



Modules 4

Construction paracyclonique et dimensionnement de charpente

Module 3

- Introduction et notion de base
- Conception étape par étape d'une toiture légère selon le CNBH

Build Change **MTPTC** **CDRI** **OIRAF** **IRIS**

Formation sur le nouveau Code National du Bâtiment d'Haïti

Dans le cadre de la validation du nouveau CNBH, rendue possible grâce au soutien de la Coalition pour des Infrastructures Résilientes aux Désastres (CDRI), le MTPTC avec l'appui technique de Build Change organise une série de formation pour faciliter son utilisation par l'ensemble des professionnels de la construction.

La formation se réalisera en ligne, et nous vous remercions de vous inscrire directement sur le site du CNBH 2025.

- MODULE 1** Utilisation du code / Introduction à la construction parasismique et paracyclonique / Risque et site
Vendredi 13 Mars 2026 à 11h
- MODULE 2** Permis de construire / Contrôle de Qualité / Matériaux
Mardi 17 Mars 2026 à 11h
- MODULE 3** Construction parasismique et calcul de structures (fondation, dalle et murs)
Jeudi 19 Mars 2026 à 11h
- MODULE 4** Construction paracyclonique et dimensionnement de charpente
Mardi 24 Mars à 11h
- MODULE 5** Ossature bois et maçonnerie de remplissage Configuration architecturale
Jeudi 26 Mars à 11h

Formateurs

- Berthoumieux Jean** MTPTC
- Peguy Pierre** MTPTC
- Charles Raymond** MTPTC
- Asma Yahiaoui** Build Change
- Pierre Paya** Build Change

cnbh2025.com



Introduction et notion de base

Dispositions des toitures légères

Adaptation du Wood Frame Construction Manual et de National Design Specification (NDS) de l'AWC en prenant en compte des spécifications haïtiennes :

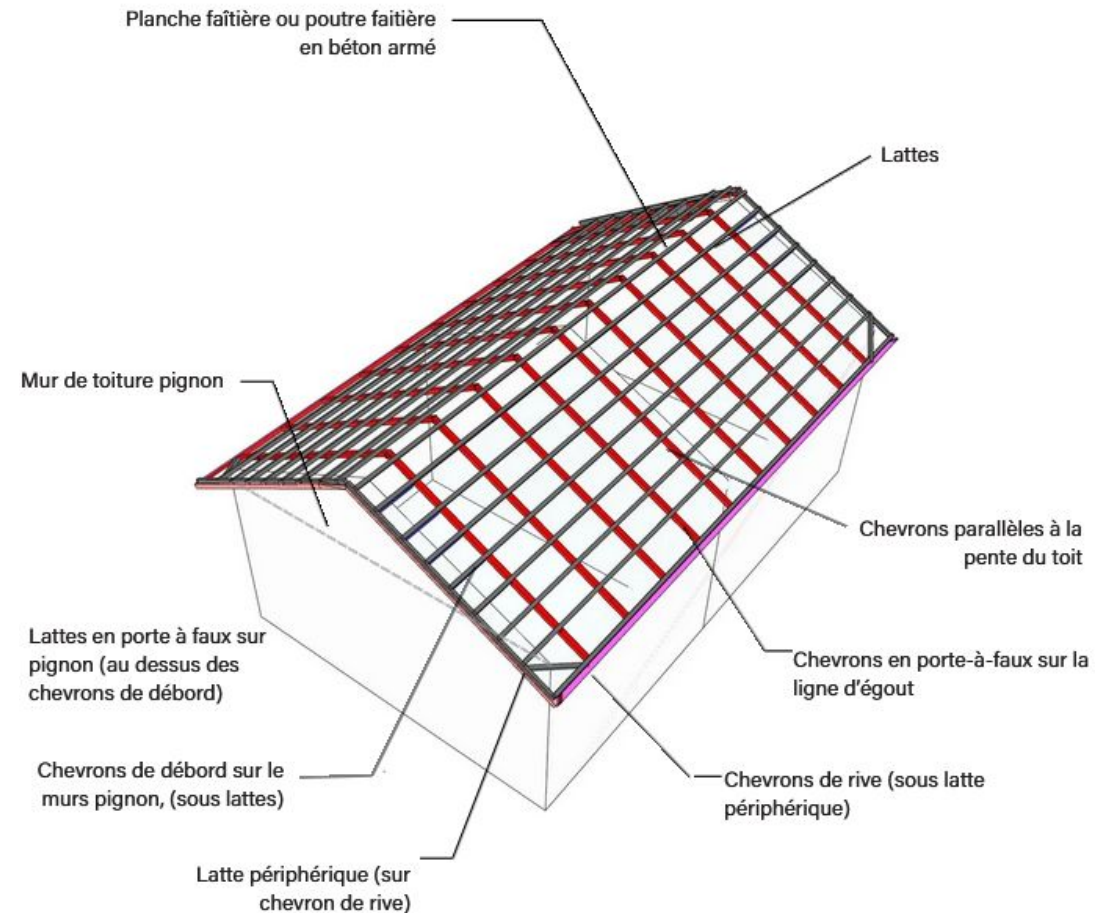
- Pas de diaphragme (par contreplaqué ou par CGI)
- Disponibilité limité des connecteurs (clous, feuillards métalliques)
- Disponibilité limité des tailles et essences de bois (southern pine 2, 2x4, 2x6)

Dispositions des toitures légères

Toiture à une ou deux pentes

Chevrans parallèles à la pente et lattes

Chevrans de débords sur les pignons

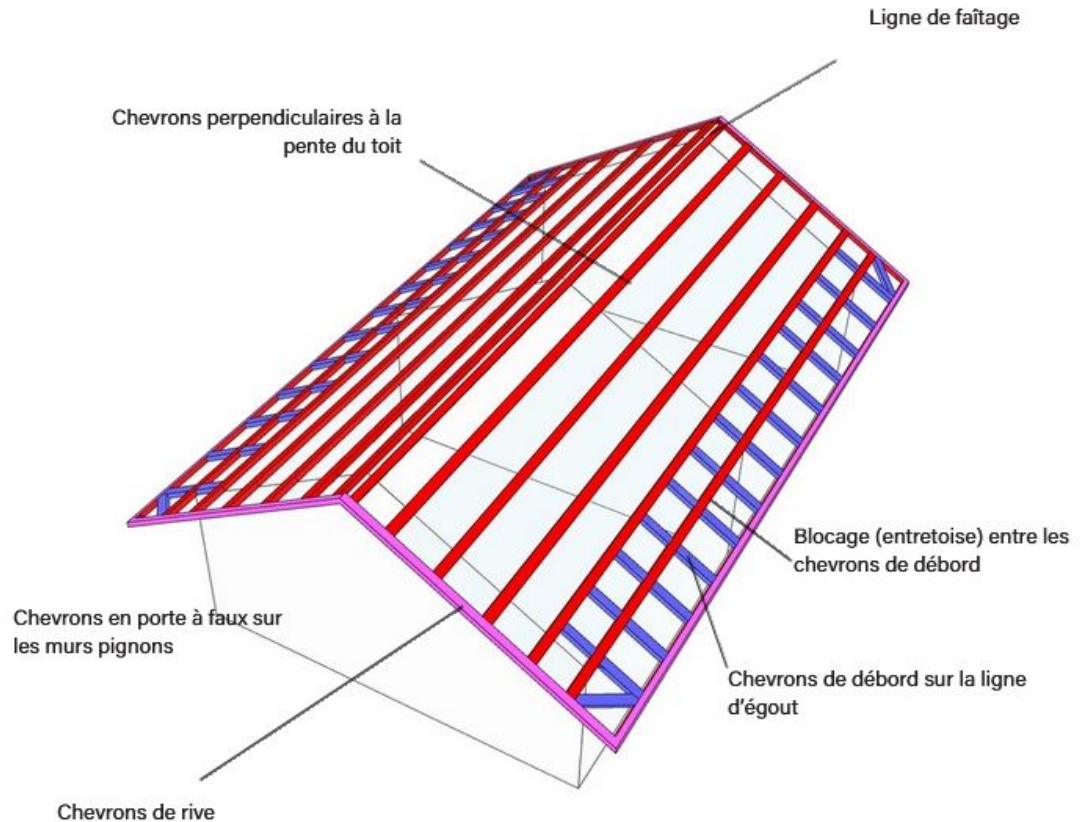


Dispositions des toitures légères

Toiture à une ou deux pentes

Chevrans perpendiculaires à la pente et sans lattes

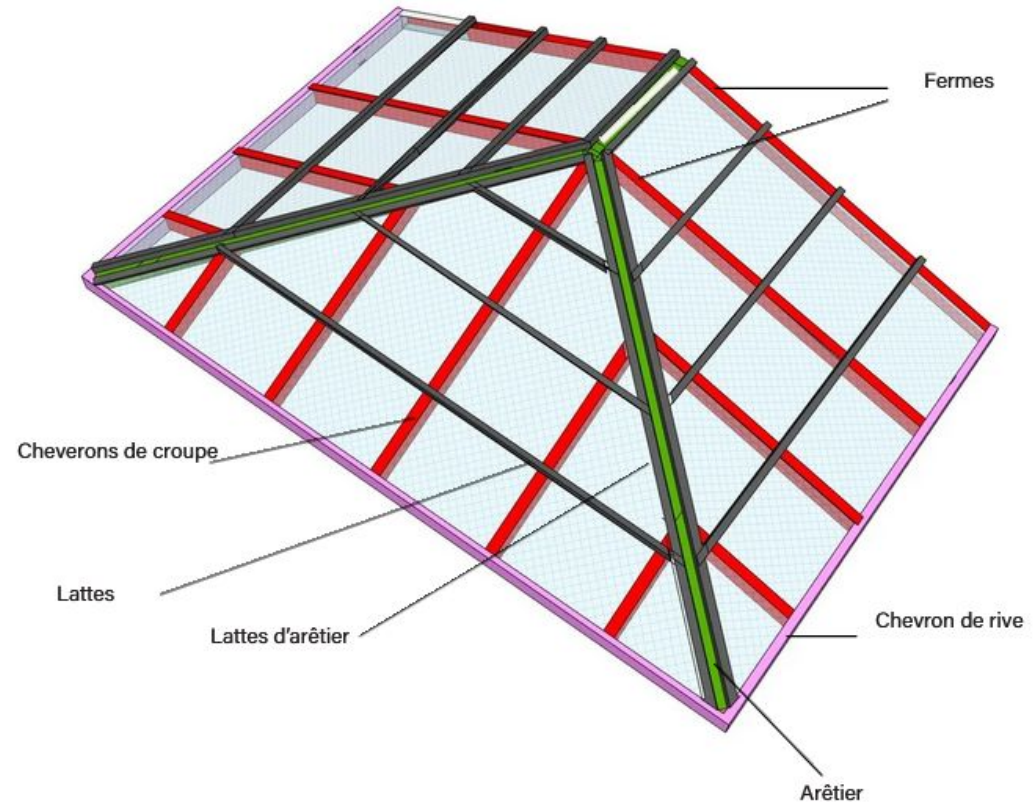
Chevron de débord sur la ligne d'égout



Dispositions des toitures légères

Toiture à 4 pentes :

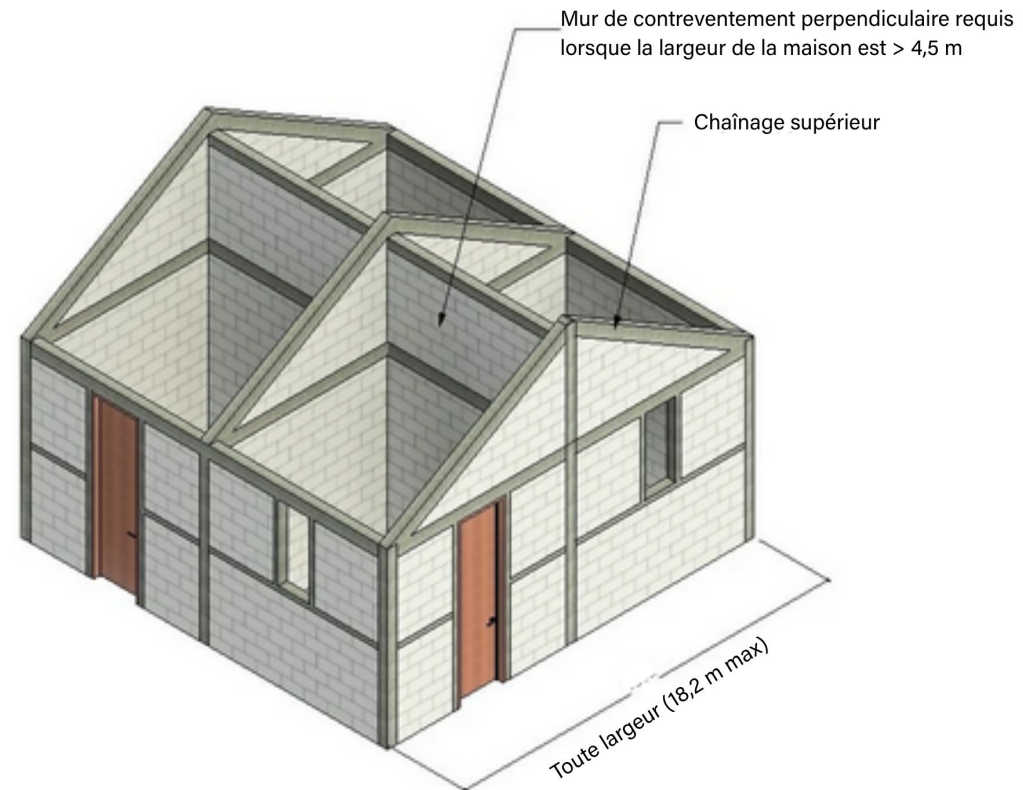
- Aretiers
- Chevrons de croupes
- Lattes



Dispositions des toitures légères

Nouvelles dispositions pour les murs de toitures (toiture à une ou deux pentes) en MC.

