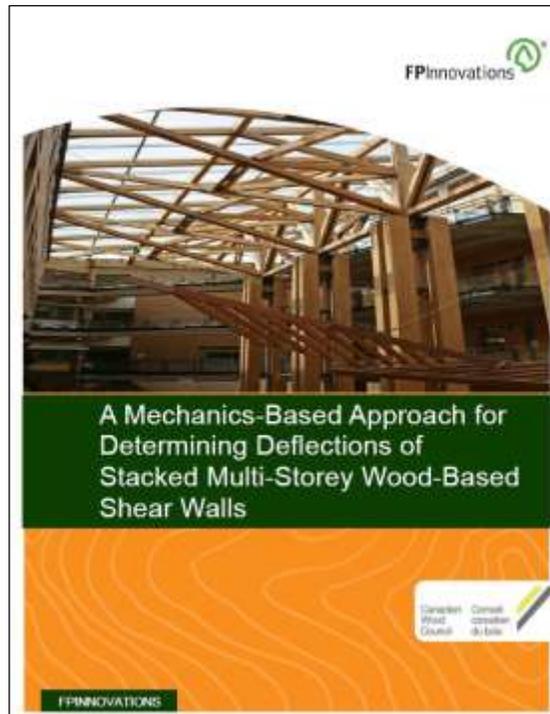
Déformation due à la rotation causée par les ancrages de retenue



3b. Dimensionnement

Calcul des déformations

Nouvelle méthode de calcul pour la déformation latérale



<http://cwc.ca/index.php/en/publications/publications>

Plan de la présentation

Introduction aux SRFL

1. Principes de conception
2. Critères de calcul
3. Dimensionnement – Murs de refend et diaphragmes
 - a) Généralités
 - b) Murs de refend
 - c) Diaphragmes

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

CSA O86-14

$$V_{rs} = \phi v_d J_D J_s J_f J_{ud} L_D$$

$$\phi = 0,8$$

$$v_d = N_u / S$$

Espacement des clous le long des rives des panneaux

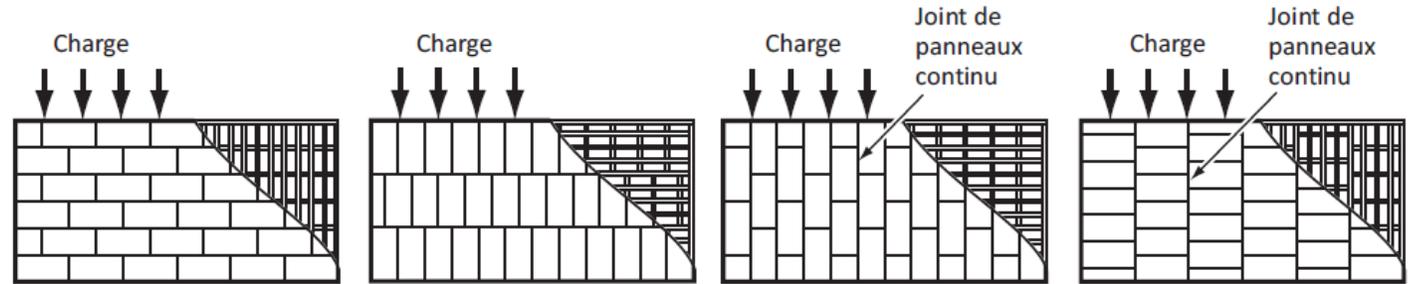
$$N_u = n_u (K_D K_{SF} K_T)$$

= résistance latérale des clous

J_D = coefficient clous pour diaphragme = 1,3

J_f => coefficient pour rangées de clous

J_{ud} => coefficient pour absence d'entremises



Cas 1
Ossature verticale,
entremises horizontales,
s'il y a lieu

Cas 2
Ossature horizontale,
entremises verticales,
s'il y a lieu

Cas 3
Ossature horizontale,
entremises verticales,
s'il y a lieu

Cas 4
Ossature verticale,
entremises horizontales,
s'il y a lieu

Configuration†	J_{ud}
1	0,89
2, 3 et 4	0,67

*La résistance au cisaillement d'un diaphragme sans entremise doit être calculée en multipliant le coefficient de correction de résistance par la résistance prévue au cisaillement d'un diaphragme avec entremises ayant des attaches espacés de 150 mm sur le pourtour des panneaux et espacés de 300 mm le long des éléments intermédiaires de l'ossature.

†Voir la figure 11.4.3.

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

CSA O86-14

$$V_{rs} = \phi v_d J_D J_s J_f J_{ud} L_D$$

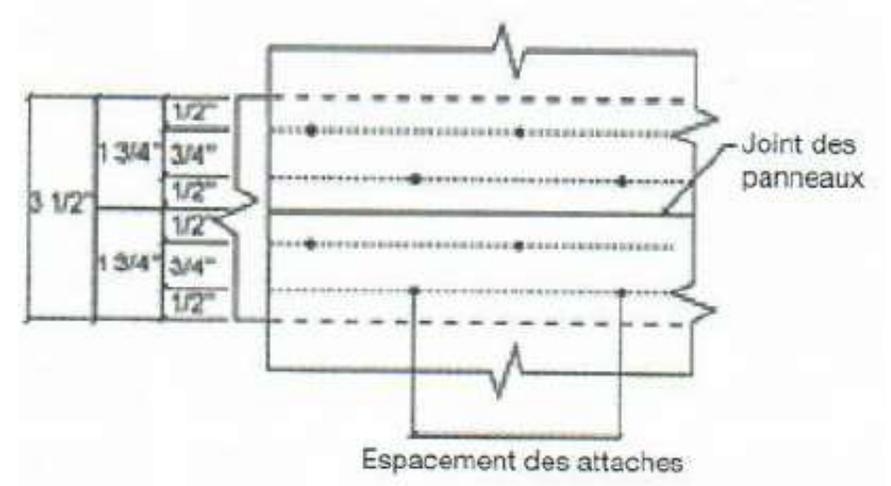
Tableau 11.4.2

Coefficients de files d'attaches, J_f , pour les diaphragmes avec entremises

Nombre de files	Épaisseur minimale de l'élément d'ossature, mm	J_f
1	38 64*	0,89 1,00
2	64* 89†	1,78 2,00
3	89†	2,67

*Ou deux éléments de 38 mm d'épaisseur assemblés pour pouvoir transférer la force de cisaillement pondérée.

†Ou trois éléments de 38 mm d'épaisseur assemblés pour pouvoir transférer la force de cisaillement pondérée.



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

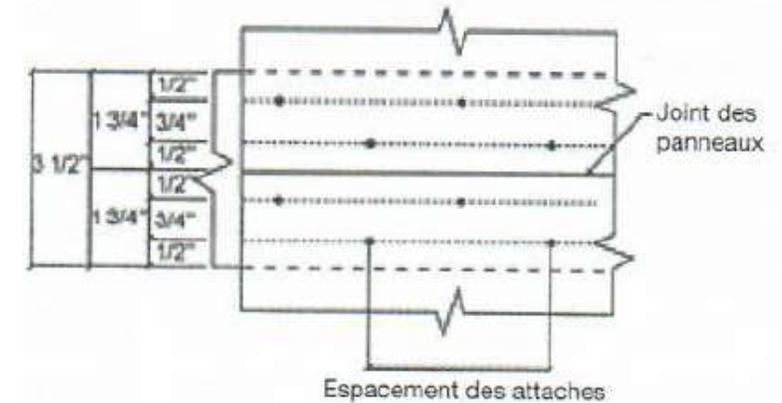
CSA O86-14

$$V_{rs} = \phi v_d J_D J_s J_f J_{ud} L_D$$

Page 578, MCCB 2018

J_f = coefficient de files d'attaches pour les diaphragmes avec entremises (voir le Tableau 8.2). Les résistances latérales de l'assemblage du revêtement à l'ossature, indiquées en tableau, sont basées sur une seule file d'attaches, et l'épaisseur de l'élément d'ossature est de 64 mm ($J_f = 1,0$). S'il y a plus d'une file d'attaches, ou si l'épaisseur de l'élément d'ossature est de 38 mm, utiliser le coefficient J_f approprié dans la résistance latérale de l'assemblage du revêtement à l'ossature.

→ Bien que cela ne soit pas immédiatement clair dans la description de J_f (coefficient de files d'attaches pour les diaphragmes avec entremises), J_f s'applique également aux diaphragmes sans entremises. Ceci est dû au fait que la résistance de diaphragme « sans entremises » est basée sur la résistance de diaphragme « avec entremises » prise comme référence, y compris l'effet de J_f , puis réduite pour tenir compte du manque de blocage. J_f traite de la forte probabilité de fendage des éléments d'ossature lorsque les attaches sont rapprochées, ce qui s'applique aux diaphragmes avec et sans entremises.



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

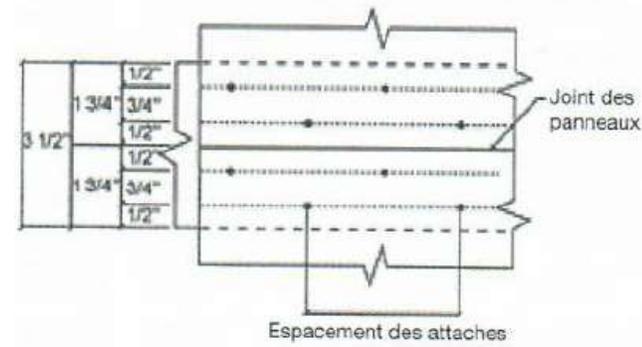
CSA O86-14

$$V_{rs} = \phi v_d J_D J_s J_f J_{ud} L_D$$

CSA O86-14

11.5.3.2 Éléments d'ossature

Les éléments d'ossature doivent avoir au moins 38 mm d'épaisseur dans les murs de refend et les diaphragmes. Dans le cas des diaphragmes à plusieurs files d'attaches, les éléments d'ossature doivent avoir au moins 64 mm d'épaisseur et 64 mm de largeur aux extrémités ou aux rives des panneaux adjacents.



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Résistance au flambage des panneaux

CSA O86-14

$$V_{rs} = \phi v_{pb} K_D K_S K_T L_D$$

v_{pb} = résistance au flambage du panneau le plus critique du segment, kN/m

$$= K_{pb} \frac{\pi^2 t^2}{3000b} (B_{a,0} B_{a,90}^3)^{\frac{1}{4}}$$

où

K_{pb} = coefficient de flambage du panneau

$$= 1,7(\eta + 1) \exp\left(\frac{-\alpha}{0,05\eta + 0,75}\right) + (0,5\eta + 0,8)$$

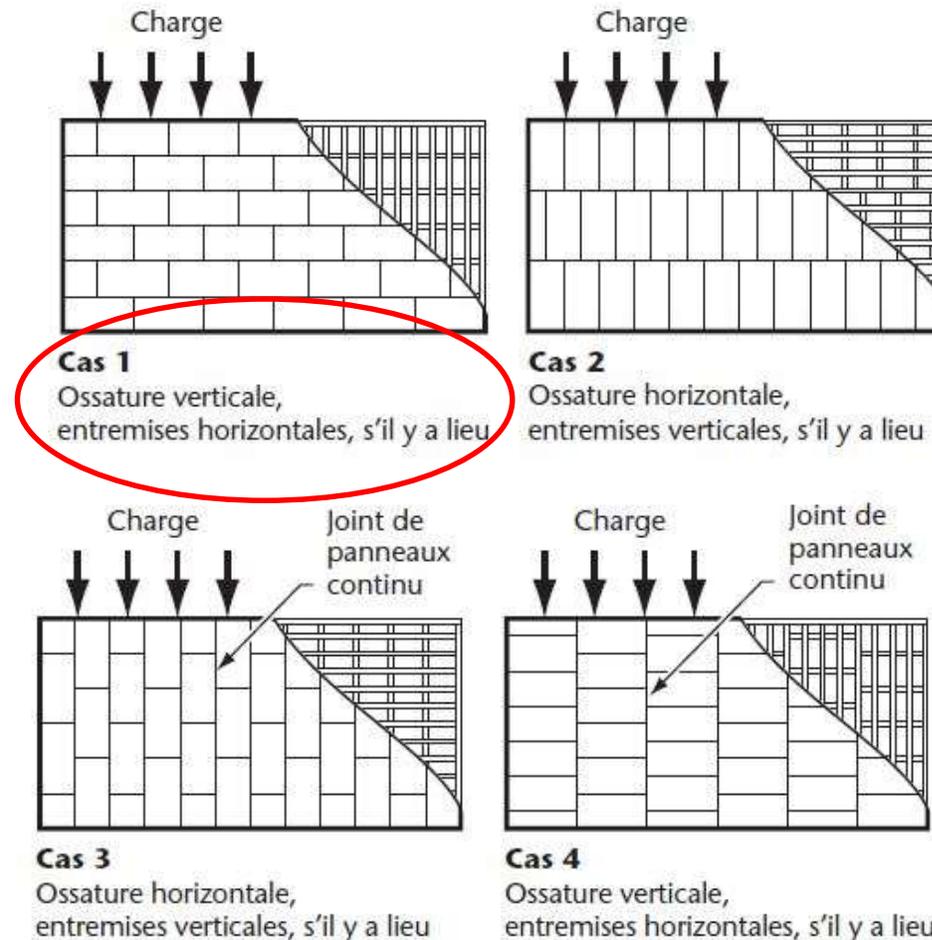
3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Diaphragmes