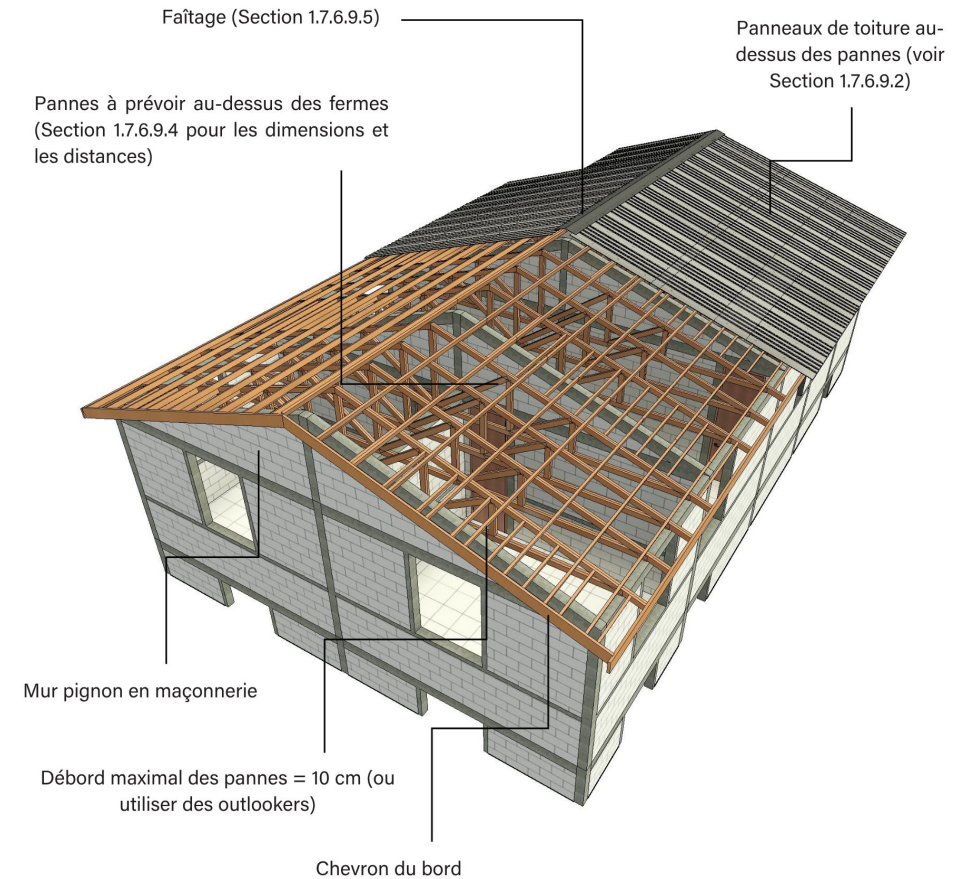
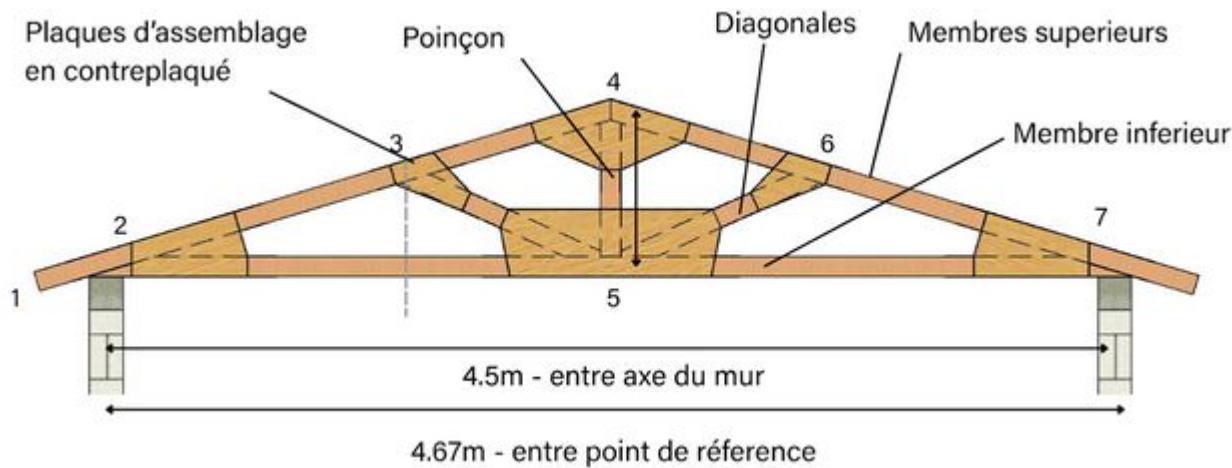
Nécessaires pour reprendre les efforts sismiques (diagramme flexibles) et cyclonique (sur pignons).



Dispositions des toitures légères

Toiture sans murs pignons avec fermes et lattes

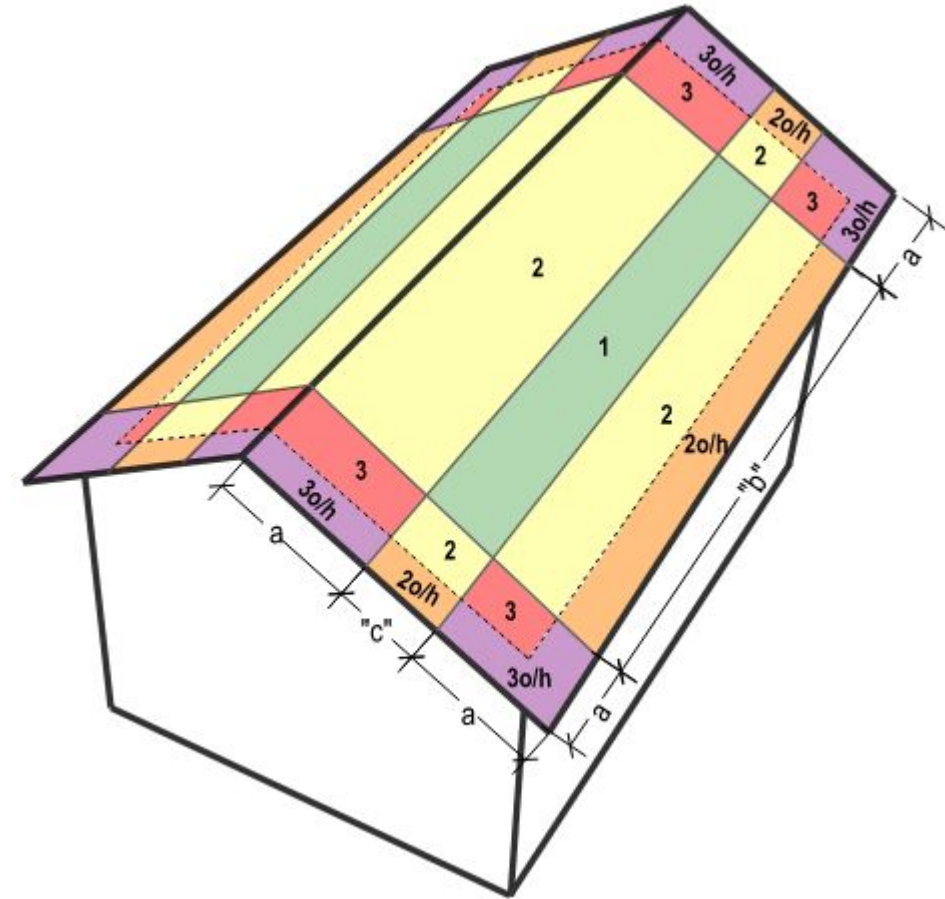
Portée 4.5m, 6m et 9m



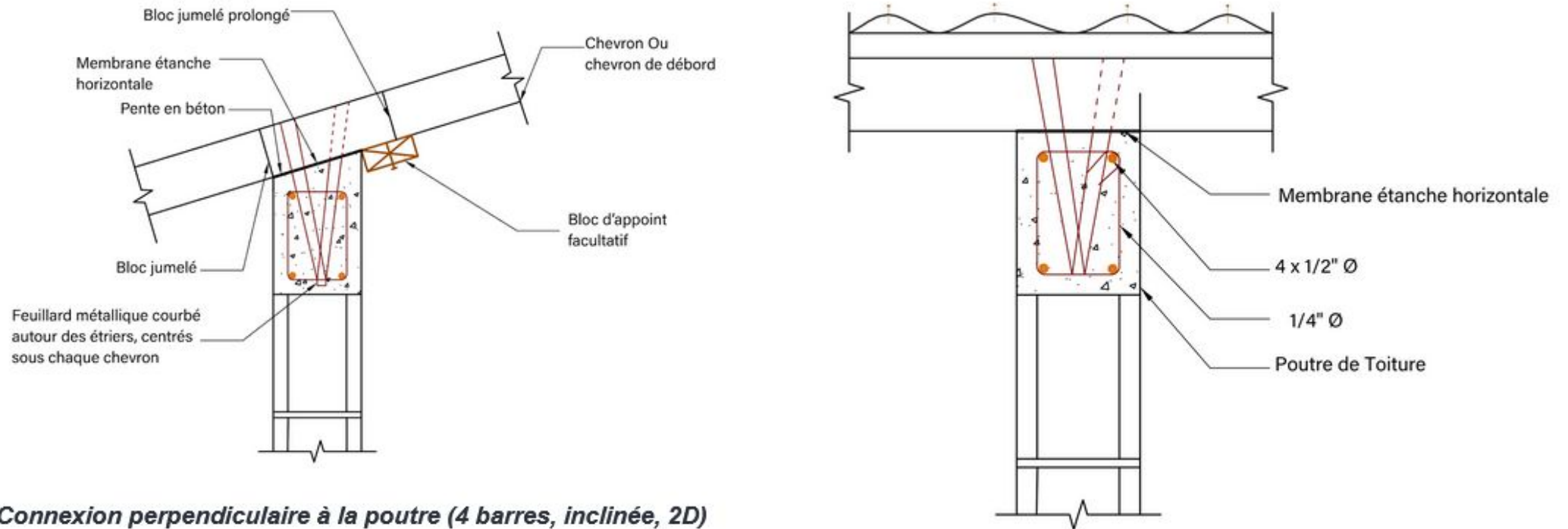
Dispositions des toitures légères

Calculs des différentes connexions en fonctions des pressions de toitures :

- CGI / Lattes
- Chevrons / lattes
- Chevrons de débords
- Planche faîtière
- Aretiers, chevrons de croupes etc.



Dispositions des toitures légères



Connexion : Chevrons - Poutre de toiture/chaînage supérieur

Dispositions des toitures légères

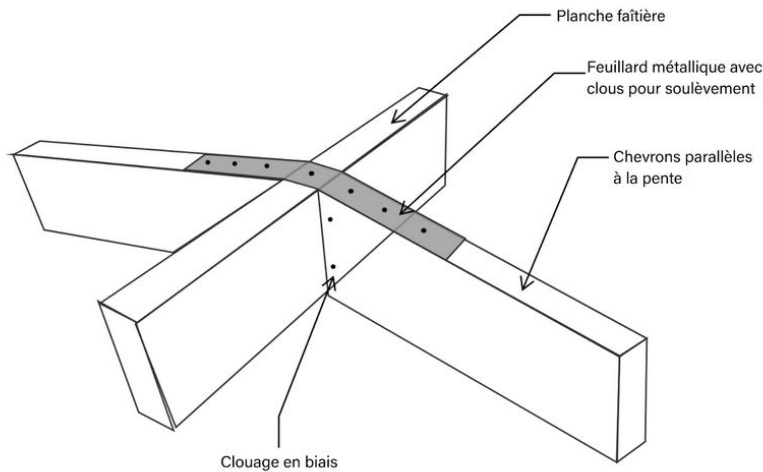
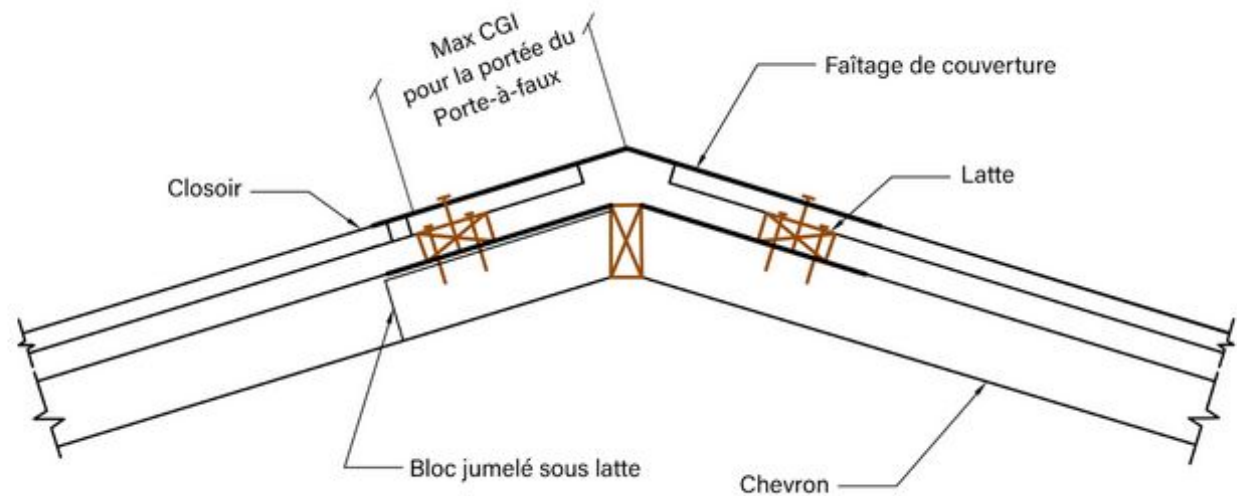


Figure 1.5.6.9.8-7 Raccordement des chevrons à une planche faitière suspendue à l'aide d'un feuillard métallique (Option 1)



Connexion : Chevrons - Faitiere (option 1)

Dispositions des toitures légères

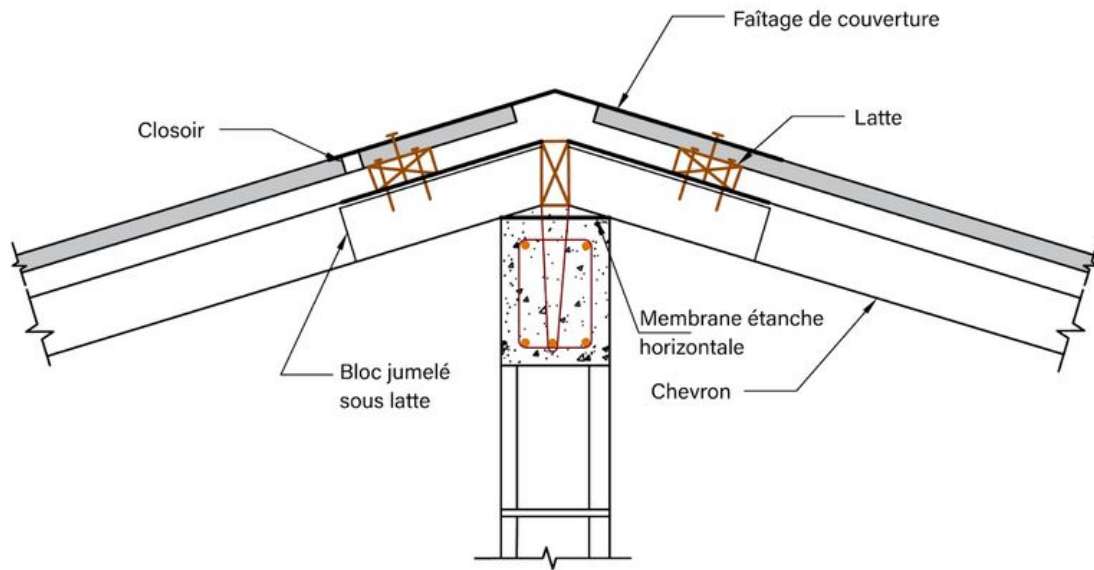


Figure 1.5.6.9.8-9 Connexion des chevrons à une planche faitière de faîtage soutenu par un mur de toiture (Option 3)

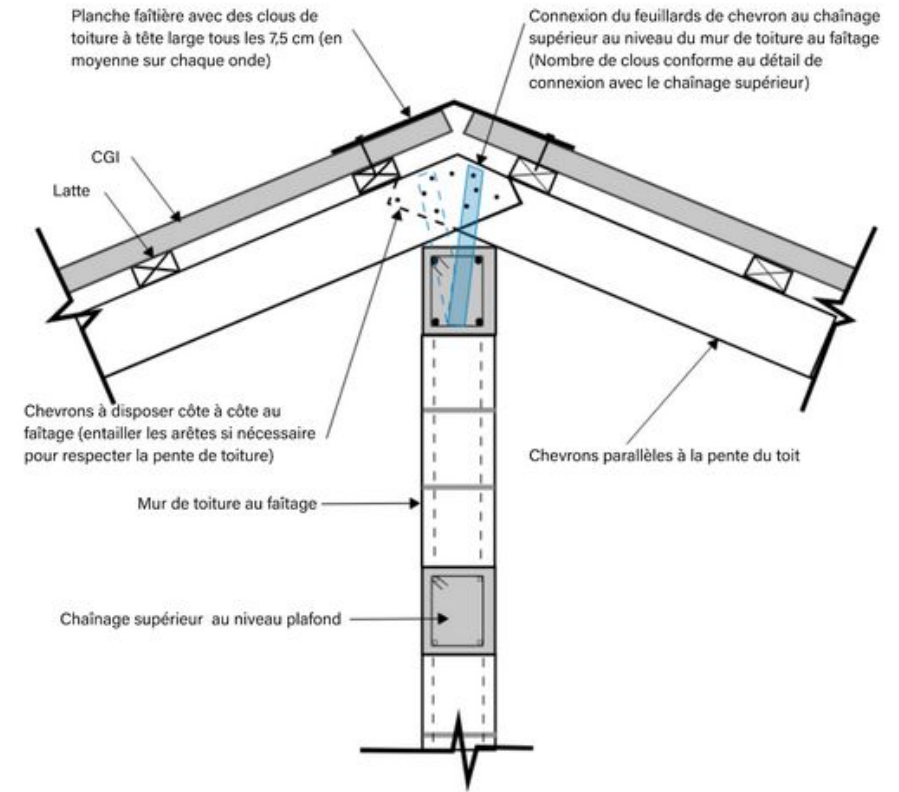


Figure 1.5.6.9.8-10 Raccordement des chevrons Chevrons chevauchés à la faitière sur un mur de toiture (Option 4)