– 4 cas possibles

CSA O86-14



3c. Dimensionnement

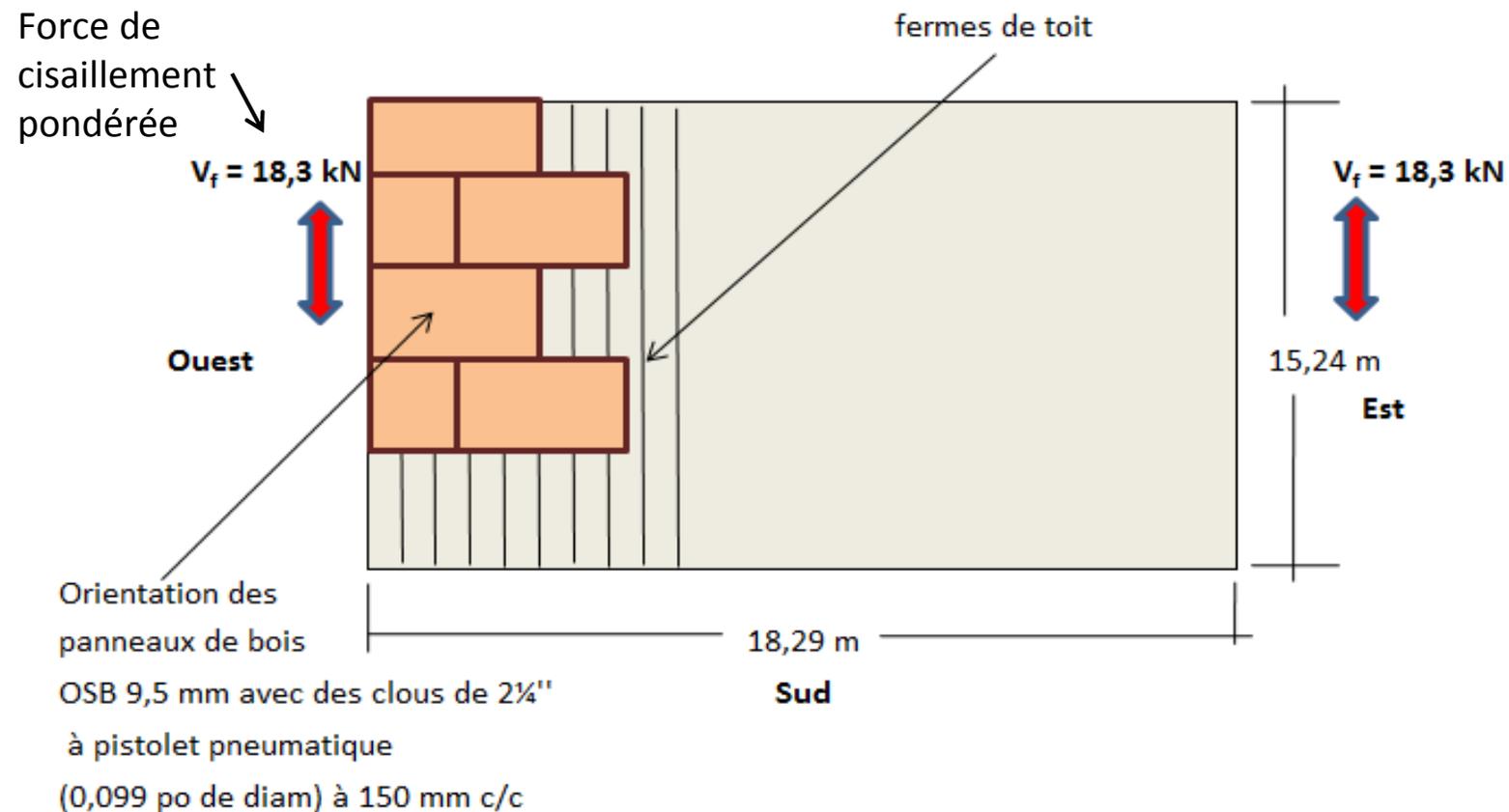
Diaphragmes



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Diaphragme de plafond



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

- Diaphragme installé au plafond
- Composition du diaphragme
 - OSB 9,5 mm (CSA O325 – 2R24), posé directement au plafond sous les fermes de toit,
 - sans entremises,
 - avec clous à pistolet pneumatique de 2¼” de 2,52 mm de diamètre (0,099 po) espacés à 150 mm sur les rives.
 - Ferme de toit SPF no 2 à 610 mm c/c.

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

MCCB 2018 page 581

Liste de contrôle : Diaphragmes

Pour s'assurer que les résistances des tableaux conviennent au diaphragme en cours de conception, il faudra se poser les questions suivantes (le coefficient de correction approprié est indiqué entre parenthèses) :

1. L'application de la charge est-elle de « courte durée » (K_D) ?
2. Le bois sera-t-il utilisé en milieu sec et les éléments ont-ils été séchés avant la fabrication (taux d'humidité $\leq 19\%$) (K_{SF} et K_S) ?
3. Le matériau est-il exempt de produits chimiques susceptibles de diminuer sa résistance (K_T) ?
4. Y a-t-il une seule file d'attaches, et l'épaisseur de l'élément d'ossature est-elle d'au moins 64 mm (J_f) ?
5. Le diaphragme est-il avec entreprises (J_{ud}) ?

Si la réponse à une de ces questions est négative, voir la section de la méthode de calcul et modifier les valeurs des tableaux. Sinon, utiliser les Tableaux de sélection de diaphragme tels quels

**Non => coefficient
de correction J_{ud}**

**Non => coefficient
de correction J_f**

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

CSA O86-14

11.4.2 Coefficient de files d'attaches pour les diaphragmes avec entremises, J_f

La résistance au cisaillement des diaphragmes avec entremises revêtus de panneaux structuraux à base de bois doit être multipliée par le coefficient de files d'attaches, J_f , indiqué au [tableau 11.4.2](#), pour tenir compte du nombre de files d'attaches retenant le revêtement à l'ossature :

Tableau 11.4.2
Coefficients de files d'attaches, J_f , pour les diaphragmes avec entremises

Nombre de files	Épaisseur minimale de l'élément d'ossature, mm	J_f
1	38	0,89
	64*	1,00
2	64*	1,78
	89†	2,00
3	89†	2,67

*Ou deux éléments de 38 mm d'épaisseur assemblés pour pouvoir transférer la force de cisaillement pondérée.

†Ou trois éléments de 38 mm d'épaisseur assemblés pour pouvoir transférer la force de cisaillement pondérée.

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

CSA O86-14

11.4.3 Coefficient de correction de résistance pour les diaphragmes sans entremise, J_{ud}

La résistance au cisaillement des diaphragmes sans entremise revêtus de panneaux structuraux à base de bois doit être multipliée par le coefficient de correction de résistance, J_{ud} , indiqué au [tableau 11.4.3](#).

Tableau 11.4.3
Coefficients de correction de résistance, J_{ud} ,
pour les diaphragmes sans entremise*

Configuration†	J_{ud}
1	0,89
2, 3 et 4	0,67

*La résistance au cisaillement d'un diaphragme sans entremise doit être calculée en multipliant le coefficient de correction de résistance par la résistance prévue au cisaillement d'un diaphragme avec entremises ayant des attaches espacés de 150 mm sur le pourtour des panneaux et espacés de 300 mm le long des éléments intermédiaires de l'ossature.

†Voir la [figure 11.4.3](#).

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

MCCB 2018 page 596

Tableaux de sélection de diaphragme

Panneau dérivé du bois : OSB		Résistance pondérée au cisaillement $v_{rd}^{1,2,6}$ (kN/m)							Résistance au flambage du panneau ⁵ (kN/m)
Essence du bois de l'ossature	Dimensions du clou ordinaire		Épaisseur du panneau	Panneaux posés directement sur l'ossature					
	Longueur (po)	Diamètre (mm)		Espacement des clous aux rives des panneaux					
É-P-S				150	125	100	75	50**	
			9.5	3.21	3.85	4.76	6.06	7.87	10.3
	2-1/4	2.52 ⁺⁺	11	3.40	4.08	5.05	6.44	8.35	15.1
			12	3.53	4.24	5.25	6.68	8.67	18.5
			15	3.92	4.70	5.82	7.41	9.61	29.1

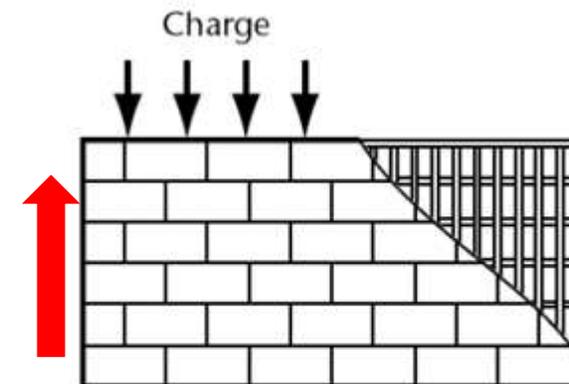
3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Vérification du diaphragme dans la direction N – S

- $V_f = 18,3 \text{ kN}$ (vent)
- $V_{rd} = 3,21 J_f J_{ud} L_D$
 - $J_f = 0,89$ (1 file, 38 mm)
 - $J_{ud} = 0,89$ (cas 1)
 - $L_D = 15,24 \text{ m}$

- $V_{rd} = 38,7 \text{ kN} \geq 18,3 \text{ kN}$,
Acceptable

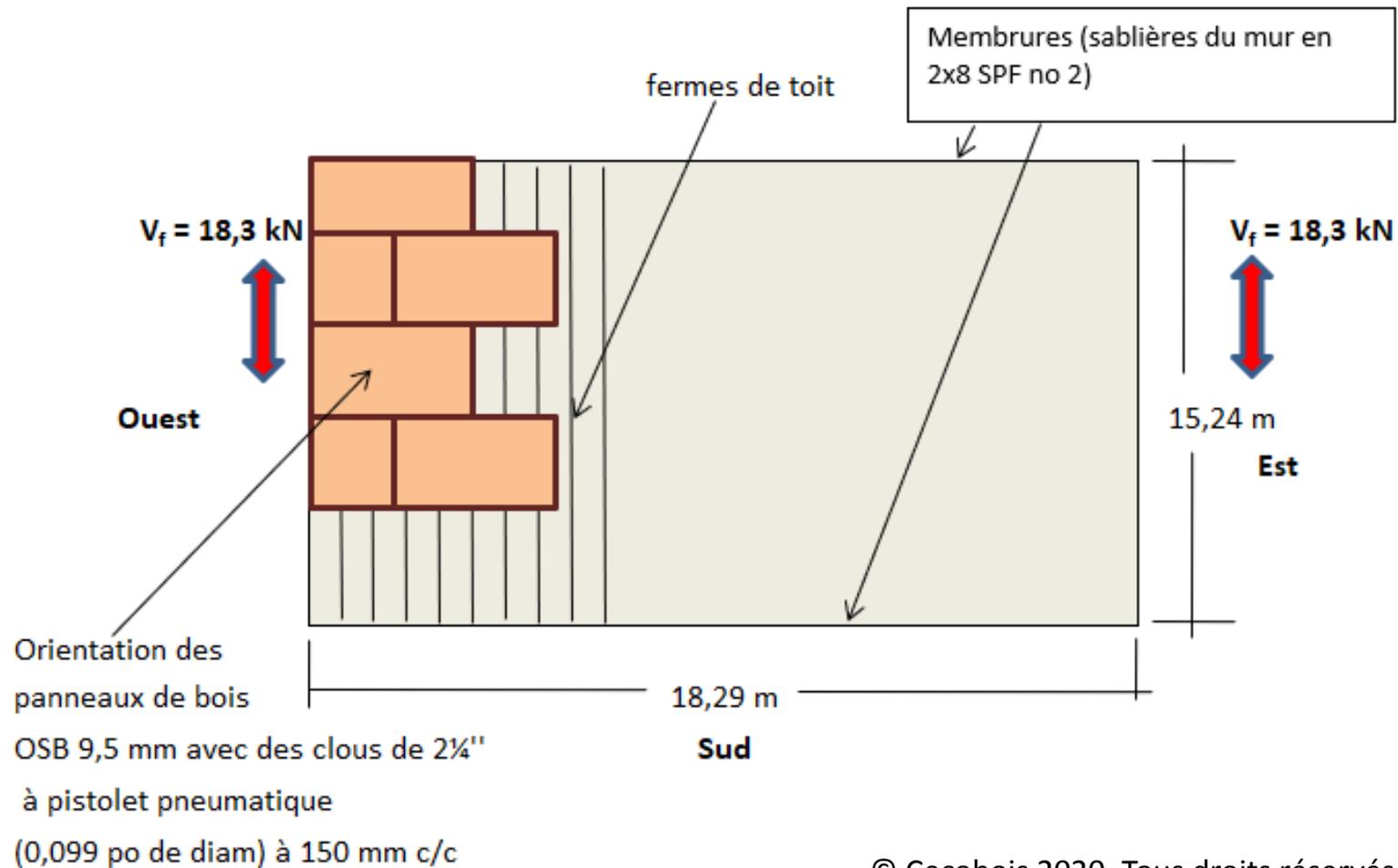


Cas 1
Ossature verticale,
fourrures horizontales s'il y a lieu

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

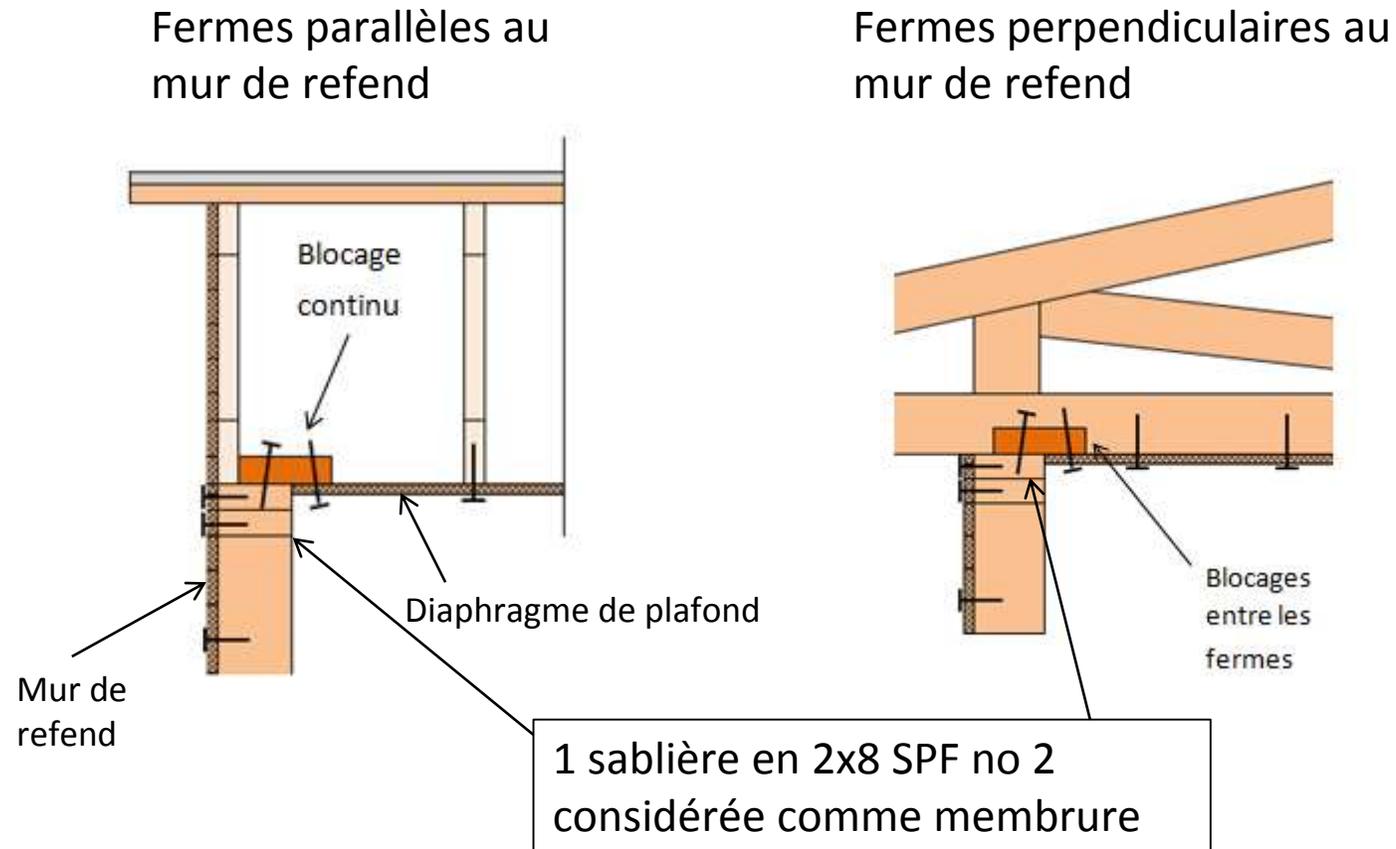
Vérification des membrures



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

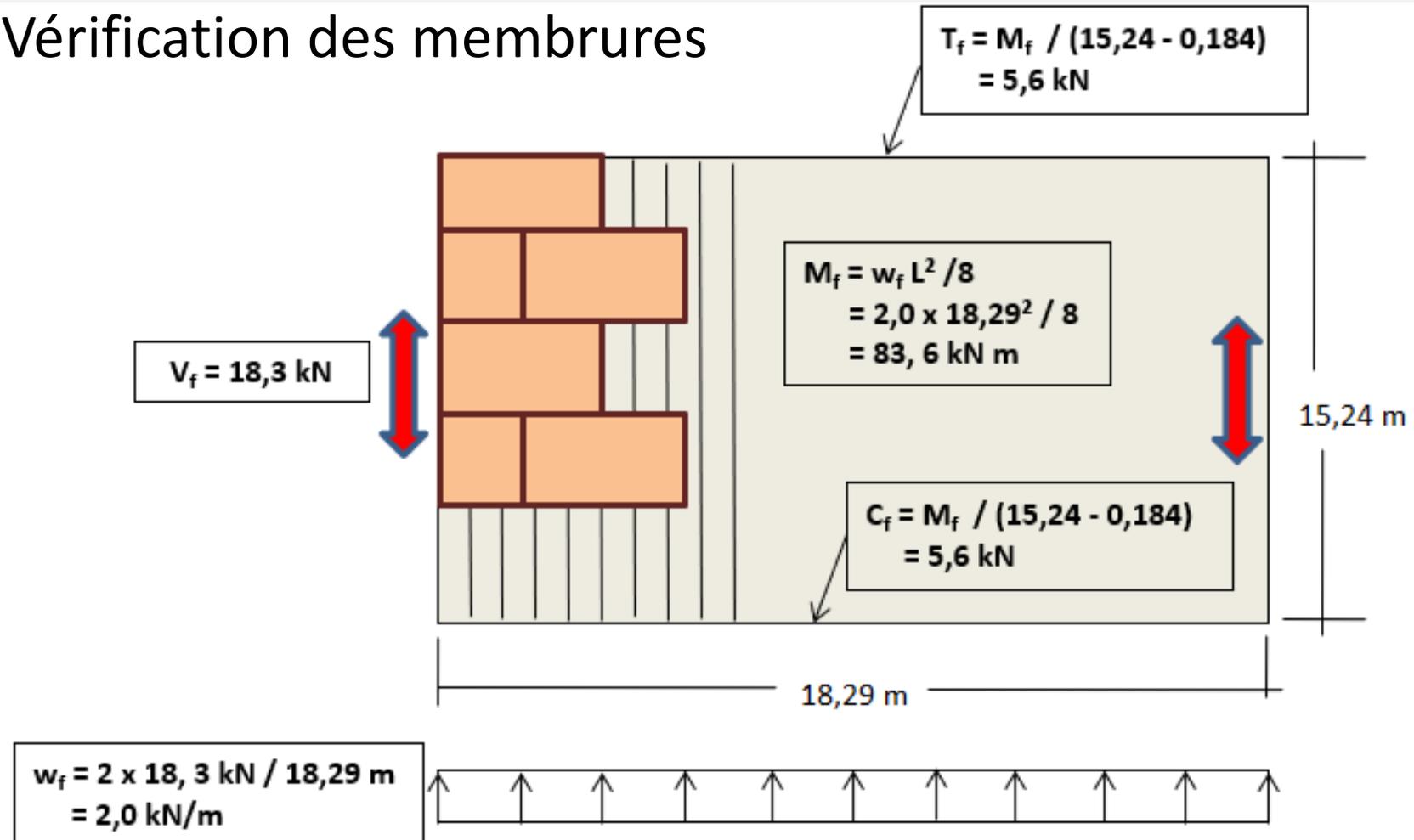
Vérification des membrures



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Vérification des membrures



3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Vérification des membrures

– Résistance en traction d'un 2x8 SPF no 2

MCCB 2018 page 217

Liste de contrôle :



Bois d'oeuvre et bois lamellé-collé

Pour s'assurer que les résistances indiquées dans les Tableaux de sélection conviennent à l'ouvrage en cours de conception, il faudra se poser les questions suivantes (le coefficient de correction approprié se trouve entre parenthèses) :

1. La durée d'application de la charge est-elle « normale » (K_D) ?
2. L'élément tendu agit-il comme élément simple (K_H) ?
3. La condition d'utilisation est-elle « utilisation en milieu sec » (K_{St}) ?
4. Le bois est-il exempt d'incisions et de produits chimiques susceptibles d'en réduire la résistance (K_T) ?