Connexion : Chevrons - Faitiere (option 2)

Connexion : Chevrons - Faitiere (option 3)

Dispositions des toitures légères

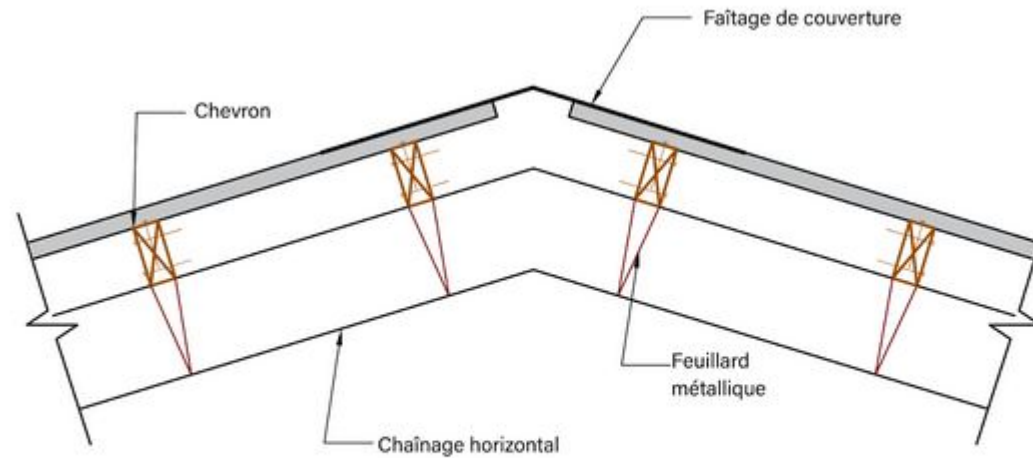


Figure 1.5.6.9.8-11 Détail du faitage pour chevrons perpendiculaires à la pente et sans lattes
(Option 1: chevron perpendiculaire)

Chevron perpendiculaire à la pente

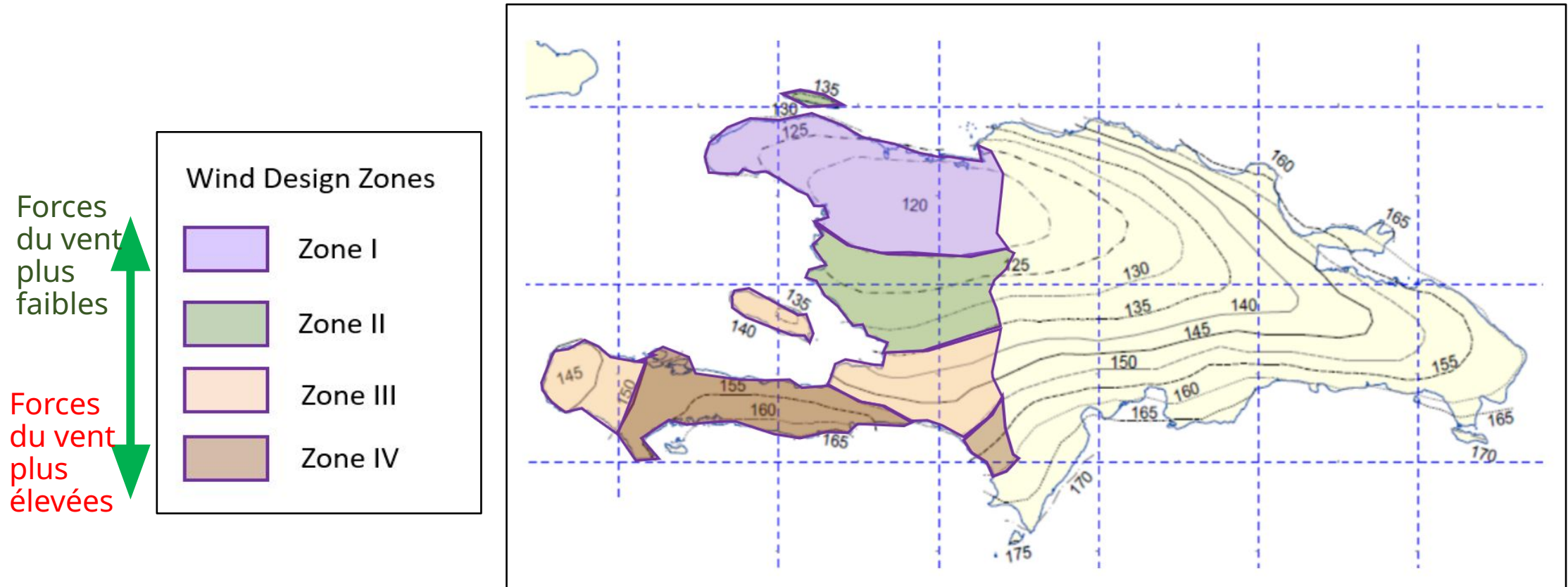


Conception étape par étape
d'une toiture légère selon le
CNBH

Recap

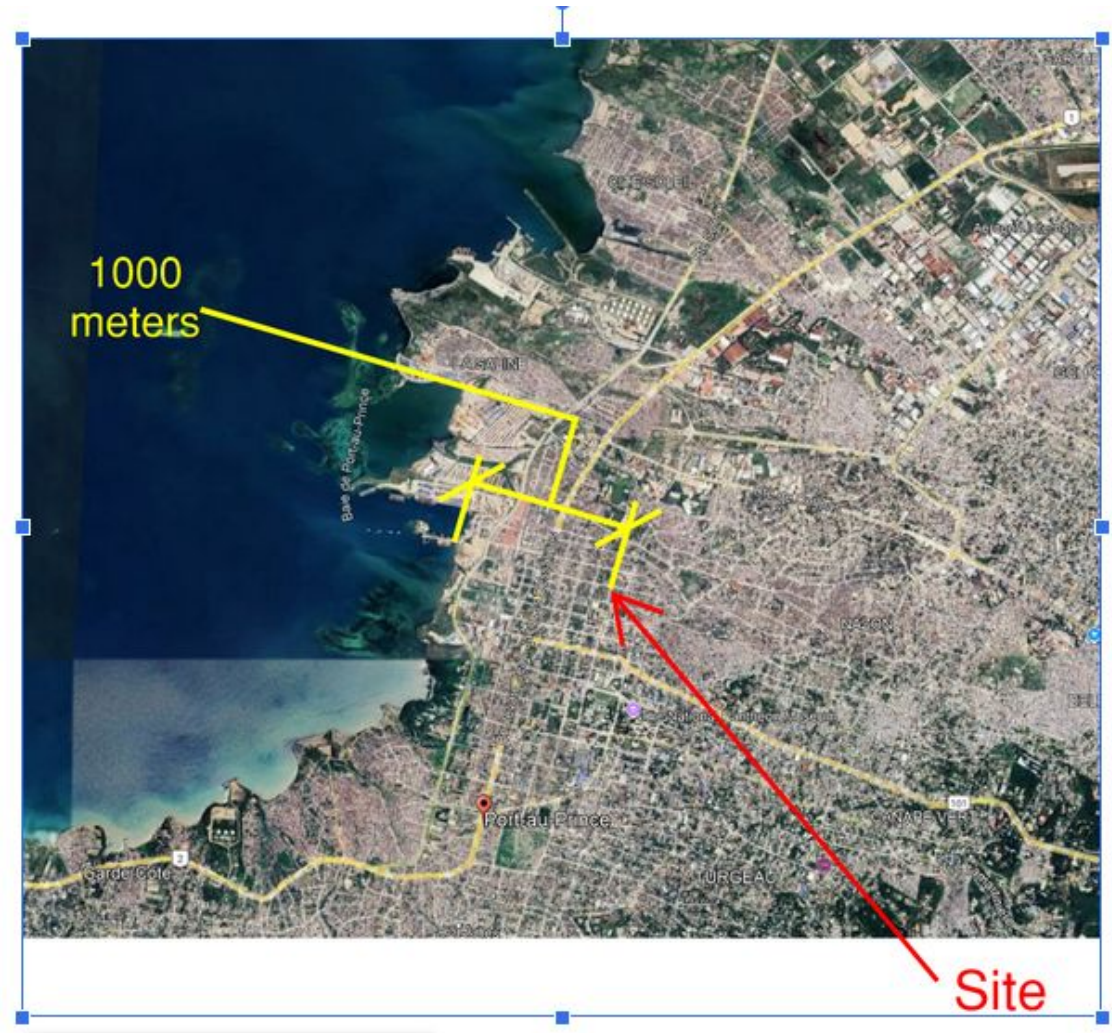


Déterminer la zone de risques aux vents

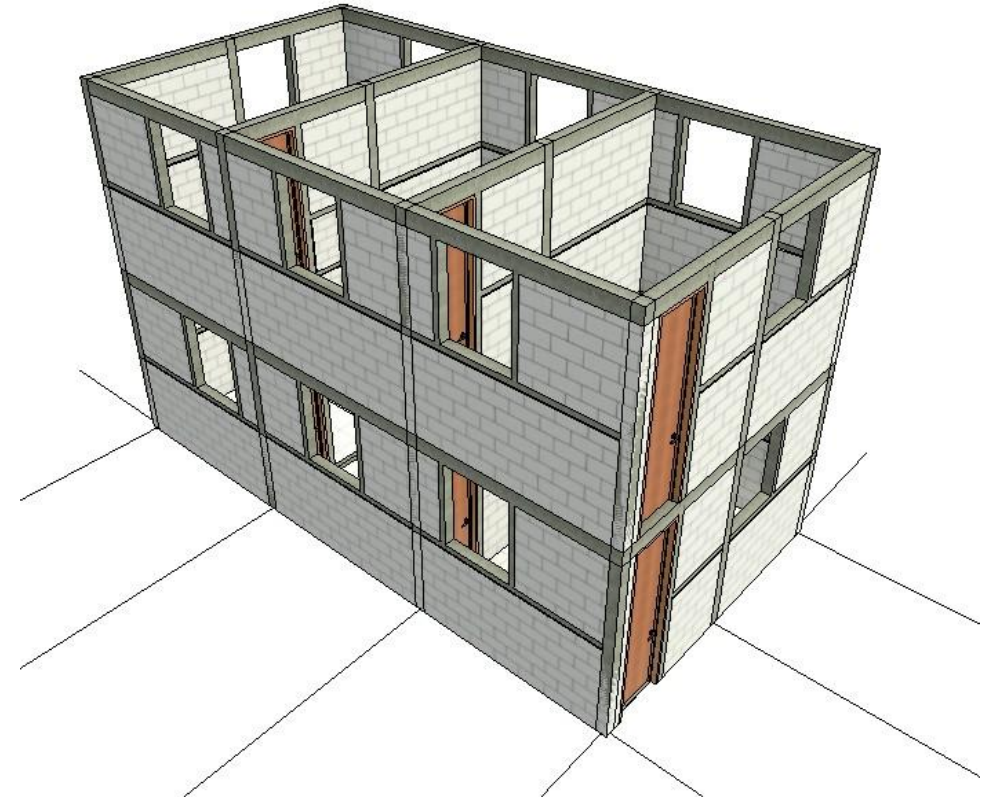
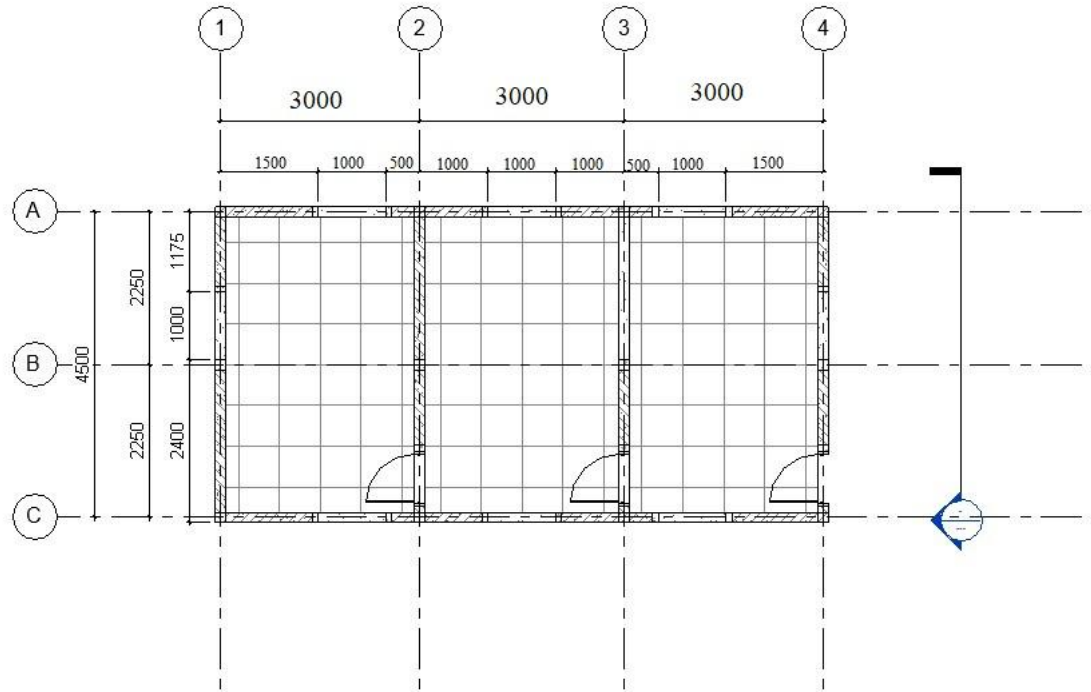


Recap

- Zone sismique B
- Zone de vent III
- Peut être exposé au risque d'inondation
- Exposition B
- 2 Niveaux