Si la réponse à l'une de ces questions est négative, voir la description des coefficients de correction ci-dessous, et effectuer les corrections nécessaires aux valeurs de résistance du tableau. Autrement, on peut utiliser directement les Tableaux de sélection d'élément tendu.

→ **Non => $K_D = 1,15$**

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Tableaux de sélection d'élément tendu

38 mm

Bois de sciage

MCCB 2018 page 222

Résistance pondérée à la traction de l'aire brute, T_r (kN)

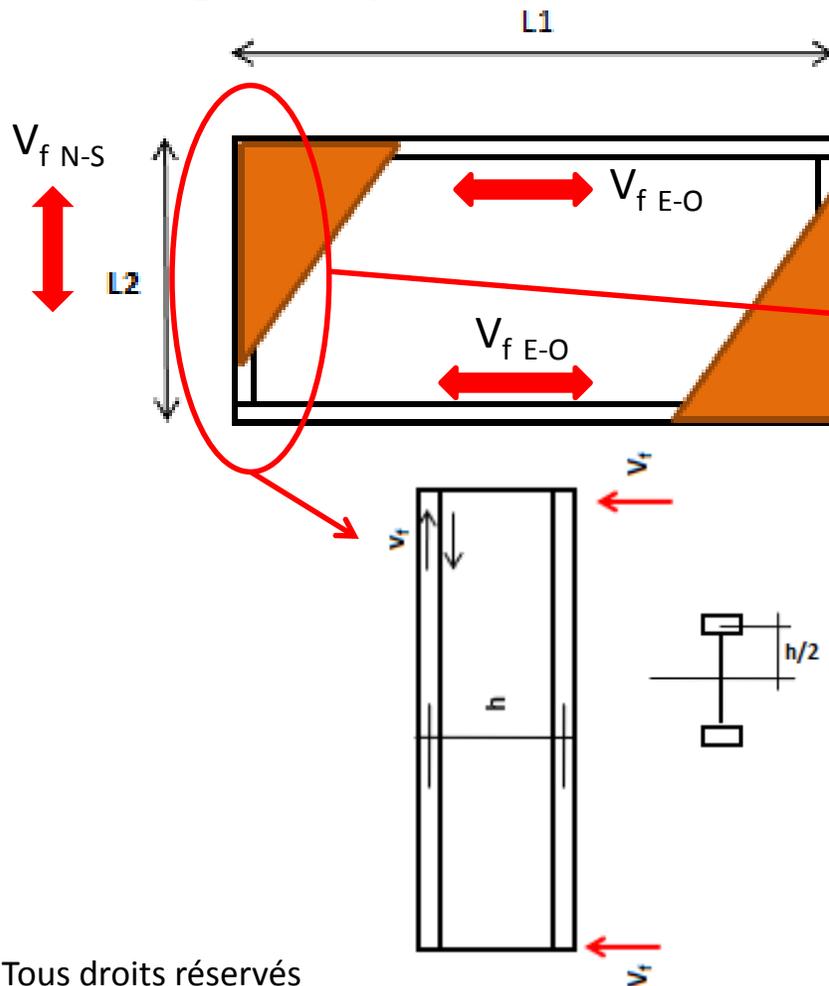
Essences	Dim. (b × d) mm	Classé visuellement			Classé par contrainte mécanique (MSR)				
		Select Structural	No.1/ No.2	No.3/ Stud	1450F _b - 1.3E	1650F _b - 1.5E	1800F _b - 1.6E	2100F _b - 1.8E	2400F _b - 2.0E
Douglas- mélèze	38 × 89	48.4	26.5	9.59	27.4	34.7	40.2	53.9	66.1
	38 × 140	66.0	36.1	13.1	43.1	54.6	63.2	84.7	104
	38 × 184	80.0	43.8	15.9	56.6	71.7	83.1	111	137
	38 × 235	93.7	51.3	18.6					
	38 × 286	104	56.7	20.5					
Pruche-sapin	38 × 89	44.3	28.3	14.6	27.4	34.7	40.2	53.9	66.1
	38 × 140	60.4	38.6	19.9	43.1	54.6	63.2	84.7	104
	38 × 184	73.2	46.8	24.2	56.6	71.7	83.1	111	137
	38 × 235	85.8	54.8	28.3					
	38 × 286	94.9	60.6	31.3					
É-P-S	38 × 89	39.3	25.1	14.6	27.4	34.7	40.2	53.9	66.1
	38 × 140	53.5	34.2	19.9	43.1	54.6	63.2	84.7	104
	38 × 184	64.9	41.5	24.2	56.6	71.7	83.1	111	137
	38 × 235	76.0	48.6	28.3					
	38 × 286	84.1	53.8	31.3					

$T_r = 41,5 \times 1,15 = 47,7 \text{ kN}$
 $\geq 5,6 \text{ kN } (T_f)$

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

Ancrage au périmètre



Nord
↑

L'ancrage au périmètre du diaphragme doit être vérifié pour les 2 conditions suivantes :

$$1) v_{f\ N-S} = V_{f\ N-S} / L2$$

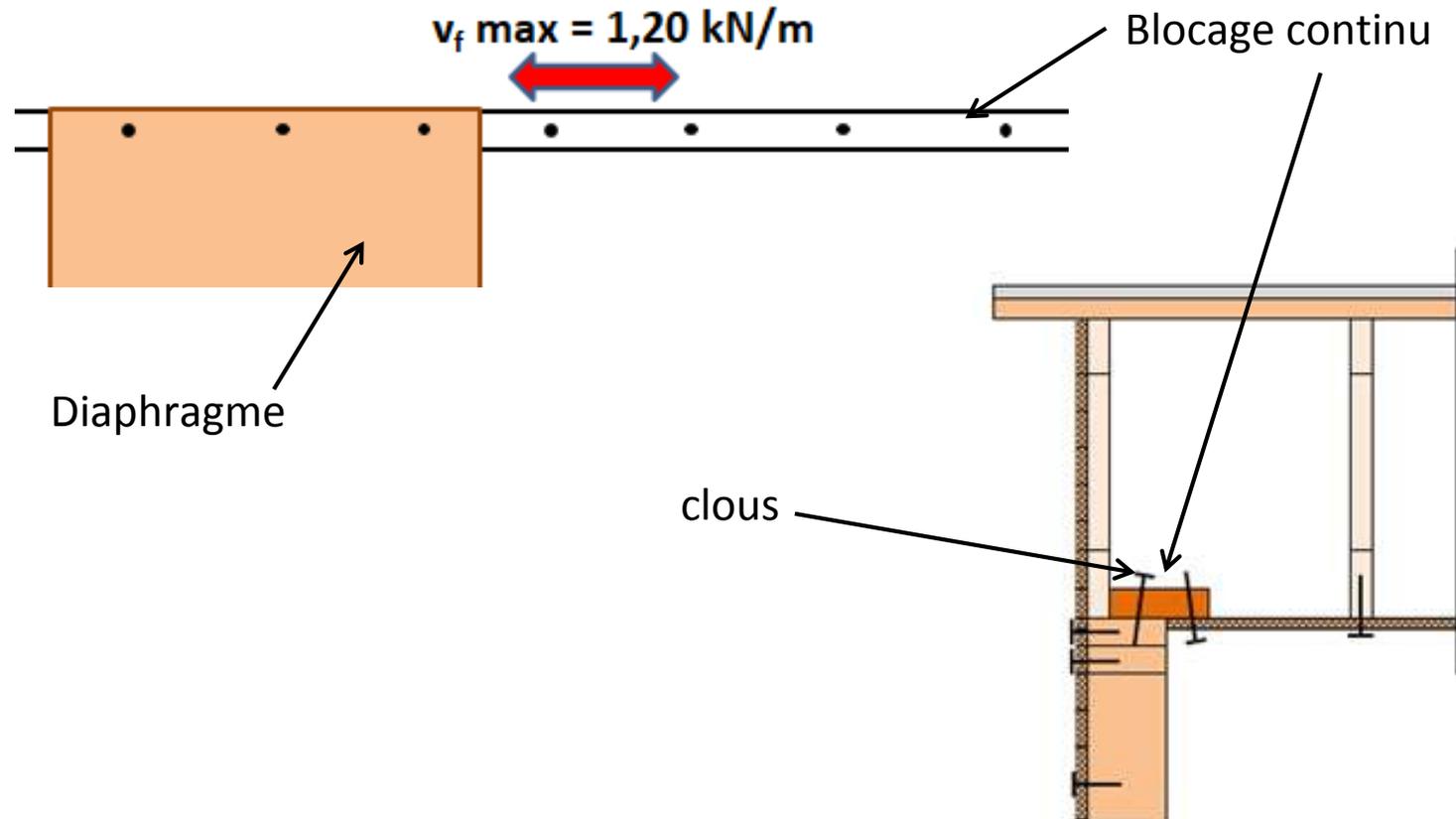
$$1) v_{f\ N-S} = 18,3 / 15,24 = 1,20 \text{ kN/m}$$

$$2) v_{f\ N-S} = V_{f\ E-O} \cdot Q / I$$
$$Q = A \cdot h/2$$
$$I = 2 I_s + 2 A (h/2)^2$$
$$\approx 2 A h^2/4$$
$$v_{f\ N-S} = V_{f\ E-O} / h$$
$$\approx V_{f\ E-O} / L1$$