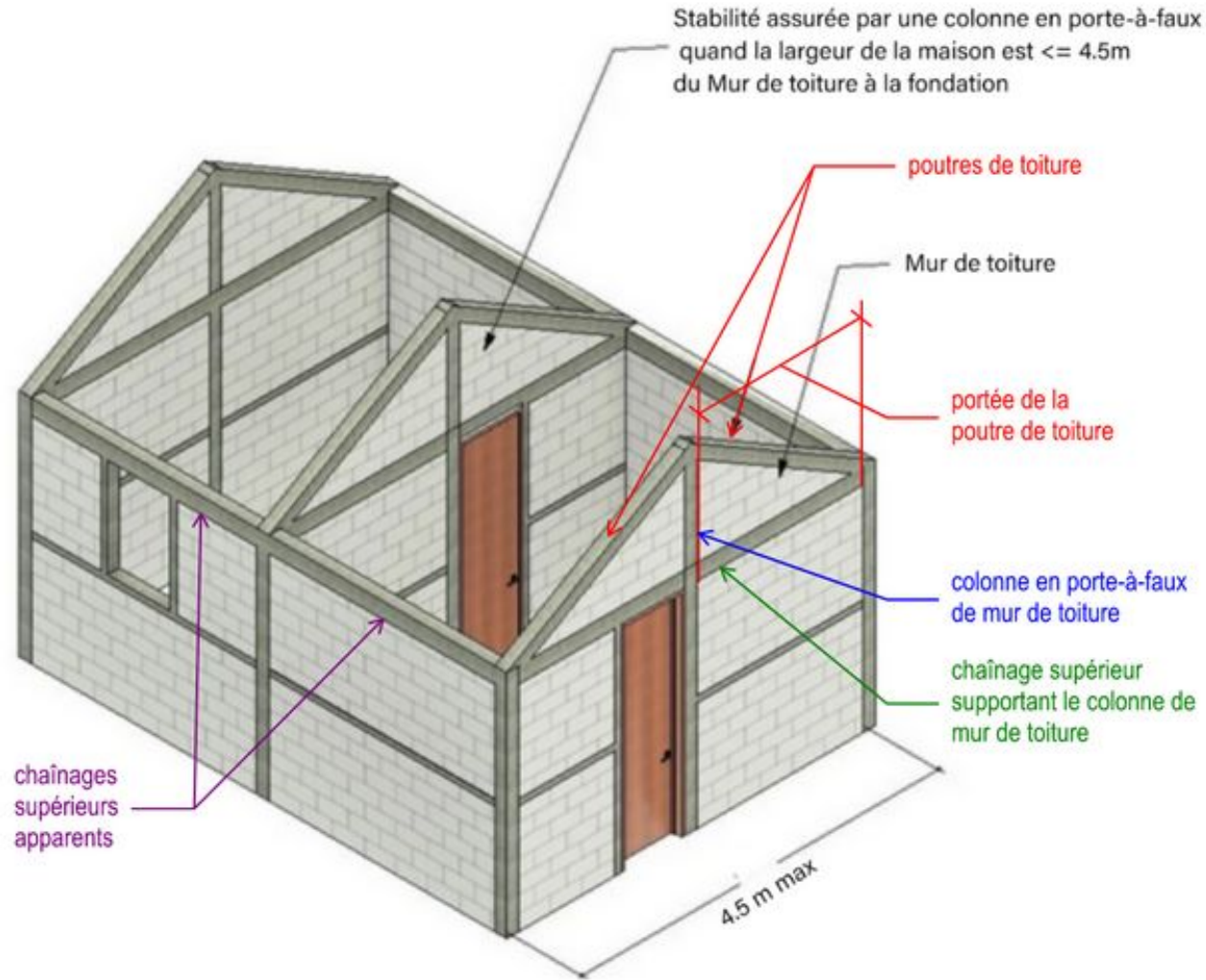
Configuration



Conception structurelle

- *Fondation*
- *Murs et chaînages*
- ○ Murs de toitures
- ○ Charpente

Murs de toiture



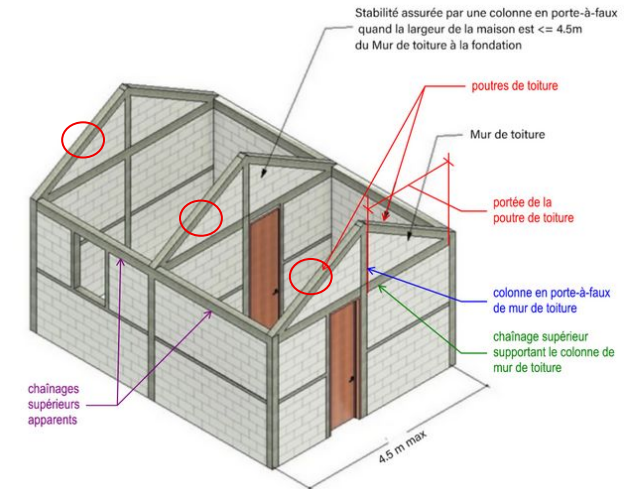
Murs de toiture - poutre de toiture

Portée de la poutre de toiture = 4,5 m/2 - 0,15 cm
- 0,15 cm/2

→ Portée de la poutre de toiture = 2,0 m

→ Zone sismique B, murs bloc 115

Zone de conception sismique	Section de la poutre Largeur x Profondeur	Portée maximum (m)	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal (étriers)
✓	Mur 15cm x 10cm	2.5	2 x 10mm ou 3/8" Φ	1/4" or 6mm Φ @150mm c/c
	Mur 15cm x 10cm	3.5	2 x 12mm ou 1/2" Φ	1/4" or 6mm Φ @150mm c/c
A et B	Mur 15cm x 20cm	4.5	4 x 10mm ou 3/8" Φ	1/4" or 6mm Φ @100mm c/c
	Mur 20cm x 10cm	3.25	2 x 10mm ou 3/8" Φ	1/4" ou 6mm Φ @150mm c/c
	Mur 20cm x 10cm	4	2 x 12mm ou 1/2" Φ	1/4" ou 6mm Φ @150mm c/c
	Mur 20cm x 20cm	4.5	4 x 10mm ou 3/8" Φ	1/4" ou 6mm Φ @100mm c/c



Section de la poutre	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal
15 cm (profondeur du mur) x 10 cm (hauteur)	(2) 10 mm ou 3/8" Φ	1/4" ou 6 mm Φ à 150 mm

Murs de toiture - poutre de toiture

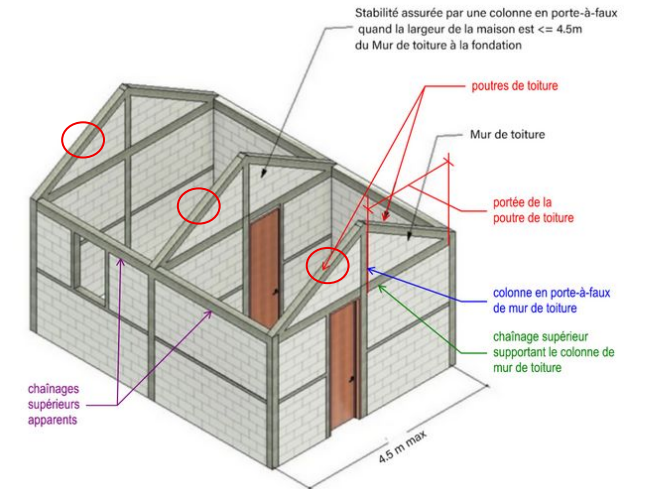
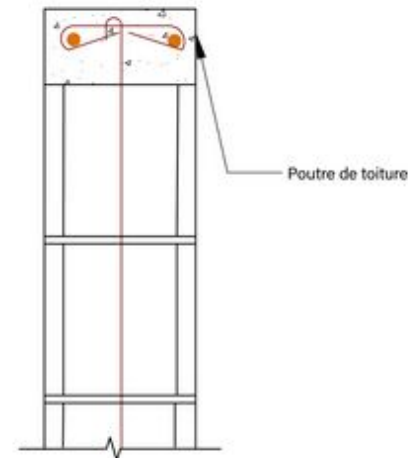
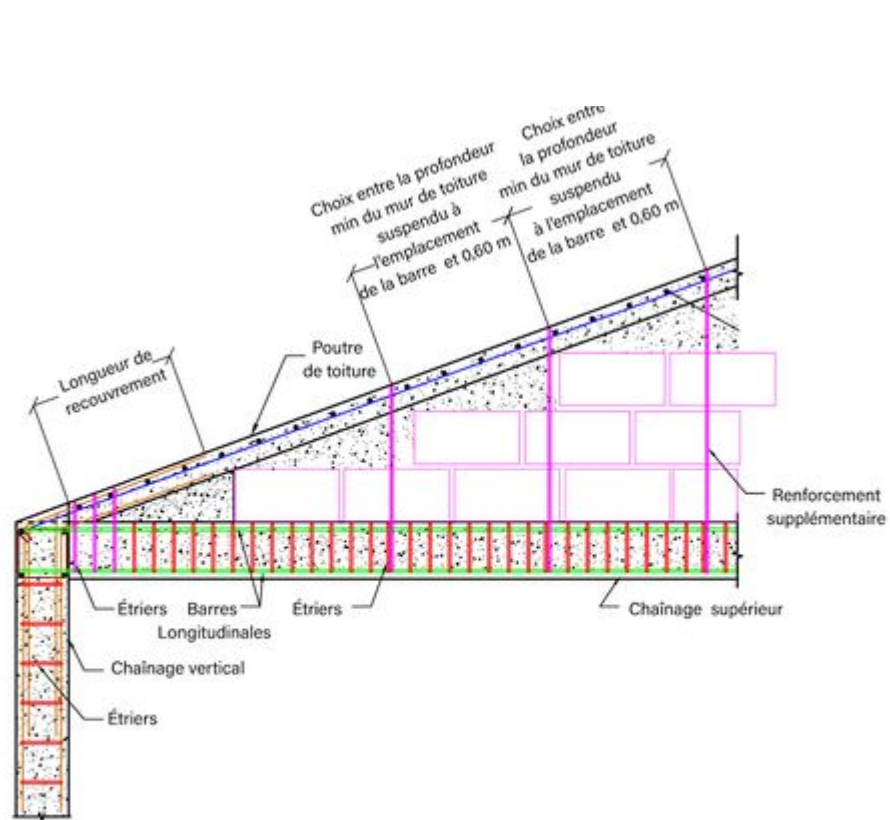
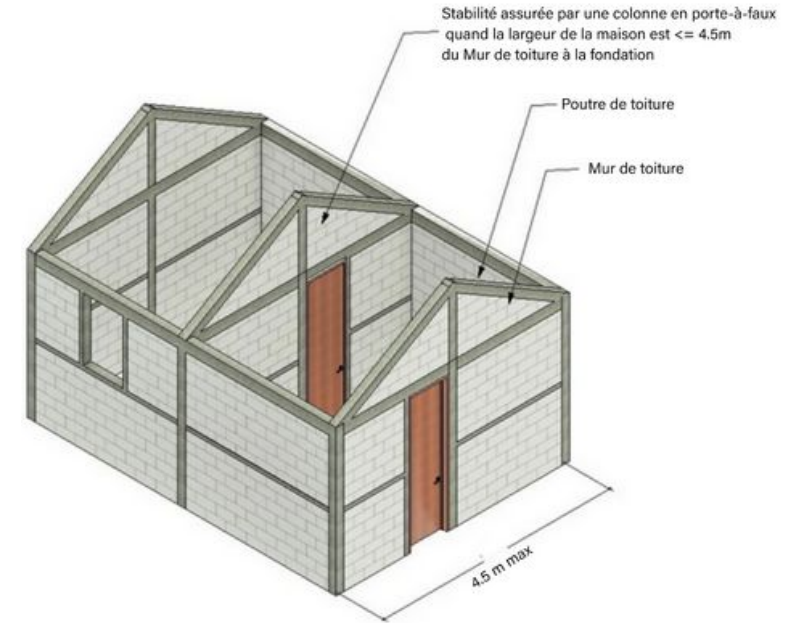
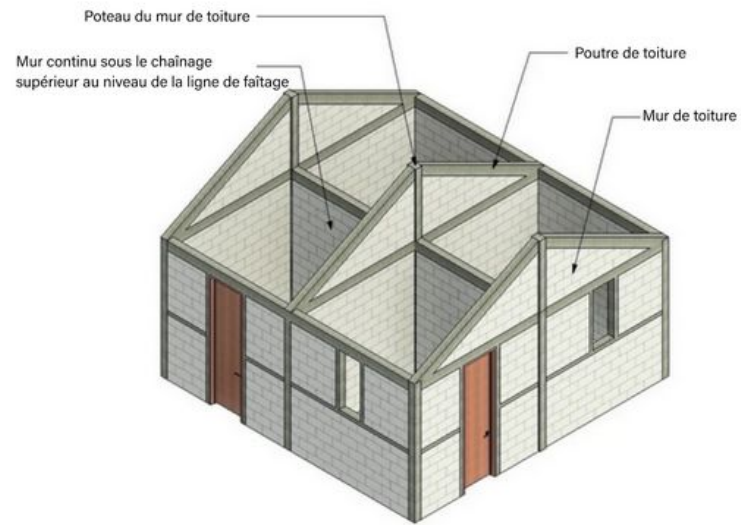
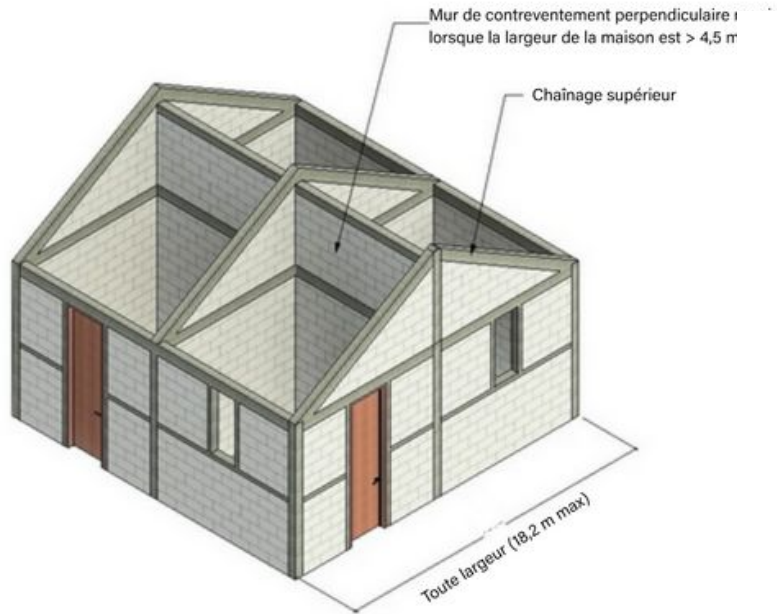


Figure 1.5.4.9.1-3 Renforcement des murs de toitures (2 barres)

→ Chainage 2 barres, ajouter une barre entre le chainage supérieur et la poutre de toiture pour résister aux forces de soulèvement du vent provenant des feuillards métalliques

Murs de toiture - colonne



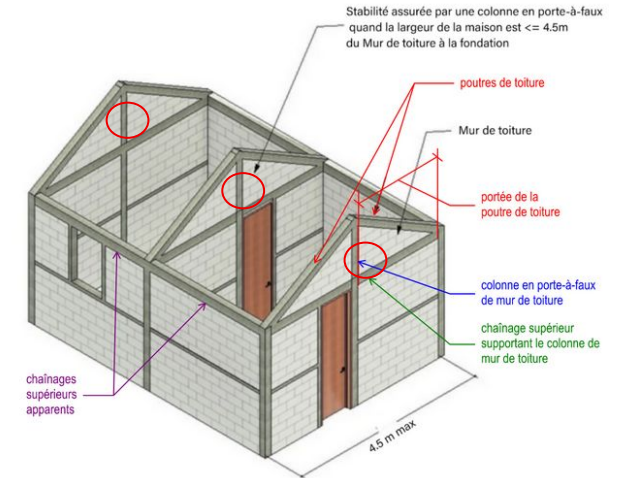
Murs de toiture contreventé par un autre mur :
colonne de toiture identique au chaînage
vertical

Murs de toiture contreventé par une colonne “en porte à faux” de toiture.
Chapitre **1.5.4.9.2**

Murs de toiture - colonne

Zone de conception sismique	Colonne largeur x épaisseur (cm x cm)	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal
Colonne de 15cm d'épaisseur avec mur en bloc 15			
A	15 x 20	4 x 12mm ou ½"	<p>Étriers de 1/4" ou 6 mm Espacement de 75 mm d'axe en axe 600 mm au-dessus et au-dessous de la jonction poteau-chânage supérieur.</p> <p>Ailleurs : espacement égal au plus petit de la moitié de la profondeur ou de 150 mm d'axe en axe.</p>
B	15 x 20	4 x 12mm ou ½" ✓	
C	15 x 25	4 x 12mm ou ½"	
D	15 x 25	4 x 12mm ou ½"	
Colonne de 20 cm d'épaisseur avec mur en bloc 15			
A	20 x 15	6 x 12mm ou ½"	
B	20 x 15	6 x 12mm ou ½" ✓	
C	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
D	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
Colonne de 20 cm d'épaisseur avec mur en bloc 20			
A	20 x 20	4 x 12mm ou ½"	
B	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
C	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
D	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	

Figure E3 : Annotation du tableau 1.5.6.9.2-1 (portées de pignon ≤ 4,5 m)



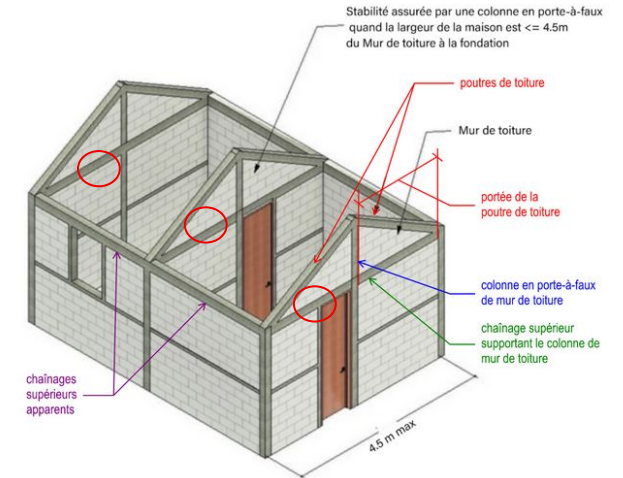
	Largeur	Profondeur	Renforcement	Avantage
Option 1	15 cm	20 cm	(4) 12 mm ou ½"	Moins de renforcement nécessaire
Option 2	20 cm	15 cm	(6) 12 mm ou ½"	Face de la colonne affleurant le mur

Murs de toiture - chaînage supérieur

Le chaînage supérieur situé juste sous le mur de toiture nécessite une conception spéciale car il soutient le poteau en porte-à-faux du mur de toiture.

Zone de conception sismique	Chaînage supérieur largeur x hauteur (cm x cm)	Renforcement longitudinal	Renforcement transversal
Mur en bloc 15cm			
A	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	<p>Etrier 1/4" ou 6mm Φ Espacement de 75 mm d'axe en axe</p> <p>Ou</p> <p>Étriers 1/4" ou 6 mm Φ, plus entrejambe horizontal médian Espacement de 100 mm d'axe en axe</p>
B	20 x 20	6 x 12mm ou ½" ✓	
C	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
D	25 x 20	6 x 12mm ou ½"	
Mur en bloc 20cm			
A	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
B	20 x 20	6 x 12mm ou ½"	
C	25 x 20	6 x 12mm ou ½"	
D	25 x 20	6 x 12mm ou ½"	

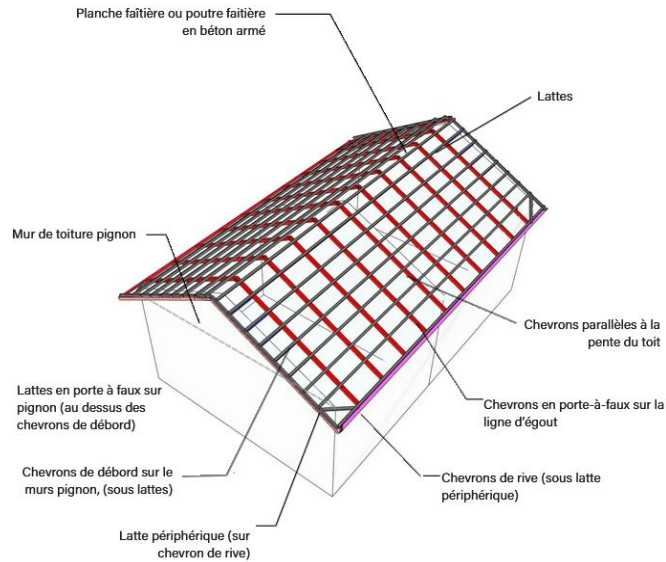
Figure E4 : Annotation du tableau 1.5.6.9.2-3



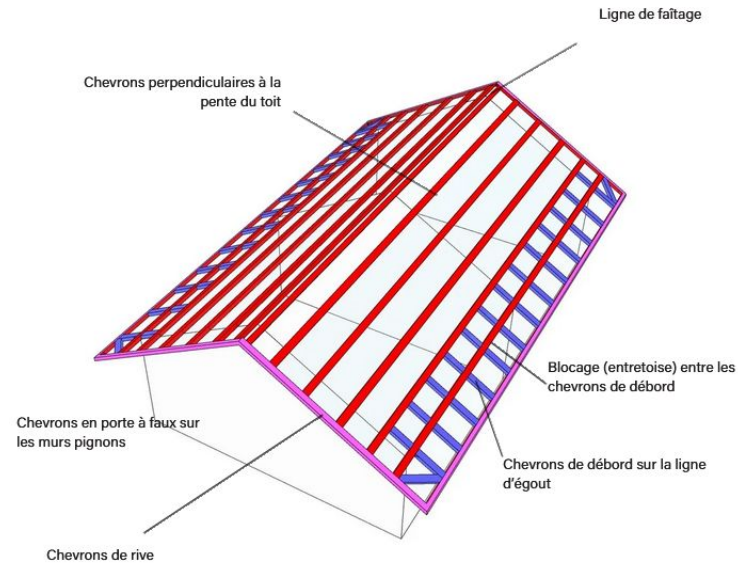
Charpente

- Définir les zones du toit et les pressions du vent sur ces zones.
- Décider de la configuration générale de la charpente (chevrons parallèles à la pente du toit, chevrons perpendiculaires à la pente, ou fermes).
- Déterminer la taille et l'espacement des éléments de la charpente (chevrons, lattes).
- Déterminer l'épaisseur des panneaux CGI
- Déterminer les fixations entre les panneaux CGI, les éléments de charpente et les murs.

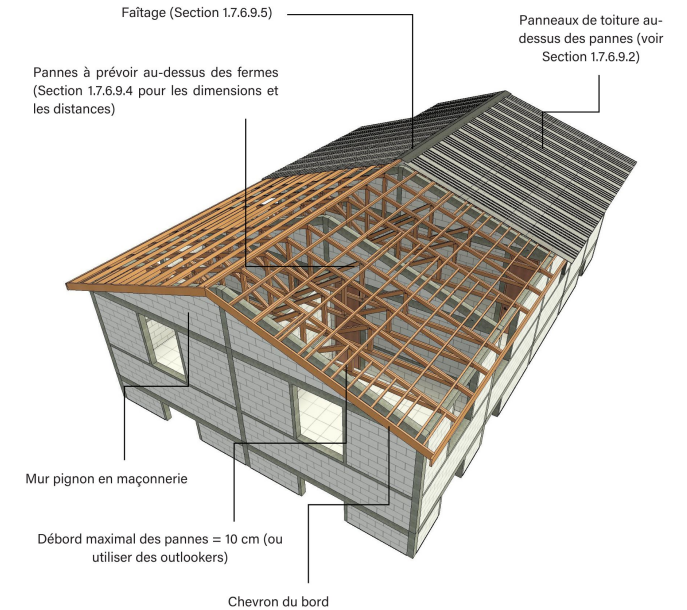
Charpente



Option 1 : chevrons parallèle à la pente avec latte



Option 2: chevrons perpendiculaire à la pente sans latte



Option 3: fermes

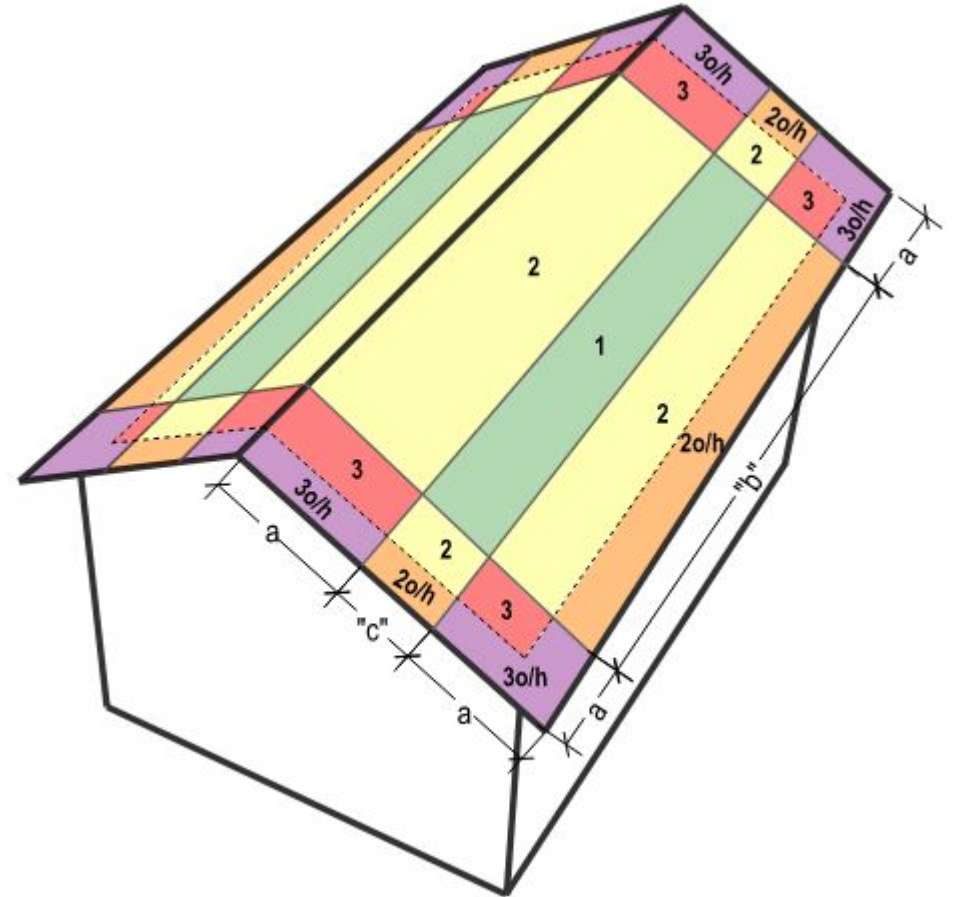
Charpente

Définir les zones de pression du vent

Les zones de pression du vent sont les mêmes pour tous les types de géométrie de toiture (pignon, monopente, arêtier), quel que soit le type de configuration de la charpente (chevrons parallèles à la pente, chevrons perpendiculaires à la pente, fermes).

En utilisant la [section 1.5.6.7](#), pour un toit à deux versants avec des débords, les zones de pression sont affectées comme indiqué dans la figure F1.

- Zones principales de la toiture : Les zones sont indiquées par les numéros 1, 2 et 3.
- Débords de toit : Les surplombs qui s'étendent au-delà du toit principal sont indiqués comme $2o/h$ ou $3o/h$.



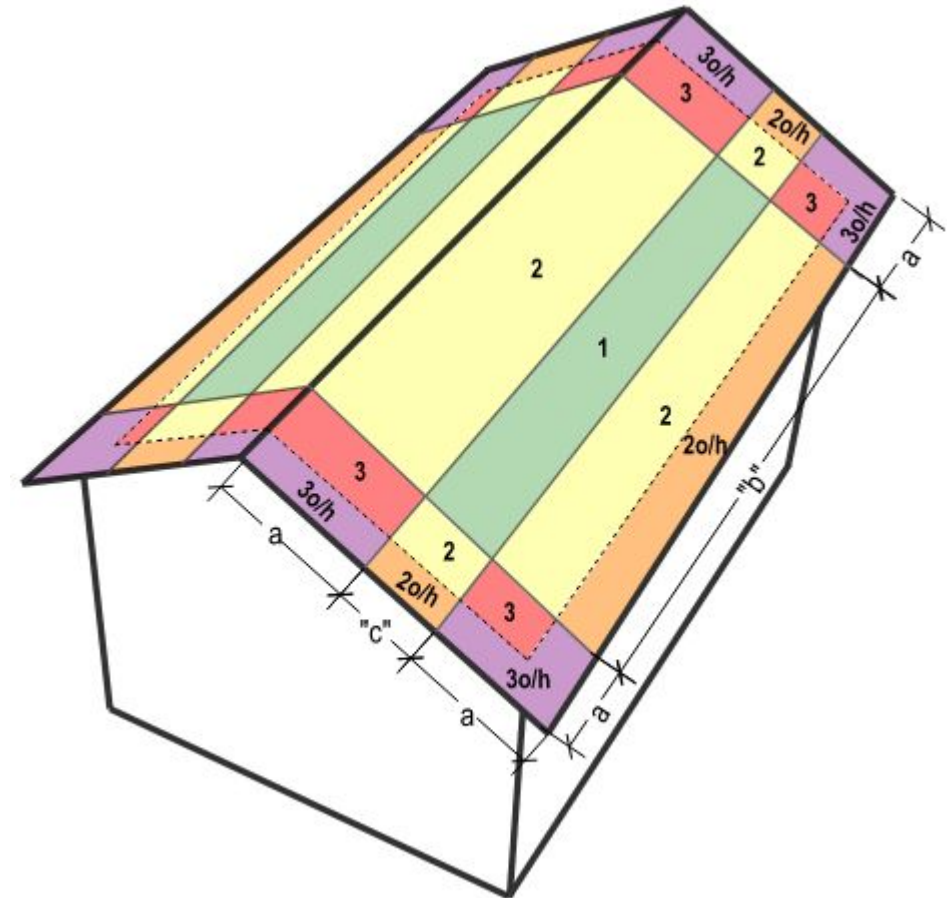
Charpente

Définir les zones de pression du vent

Déterminez les dimensions clés, telles que définies dans la figure F2.