3c. Dimensionnement

Diaphragmes

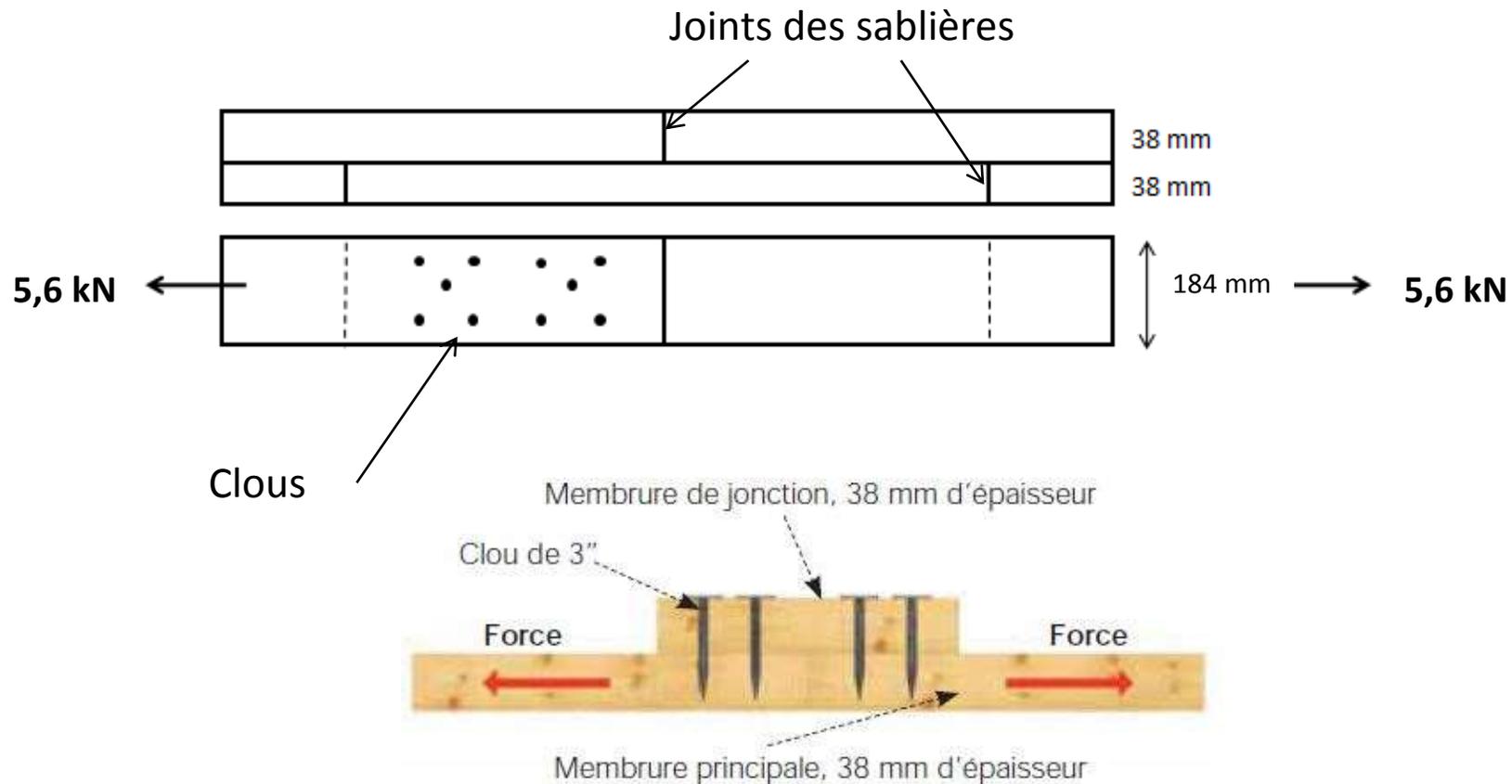
Clouage au périmètre



3c. Dimensionnement

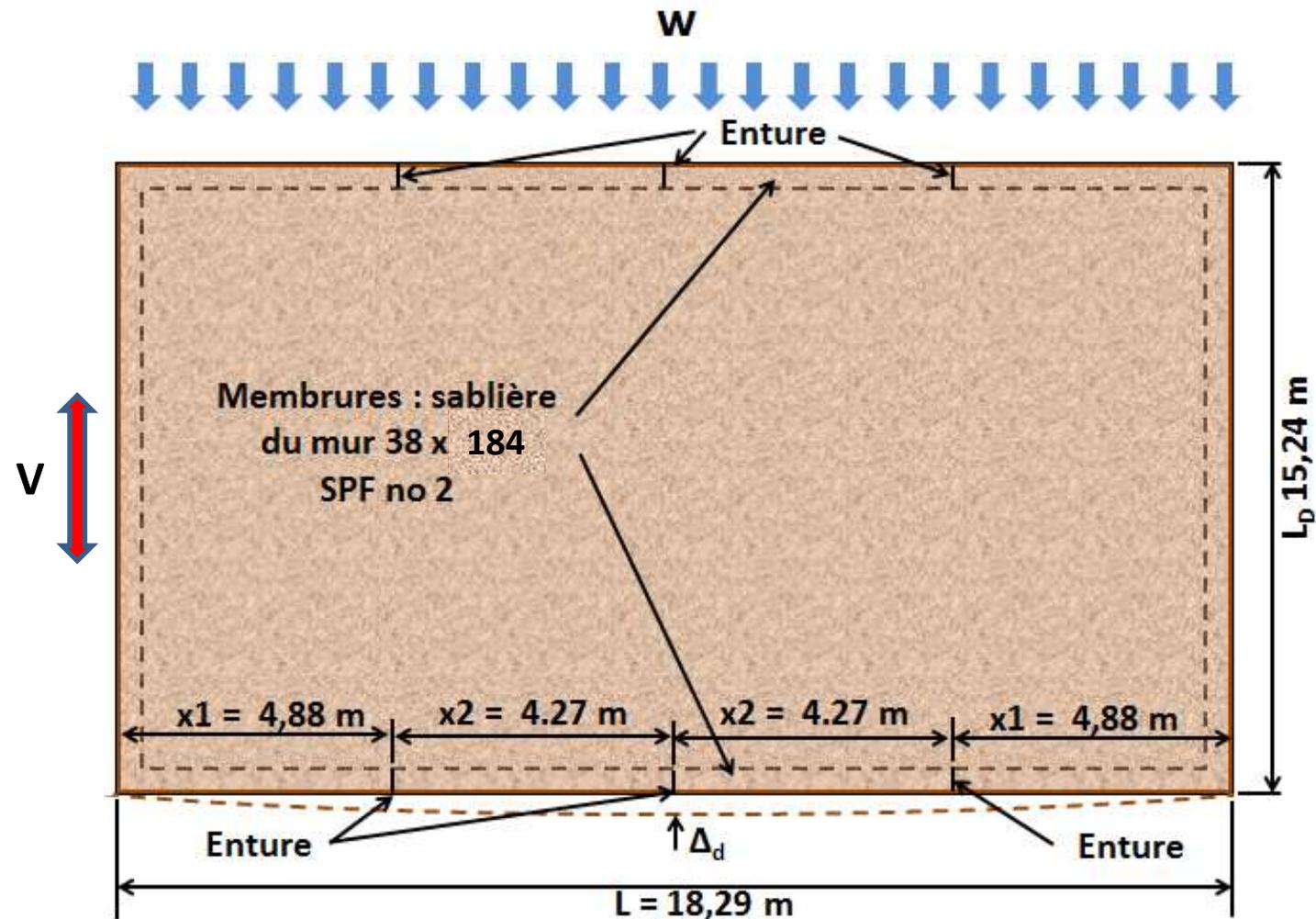
Diaphragmes

Continuité des membrures (sablères)



3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations



3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations

- La résistance du mur a été calculé pour une charge de vent pondérée de 18,3 kN
- Pour le calcul de la déformation il faut utiliser les charges de vent non-pondérées soit:

$$(0,75 / 0,8) \times (18,3 \text{ kN} / 1.4) = \mathbf{12,3 \text{ kN}}$$

Coefficient de risque, I_w

Coefficient de
pondération
pour le vent

- Largeur du diaphragme (L_D) = 15,24 m
- $v = \mathbf{12,3 / 15,24 = 0,8 \text{ N/mm}}$

3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations

Déformation du diaphragme (avec entremises)

CSA O86-14

$$\Delta_d = 5vL^3/96EAL_D + vL/4B_v + 0.00061Le_n + \Sigma(\Delta_c x)/2L_D$$

Δ_d : Flèche du diaphragme à mi-portée, mm

v : Effort tranchant max dû aux charges prévues = 0,8 N/mm

L : Longueur du diaphragme = 18290 mm

L_D : Profondeur du diaphragme = 15240 mm

E : Module d'élasticité des membrures = 9500 N/mm²,

A : Aire de section des membrures = 6992 mm² (38 x 184)

B_v : rigidité au cisaillement en épaisseur du panneau de bois
= 10000 N/mm (Tableau 9.3C, CSA O86-14)

3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations

Déformation du diaphragme

CSA O86-14

$$\Delta_d = 5vL^3/96EAL_D + vL/4B_v + 0.00061Le_n + \Sigma(\Delta_c x)/2L_D$$

e_n : déformation d'un clou sous une charge donnée, mm

$$= [0,013 v s / d_f^2]^2 = 0,06 \text{ mm (CSA O86-14, A.11.7)}$$

$S = 150 \text{ mm}$ (espacement des clous)

$d_f = 2,52 \text{ mm}$ (diamètre des clous)

$\Sigma(\Delta_c x)$: somme des glissements aux entures des membrures Δ_c , pour les 2 côtés du diaphragme, chacun multiplié par sa distance x du côté le plus rapproché

3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations

Déformation du diaphragme

CSA O86-14

$$\Delta_d = 5vL^3/96EAL_D + vL/4B_v + 0.00061Le_n + \Sigma(\Delta_c x)/2L_D$$

$\Delta_c \approx 0,3$ mm (estimation pour clou ordinaire de 3 po avec une force maximale de 500 N selon l'équation de e_n)

$$\Sigma(\Delta_c x) = 2 \times 0,3 \text{ mm} \times (4880 \text{ mm} + 9150 \text{ mm} + 4880 \text{ mm})$$

$$\Sigma(\Delta_c x) = 11346 \text{ mm}^2$$

3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations

Déformation du diaphragme

CSA O86-14

$$\Delta_d = 5vL^3/96EAL_D + vL/4B_v + 0.00061Le_n + \Sigma(\Delta_c x)/2L_D$$

$$\Delta_d = 0,25 \text{ mm} + 0,37 \text{ mm} + 0,67 \text{ mm} + 0,37 \text{ mm}$$

$$\Delta_d = \mathbf{1,7 \text{ mm (avec entremises)}}$$

Il est à noter que la norme CSA O86 ne fournit aucune directive concernant le calcul de la flèche des diaphragmes sans entremises. Par contre, le document de l'APA intitulé « Diaphragms and Shear Walls Design / Construction Guide » indique que la flèche d'un diaphragme sans entremises sera de l'ordre de 2,5 à 3 fois plus élevée qu'avec entremises.