- La dimension "a" est le maximum de $0,1 \cdot (\text{largeur minimale du bâtiment sans les débords})$ et $0,9\text{m}$. $0,1 \cdot (4,5\text{m}) = 0,45\text{m}$, c'est donc $0,9$ qui prévaut.
 - $a = 0,9\text{m}$

Il convient de noter que la dimension "a" est basée sur la largeur du bâtiment sans les débords, mais que les emplacements des zones définis par la dimension "a" sont mesurés à partir du bord du toit.
- Pour un toit à deux versants, la dimension "b" est la longueur du bâtiment, y compris les débords de toit, moins $2 \cdot a$.
 - $b = (9\text{m} + 2 \cdot (0,3\text{m})) - 2 \cdot (0,9\text{m}) = 7,8\text{m}$
- Pour un toit à deux versants, la dimension "c" est la moitié de la largeur du bâtiment, y compris les débords, moins $2 \cdot a$.
 - $c = (4,65\text{m}/2 + 0,3\text{m}) - 2 \cdot (0,9\text{m}) = 0,825\text{m}$

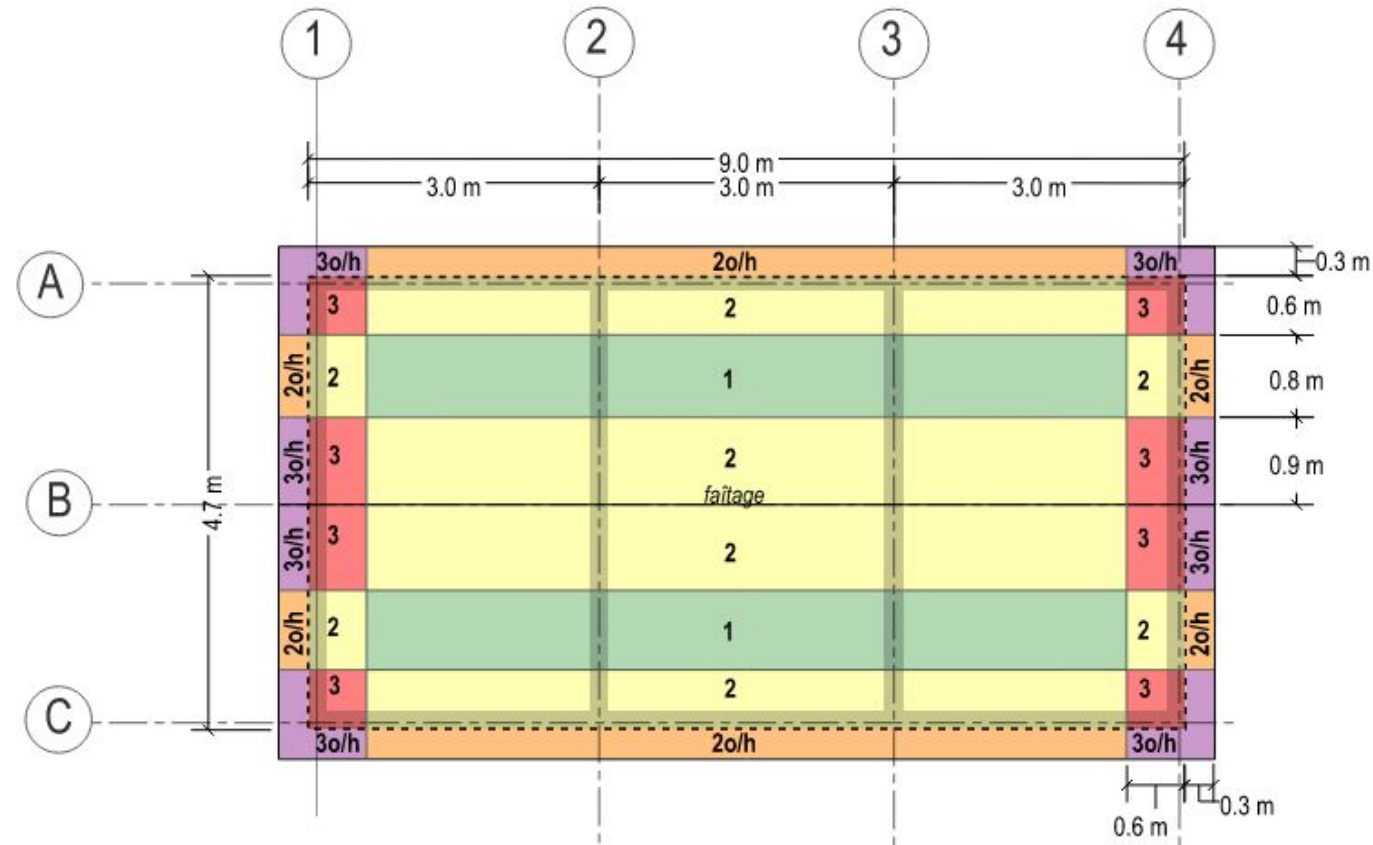


Charpente

Définir les zones de pression du vent

Notez que "c" est très petit pour ce bâtiment, ce qui indique que seule une petite partie du toit est en zone 1.

Les zones 2o/h et 3o/h sont des zones du toit situées à l'intérieur de la dimension "a" à partir du bord du toit ou de la ligne de faîte, qui se produisent au niveau des surplombs. Les zones 2 et 3 sont des zones situées à l'intérieur de la dimension "a" du bord du toit ou de la ligne de crête, au-dessus des murs et de l'intérieur du bâtiment.



Charpente

Calculer la géométrie du toit

L'angle du toit à pignon a une incidence sur la conception de la charpente. Pour déterminer l'angle, on prend l'arc tangent de la hauteur du pignon divisé par la moitié de la largeur du bâtiment. Comme le montre la figure F3 :

$$\rightarrow \theta = 14^\circ$$

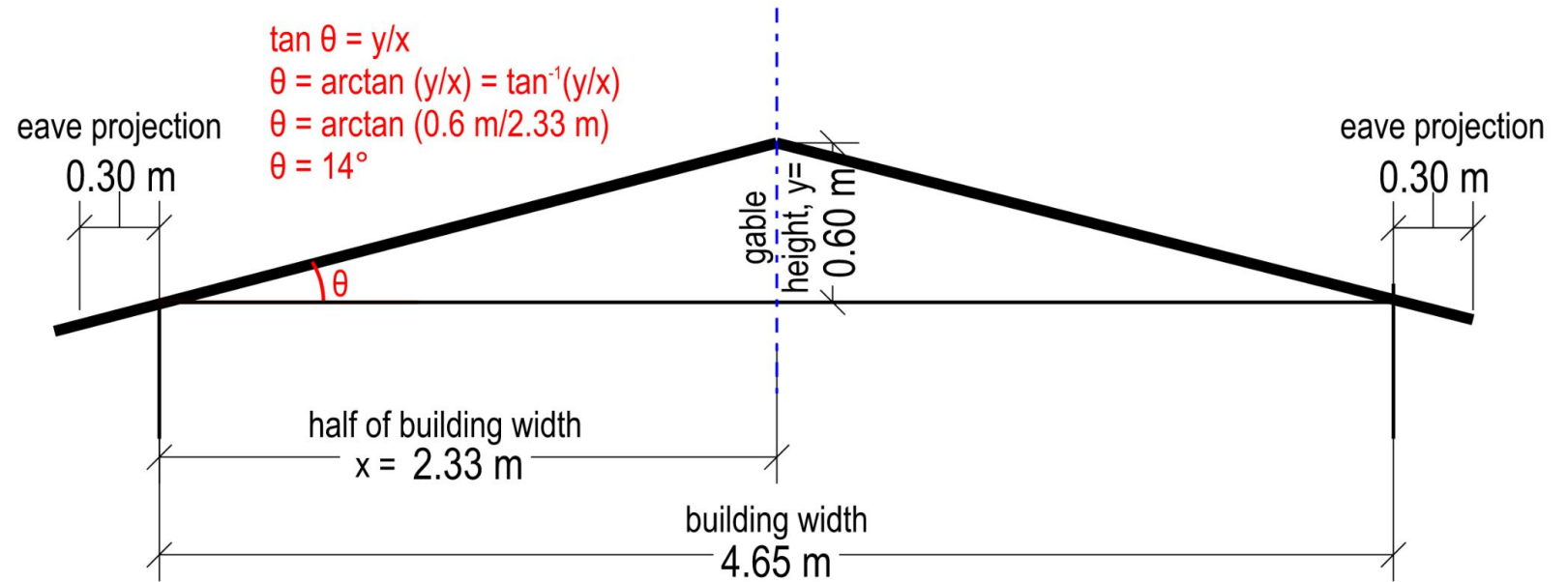


Figure F3 : Géométrie du toit

Charpente

Définir les pressions du vent

Les pressions du vent sont utilisées dans la conception des avant-toits (chevrons et chevrons de rive), des panneaux CGI, des raccords CGI, des pannes, des raccords de pannes, des chevrons, des chevrons de rive et des chevrons de rive, des raccords de panneaux de rive et de faîtage, et des fermes.

Utiliser le [tableau 1.5.6.7-2](#) pour les bâtiments de 2 étages avec les données d'entrée suivantes :

- Zone de vent III
- Exposition B

Tableau 1.5.6.7-2 Pressions du vent pour les bâtiments de 2 niveaux à toit en appentis, en croupe et à pignon dans les sites des catégories d'exposition B, C et D

Charges de succion sur toits (kN/m ²) – Catégorie d'exposition B, 2 niveaux						Facteur =	0.91
Zone de toiture (emplacement)	Minimum	Zone de vent I	Zone de vent II	Zone de vent III	Zone de vent IV		
	120 mph	130 mph	135 mph	150 mph	165 mph		
1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.4		
2	1.9	2.2	2.4	2.9	3.5		
2 débords	2.1	2.5	2.7	3.3	4.0		
3	2.2	2.6	2.8	3.5	4.2		
3 débords	2.8	3.2	3.5	4.3	5.2		

Charges de succion sur toits (kN/m ²) – Catégorie d'exposition C, 2 niveaux						Facteur =	1.31
Zone de toiture (emplacement)	Minimum	Zone de vent I	Zone de vent II	Zone de vent III	Zone de vent IV		
	120 mph	130 mph	135 mph	150 mph	165 mph		
1	1.8	2.2	2.3	2.9	3.5		
2	2.7	3.2	3.4	4.2	5.1		
2 débords	3.0	3.6	3.9	4.8	5.8		
3	3.2	3.8	4.1	5.0	6.1		
3 débords	4.0	4.7	5.0	6.2	7.5		

Charges de succion sur toits (kN/m ²) – Catégorie d'exposition D, 2 niveaux						Facteur =	1.558
Zone de toiture (emplacement)	Minimum	Zone de vent I	Zone de vent II	Zone de vent III	Zone de vent IV		
	120 mph	130 mph	135 mph	150 mph	165 mph		
1	2.2	2.6	2.8	3.4	4.2		
2	3.2	3.8	4.1	5.0	6.1		
2 débords	3.6	4.3	4.6	5.7	6.9		
3	3.8	4.5	4.8	6.0	7.2		
3 débords	4.7	5.6	6.0	7.4	9.0		

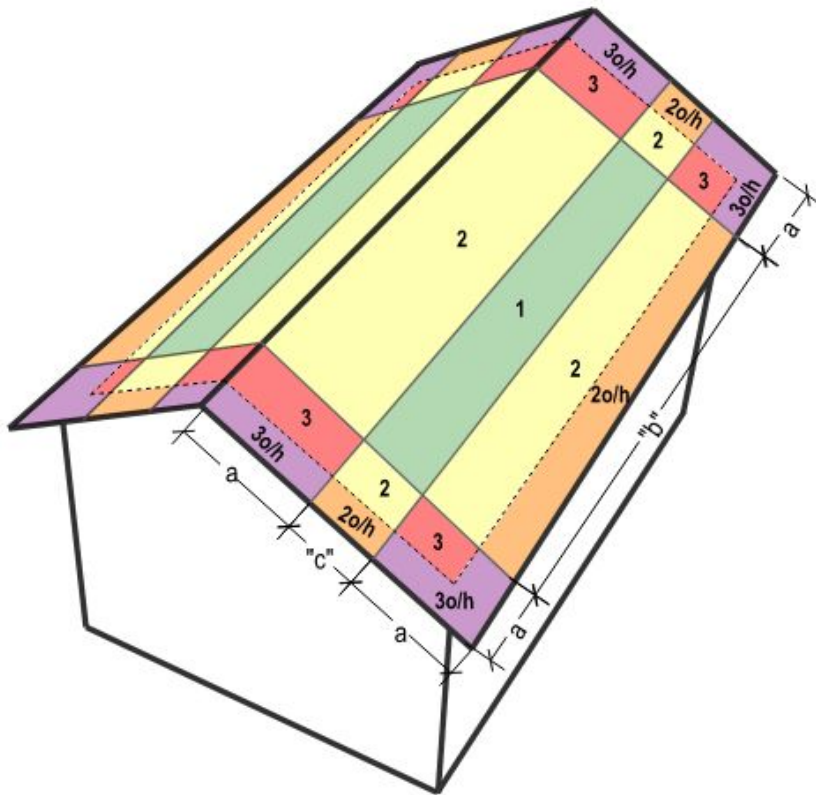
Légende :

	Utiliser les tableaux 3.0kPa
	Utiliser les tableaux 5.0kPa
	Utiliser les tableaux de 9.0 kPa
	Au-dessus de 9,0 kPa, les tableaux ne s'appliquent pas.

Facteur =
Zone de vent I III
150 mph
2.0
2.9
3.3
3.5
4.3

Charpente

Définir les pressions du vent

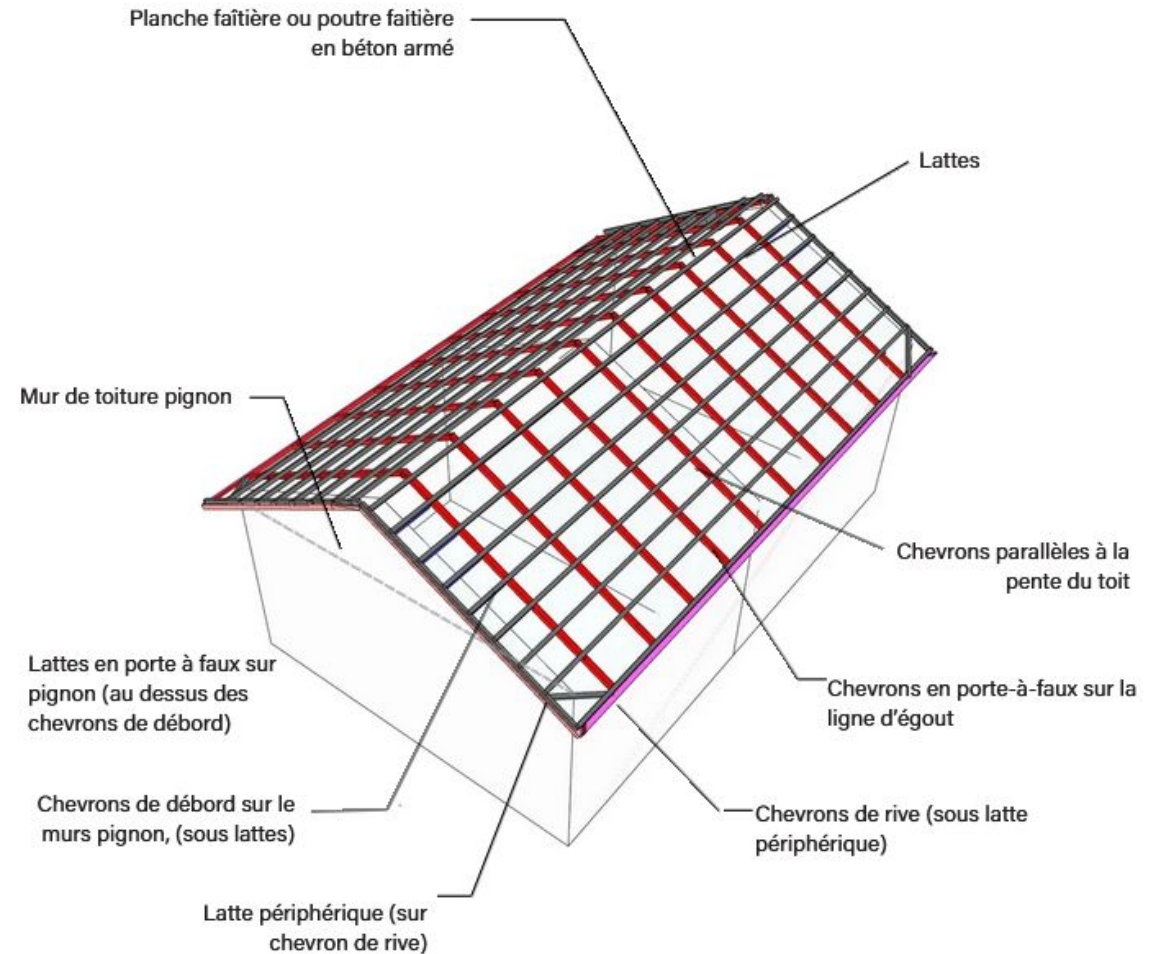


Zone de toiture	Pression réelle (Kpa)	Tableau de pression du vent (kPa)
1	2.0	3
2	2.9	3
20/h	3.3	5
3	3.5	5
30/h	4.3	5

Charpente

Option 1 :

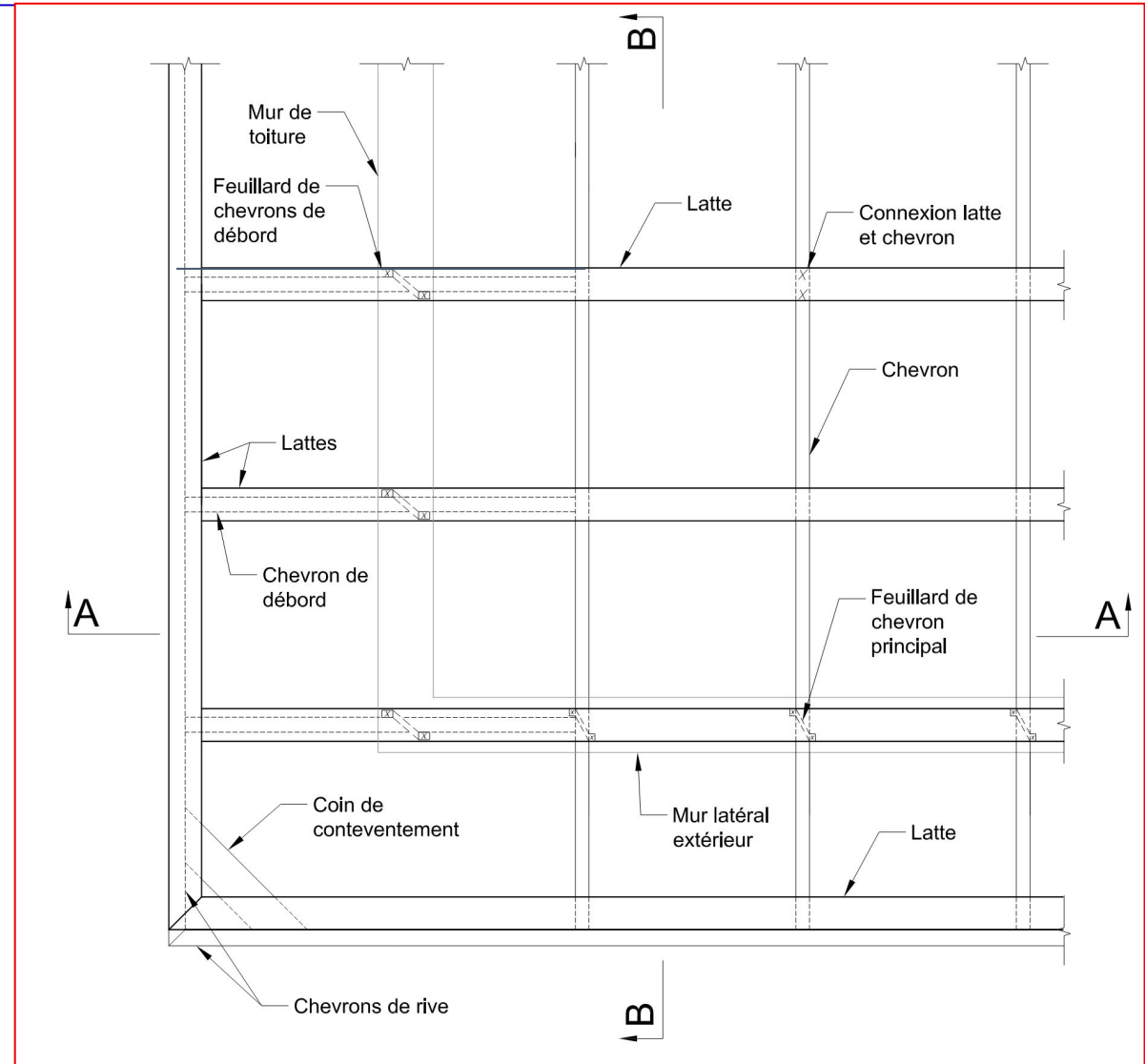
- chevrons principaux parallèle à la pente, formant un avant toit (0.3m) sur la ligne d'égout
- Lattes perpendiculaire à la pente
- Chevrons perpendiculaire à la pente formant un avant toit (0.3m) sur les murs pignons
- Chevrons de rive connectant les chevrons de débord, et les chevrons principaux



Charpente

Option 1 :

- chevrons principaux parallèle à la pente, formant un avant toit (0.3m) sur la ligne d'égout
- Lattes perpendiculaire à la pente
- Chevrons perpendiculaire à la pente formant un avant toit (0.3m) sur les murs pignons
- Chevrons de rive connectant les chevrons de débord, et les chevrons principaux



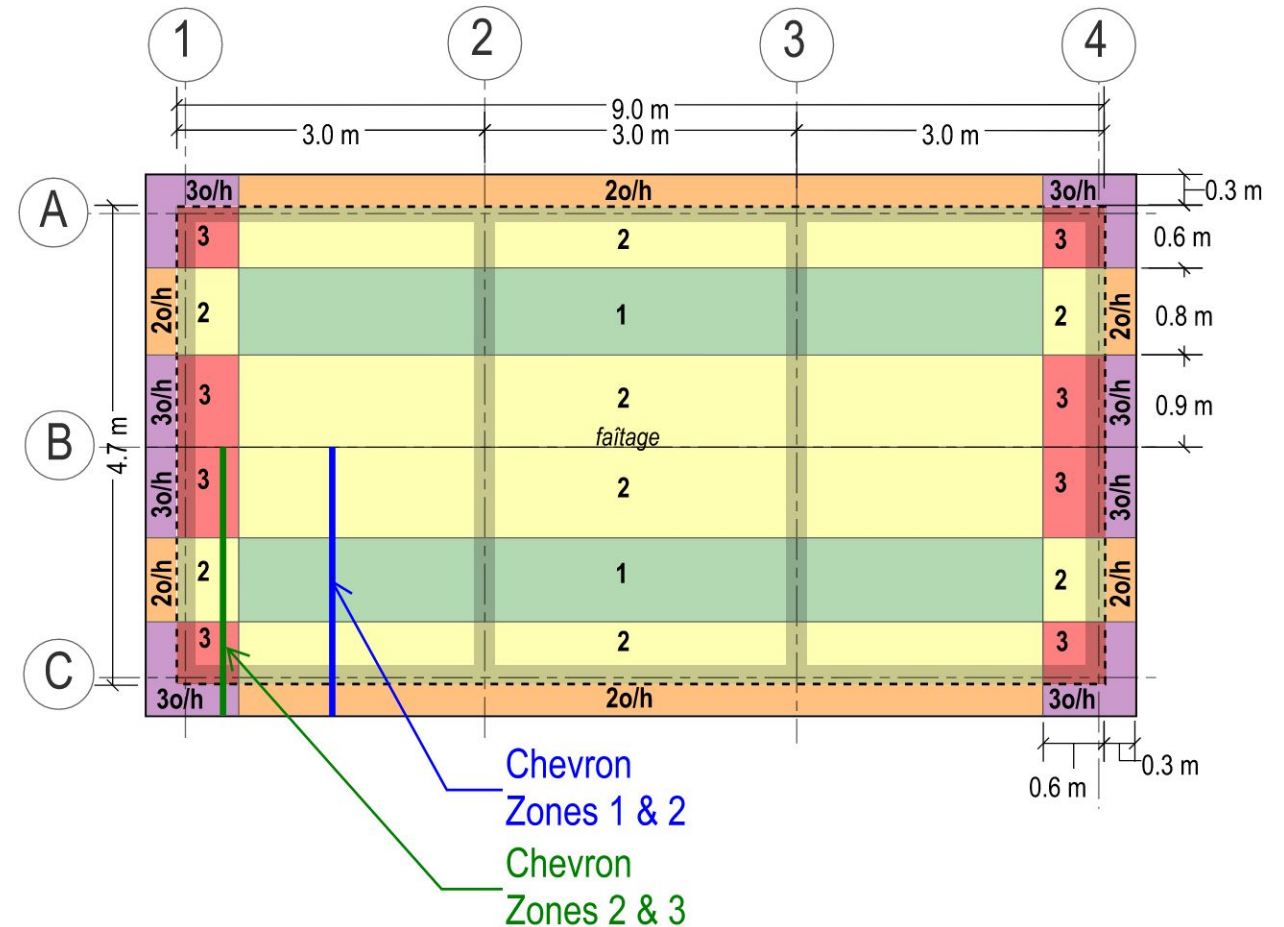
Charpente

Identifier les conditions des zones de pression pour les chevrons

La figure H3 montre que pour cette configuration de charpente, il existe deux conditions pour les chevrons en ce qui concerne la demande de vent :

- Les chevrons dont la plus grande partie de la portée se trouve dans la zone 2, mais dont une partie de la portée se trouve dans la zone 1.
- Chevrons dont la plus grande partie de la portée se situe dans la zone 3, mais une partie dans la zone 2.

Pour la conception des chevrons, il est acceptable de négliger la courte longueur du chevron qui s'étend dans les zones 2o/h et 3o/h au niveau du porte-à-faux.



Charpente

Déterminer l'espacement des chevrons en fonction de la charge de vent

1. Calculer la portée libre réelle des chevrons.

Pour les toits à deux versants dont les chevrons sont parallèles à la pente, la portée des chevrons va de l'intérieur du mur latéral à la planche faîtière (c'est-à-dire la ligne de faîtage).

Portée libre = 4,7 m (*distance horizontale maximale entre les murs latéraux, y compris l'épaisseur des murs*)/2 - 15 cm (*épaisseur du mur*).

→ Portée libre réelle des chevrons = 2,2 m

-

-

2. Recherchez le facteur d'ajustement de la portée des chevrons (applicable à la charge de vent) en fonction de l'inclinaison du toit et des critères de déflexion.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.6-4](#) avec les données suivantes :

- Limite de flèche L/180 (typique)
- Angle du toit de 14°.

Limite de déflexion	Pente du toit												
	Plat	12.5	16.7	25.0	33.3	41.7	50.0	58.3	66.7	75.0	83.3	91.7	100%
	-	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	0:12	1.5:12	2:12	3:12	4:12	5:12	6:12	7:12	8:12	9:12	10:12	11:12	12:12
	0°	7.1°	9.5°	14.0°	18.4°	22.6°	26.6°	30.3°	33.7°	36.9°	39.8°	42.5°	45°
L/180	1.03	1.03	1.02	1.00	0.98	0.95	0.93	1.10	1.06	1.02	0.98	0.94	0.90
L/240	1.00	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.98	0.95	0.91	0.87	0.84	0.80
L/360	0.87	0.87	0.86	0.86	0.84	0.81	0.78	0.83	0.79	0.77	0.73	0.70	0.68

→ Facteur d'ajustement = 1,00

3. Calculer la portée libre ajustée des chevrons.

Portée libre ajustée des chevrons = 2,2 m (*portée libre des chevrons*)/1,00 (*facteur d'ajustement*).

→ Portée libre ajustée des chevrons = 2,2 m

Charpente

4. Déterminer la taille des chevrons et l'espacement maximal dans la zone 2.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.6-1](#) (exposition B) avec les données suivantes :

- 2 étages
- Zone de vent III
- 2,2 m (ou plus) portée de chevron nécessaire

- Les chevrons 2x4 à 400 mm dans la zone 2 sont applicables aux portées libres ajustées des chevrons jusqu'à 2,31 m, ce qui dépasse la portée nécessaire de 2,2 m de long.

Esp. Un niveau	50x100 (2x4)						50x150 (2x6)					
	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)	Max. (195mph)	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)	Max. (195mph)
Zone Toit. 2												
300	3.24	3.04	2.97	2.74	2.55	2.23	5.61	5.27	5.10	4.67	4.34	3.78
400	2.91	2.73	2.68	2.46	2.28	1.98	5.00	4.67	4.52	4.17	3.85	3.31
480	2.72	2.54	2.47	2.27	2.12	1.78	4.64	4.33	4.20	3.86	3.59	2.92
600	2.49	2.35	2.30	2.08	1.89	1.56	4.25	3.99	3.86	3.54	3.14	2.54

Esp. Deux niveaux	50x100 (2x4) ✓						50x150 (2x6)					
	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)	Max. (195mph)	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)	Max. (195mph)
Zone Toit. 2												
300	3.09	2.92	2.84	2.58	2.44	2.13	5.32	5.02	4.86	4.38	4.13	3.60
400	2.78	2.61	2.56	2.31 ✓	2.18	1.85	4.73	4.46	4.33	3.91	3.68	3.07
480	2.58	2.44	2.36	2.14 X	2.02	1.66	4.40	4.14	4.01	3.59	3.36	2.73
600	2.39	2.25	2.18	1.91 X	1.77	1.45	4.03	3.80	3.68	3.21	2.92	2.37

Esp. Trois niveaux	50x100 (2x4)						50x150 (2x6)					
	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)	Max. (195mph)	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)	Max. (195mph)
Zone Toit. 2												
300	2.97	2.82	2.74	2.45	2.35	2.06	5.10	4.83	4.67	4.16	3.97	3.46
400	2.68	2.52	2.46	2.19	2.10	1.74	4.52	4.29	4.17	3.70	3.55	2.88
480	2.47	2.35	2.27	2.03	1.94	1.57	4.20	4.00	3.86	3.38	3.17	2.58
600	2.30	2.17	2.08	1.78	1.66	1.37	3.86	3.66	3.54	2.95	2.75	2.25

Charpente

- Interpolation lineaire :

$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1}$$

y : espacement

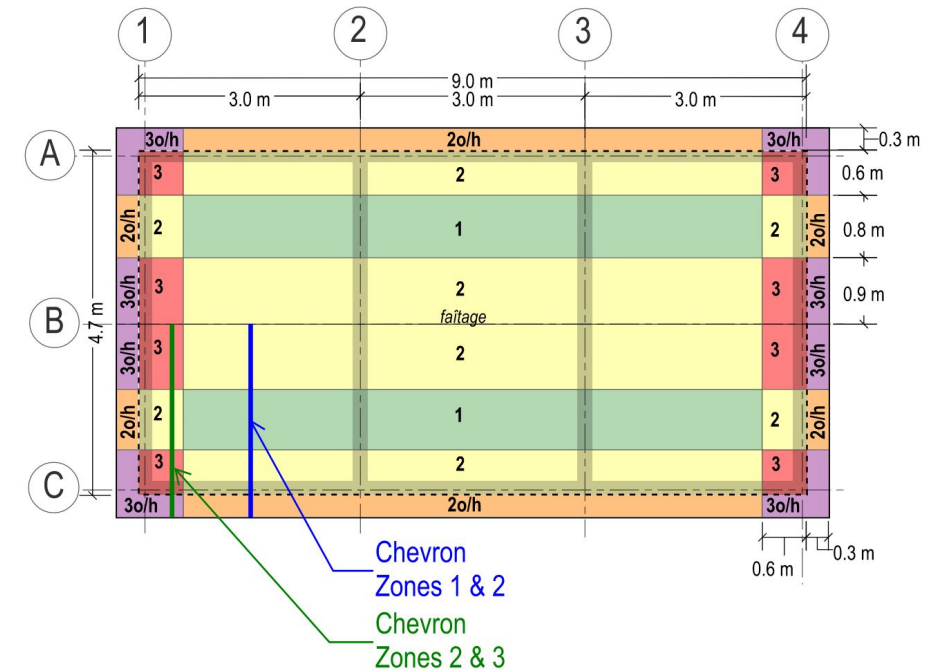
x : portée

$$400 + (2.2 - 2.31) * (480 - 400) / (2.14 - 2.31) = 452$$

Esp. Deux niveaux	50x100 (2x4) ✓				
Zone Toit. 2	Min. (120mph)	WZ I (130mph)	WZ II (135mph)	WZ III (150mph)	WZ IV (165mph)
300	3.09	2.92	2.84	2.58	2.44
400	2.78	2.61	2.56	2.31 ✓	2.18
480	2.58	2.44	2.36	2.14 ✗	2.02
600	2.39	2.25	2.18	1.91 ✗	1.77

Charpente

5. Recherchez l'espacement maximal des chevrons dans les autres zones.



Zone Toit. 1	1.25 75% Zone 1 25% Zone 2	1.5 50% Zone 1 50% Zone 2	1.75 25% Zone 1 75% Zone 2	Zone Toit. 2	2.25 75% Zone 2 25% Zone 3	2.5 50% Zone 2 50% Zone 3	2.75 25% Zone 2 75% Zone 3	Zone Toit. 3
400	375	350	325	300	285	270	255	240
533	500	467	433	400	380	360	340	320
640	600	560	520	480	456	432	408	384
800	750	700	650	600	570	540	510	480

Figure H6 : Annotation du tableau 1.5.6.9.6-3A

Charpente

Figure H6 : Annotation du tableau 1.5.6.9.6-3A

Zone Toit. 1	1.25 75% Zone 1 25% Zone 2	1.5 50% Zone 1 50% Zone 2	1.75 25% Zone 1 75% Zone 2	Zone Toit. 2	2.25 75% Zone 2 25% Zone 3	2.5 50% Zone 2 50% Zone 3	2.75 25% Zone 2 75% Zone 3	Zone Toit. 3
400	375	350	325	300	285	270	255	240
533	500	467	433	400	380	360	340	320
640	600	560	490	452	456	432	408	384
800	750	700	650	600	570	540	510	480

Chevron
Zones 1 & 2

Chevron
Zone 2

Chevron
Zones 2 & 3

Interpolation lineaire :

$$\text{Chevron zone } 1/2 = 433 + (452-400) \cdot (520-433) / (480-400) = 490$$

$$\text{Chevron zone } 2/3 = 340 + (452-400) \cdot (408-340) / (480-400) = 384$$

Condition des chevrons	Espacement (mm)
Zones 1 et 2	490
Zones 2 et 3	384

Déterminer l'espacement maximal entre les chevrons en fonction de la charge permanente et de la charge d'exploitation

1. Recherchez le facteur d'ajustement de la portée des chevrons (applicable aux charges permanentes/ d'exploitation) en fonction de l'inclinaison du toit.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.6-6](#) avec les données suivantes :

- Angle du toit de 14°.