3c. Dimensionnement

Diaphragmes - Calcul des déformations

Déformation du diaphragme

$$\Delta_d = 1,7 \text{ mm} \times 3 = 5,1 \text{ mm (sans entremises)}$$

Déformation totale (murs + diaphragme) = 11,7 mm (6,6 + 5,1)

Ratio de la hauteur du mur = L / 418 (4880 / 11,7)

3. Murs de refend et diaphragmes

Calcul sismique

CSA O86-14

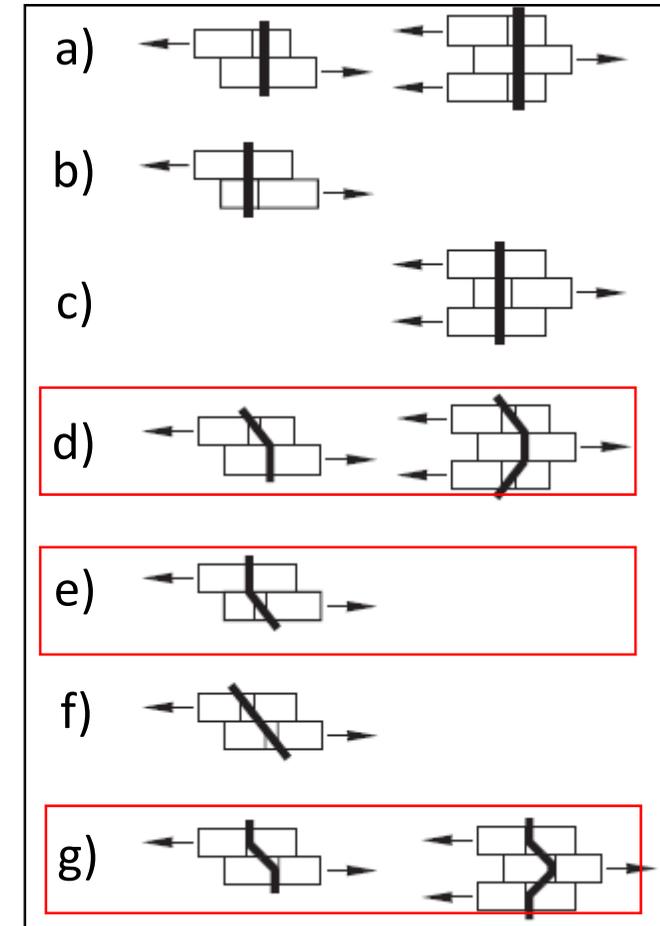
11.8 Considérations relatives au calcul parasismique des murs de refend et des diaphragmes

11.8.1 Généralités

Les forces relatives au calcul parasismique des murs de refend et des diaphragmes doivent être déterminées sur la base des méthodes prescrites dans le *Code national du bâtiment du Canada*. Le coefficient de modification de la force sismique lié à la ductilité correspondant, R_d , et le coefficient de modification de résistance excédentaire du système, R_o , pour les murs de refend sont indiqués au [tableau 11.8.1](#). L'assemblage revêtement-ossature doit être conçu pour se rompre selon le mode d), e) ou g) visé par l'article 12.9.4.2 dans le cas de clous pour assurer une ductilité suffisante dans le mur de refend et le diaphragme.

Tableau 11.8.1
Coefficients de calcul parasismique des murs de refend

Construction	R_d	R_o
Mur de refend dont les panneaux structuraux en bois sont cloués	3	1,7
Mur de refend : combinaison de panneaux structuraux en bois et de plaques de plâtre	2	1,7



cecobois

3. Murs de refend et diaphragmes

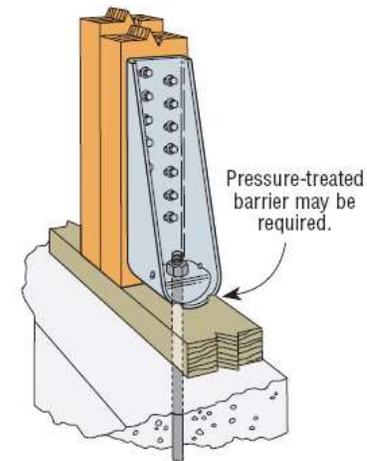
Calcul sismique

11.8.2 Ancrages de retenue verticale et ancrages de renvoi du cisaillement dans les murs de refend

CSA O86-14

Les boulons d'ancrage et les assemblages inter-étages résistants aux forces sismiques de cisaillement et les ancrages de retenue verticale résistants aux forces sismiques de soulèvement d'un mur de refend ou d'un segment de mur de refend doivent être calculés en fonction de charges sismiques 20 % plus élevées que les forces qu'ils peuvent être appelés à transférer.

Note : Voir le *Commentaire du CCB sur la norme CSA O86*.



3. Murs de refend et diaphragmes

Calcul sismique

CSA O86-14

11.8.3 Surcapacité des structures en bois résistant aux forces sismiques (SRFS)

11.8.3.1 Coefficient de surcapacité d'étage, C_i

Le coefficient de surcapacité, C_i , pour un étage donné i doit être égal ou supérieur à 1,0 dans toute direction horizontale et être calculé comme suit :

$$C_i = \frac{V_{ri}}{V_{fi}}$$

11.8.3.2 Rapport entre les coefficients de surcapacité de l'étage et du rez-de-chaussée

Dans le cas des bâtiments de trois étages et plus, les SRFS verticales doivent être calculées de manière à maintenir le rapport suivant entre le coefficient de surcapacité de l'étage, C_2 et celui du rez-de-chaussée, C_1 :

$$0,9 < \frac{C_2}{C_1} \leq 1,2$$

3. Murs de refend et diaphragmes

Calcul sismique

CSA O86-14

11.8.4 Diaphragmes en bois supportés par les murs de refend en bois

11.8.4.1 Généralités

Les diaphragmes en bois conçus et détaillés conformément à l'article 11.5 doivent être calculés en fonction des forces indiquées à l'article 11.8.4.2.

11.8.4.2 Forces de calcul parasismique des diaphragmes

La force sismique de calcul d'un diaphragme à chaque étage i et dans toute direction horizontale, doit être déterminée comme suit :

$$V_{Di} = C_{Di} F_i$$

où

V_{Di} = force de calcul sismique pour un diaphragme à chaque étage i

C_{Di} = coefficient de surcapacité à l'étage i , dans toute direction horizontale

= le moindre de C_i ou de 1,2

F_i = force sismique pondérée à l'étage i calculée sur la base de $R_d R_o$ pour les murs de refend en bois

Note : Voir le *Commentaire du CCB sur la norme CSA O86*.

3. Murs de refend et diaphragmes

Calcul sismique

CSA O86-14

11.8.6 Calcul des éléments de renvoi des charges

Les membrures des diaphragmes, les couvre-joints des éléments d'ossature et les assemblages des diaphragmes autour des ouvertures et autres éléments de renvoi des charges doivent être calculés en fonction de charges sismiques qui dépassent d'au moins 20 % la charge de calcul parasismique V_{Di} qui agit sur le diaphragme.

Les assemblages et les tirants qui transfèrent les forces de cisaillement entre les segments de la SRFS verticale et le diaphragme doivent être calculés en fonction de charges sismiques qui dépassent d'au moins 20 % les forces de cisaillement à renvoyer.

Les parties du diaphragme situées autour des murs décalés doivent être calculées en fonction de charges sismiques qui dépassent d'au moins 20 % les forces de calcul parasismique de la SRFS décalée.

Il n'est pas nécessaire que les charges qui servent au calcul des éléments de renvoi des charges soient supérieures à celles déterminées en prenant $R_d R_o = 1,3$.

Note : Voir le *Commentaire du CCB sur la norme CSA O86*.



MERCI DE VOTRE ATTENTION !



(418) 650-7193



www.cecobois.com



1175 avenue Lavigerie
Bureau 200
Québec (QC), G1V 4P1

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

Maison Martin-Matte & logements sociaux

DAD Achitecture/Design

Axys Consultants

DAD Architecture/Design