→ Facteur d'ajustement = 1,01

1. Calculer la portée libre ajustée des chevrons.

Portée libre ajustée des chevrons = 2,2 m (portée libre des chevrons)/1,01 (facteur d'ajustement).

→ Portée libre ajustée des chevrons = 2,18 m

Limite de déflexion	Pente du toit									
	0%	41.7%	50.0%	58.3%	66.7%	75.0%	83.3%	91.7%	100%	
	Plat	5:12	6:12	7:12	8:12	9:12	10:12	11:12	12:12	
	0°	14°	22.6°	26.6°	30.3°	33.7°	36.9°	39.8°	42.5°	45°
L/180	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.10	1.12	1.14	1.17

3. Déterminer l'espacement maximal des chevrons pour les charges permanentes et les charges d'exploitation.

Utiliser le [tableau 1.5.6.7.6-5A](#) avec les données suivantes

- Taille des chevrons 50x100 (2x4)
- 2,18 m (ou plus) de portée de chevron nécessaire

Voir la figure H8 pour l'annotation du tableau.

- Les chevrons 2x4 à 600 mm sont applicables aux portées libres ajustées des chevrons jusqu'à 2,23 m.
- L'espacement maximal pour le vent (chevrons des zones 1 et 2) (433 mm) est inférieur à l'espacement entre les charges permanentes et les charges d'exploitation (600 mm). C'est donc l'espacement au vent qui prévaut dans tous les cas.

Espacement des chevrons	Taille et portée			
	50 x 100	50 x 150	50 x 200	50 x 250
200	3.86	5.83	7.35	8.76
300	3.15	4.75	6.00	7.14
400	2.73	4.10	5.19	6.17
475	2.51	3.76	4.77	5.65
600 ✓	2.23 ✓	3.34	4.24	5.02
800	1.93 ✗	2.89	3.67	4.34

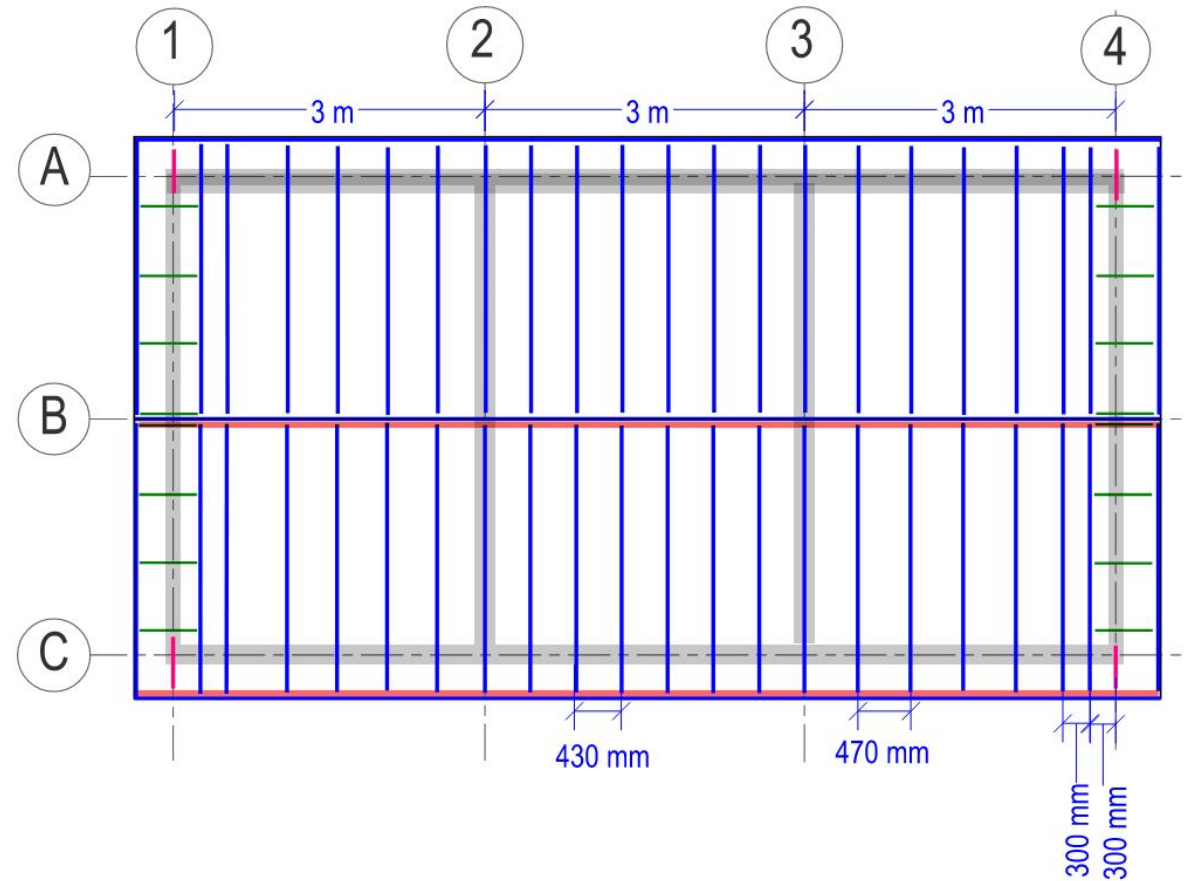
Definir la disposition des chevrons

Dans cet exemple de conception, les deux premiers chevrons intérieurs (dans les zones de pression plus élevée) seront espacés de manière uniforme entre le mur extérieur et la limite des zones de pression élevée. Le reste de la toiture utilisera l'espacement des chevrons correspondant aux zones de pression plus faible.

Sur la base de la géométrie réelle du bâtiment, l'espacement réel dans les zones « Zone 1/2 » sera au maximum de 470 mm ; cette valeur sera donc utilisée à l'étape suivante (pour vérifier les lattes).

- **Deux premiers chevrons intérieurs : 2x4 avec un espacement de 300 mm.**
- **Reste de la toiture : Utiliser des chevrons 2x4 avec un espacement maximal de 470 mm.**

Espacement des chevrons	Espacement (mm)
Zones 1 et 2	470
Zones 2 et 3	300



Déterminer si un contreventement latéral des chevrons est nécessaire.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.6-7](#) avec les données suivantes

- 50x150 (2x4) chevrons

Taille des chevrons	Espacement des blocages
50x100	Aucun
50x150	Blocage au centre de 1,8 m

→ Le blocage (retenue latérale) n'est pas nécessaire.

Conception des lattes et des panneaux CGI

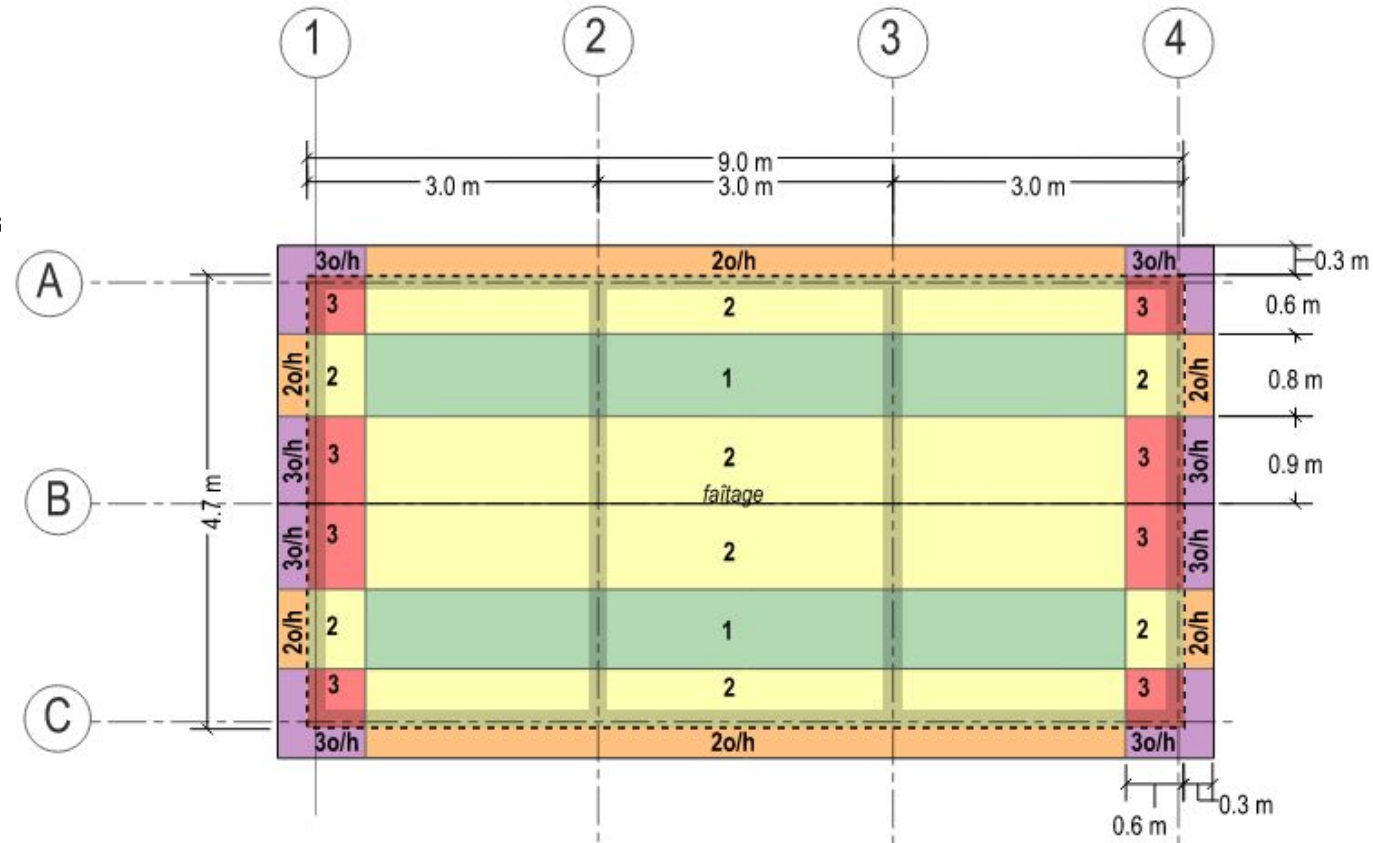
1. Choisissez le type de fixations pour relier les lattes aux chevrons

Le type de fixation doit être choisi en fonction des matériaux disponibles.

2. Déterminer la portée des lattes.

Quelle est la portée des lattes ?

Que se passe-t-il sur les débords ? Faut-il concevoir les lattes spécifiquement pour zone 3o/h ?



Conception des lattes et des panneaux de tole CGI

1. Choisissez le type de fixations pour relier les lattes aux chevrons.

Le type de fixation doit être choisi en fonction des matériaux disponibles.

→ Utilisation clou lisse (SN) (TS).

2. Déterminer la portée des lattes.

Quelle est la portée des lattes ?

ESPACEMENT DES CHEVRONS :

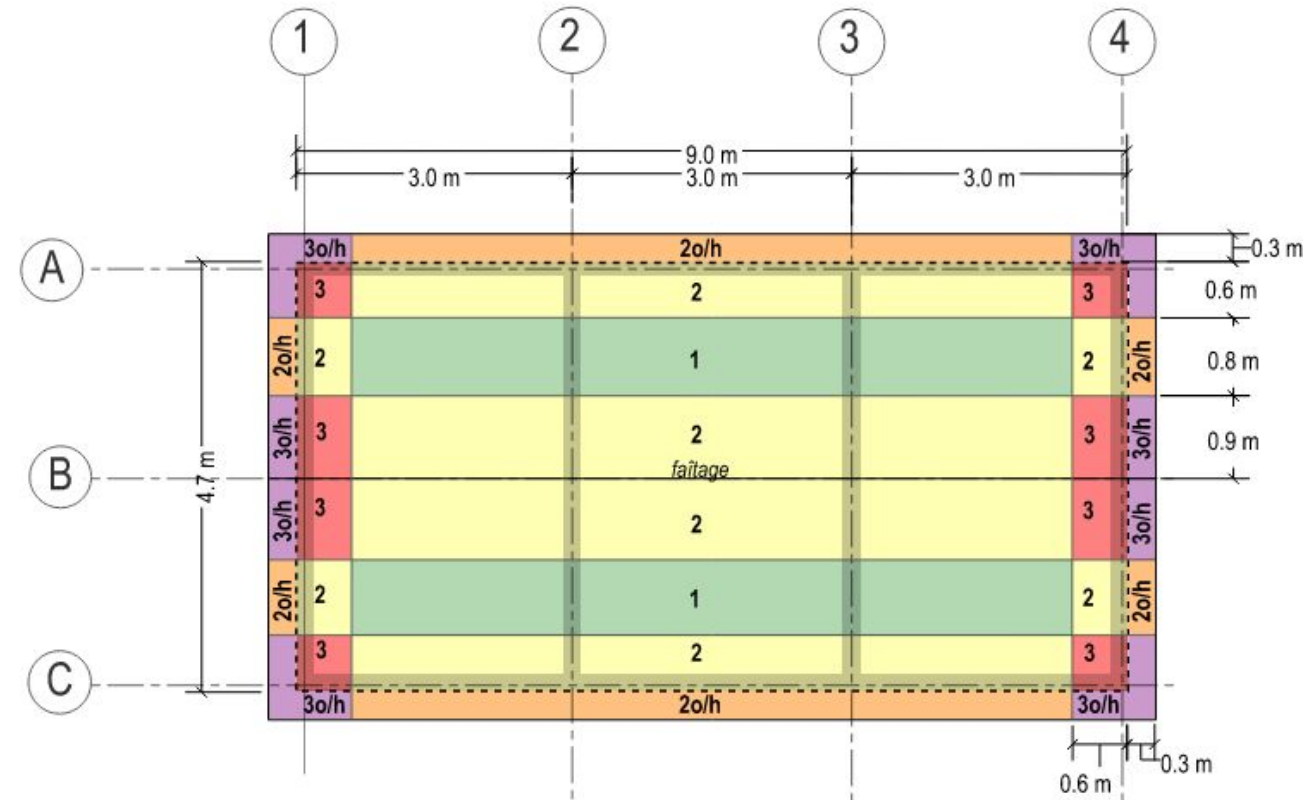
470 en zone 1/2

300 en zone 2/3

Que se passe t il sur les débords ?

Sur les murs pignons : Chevron de débord sous les lattes

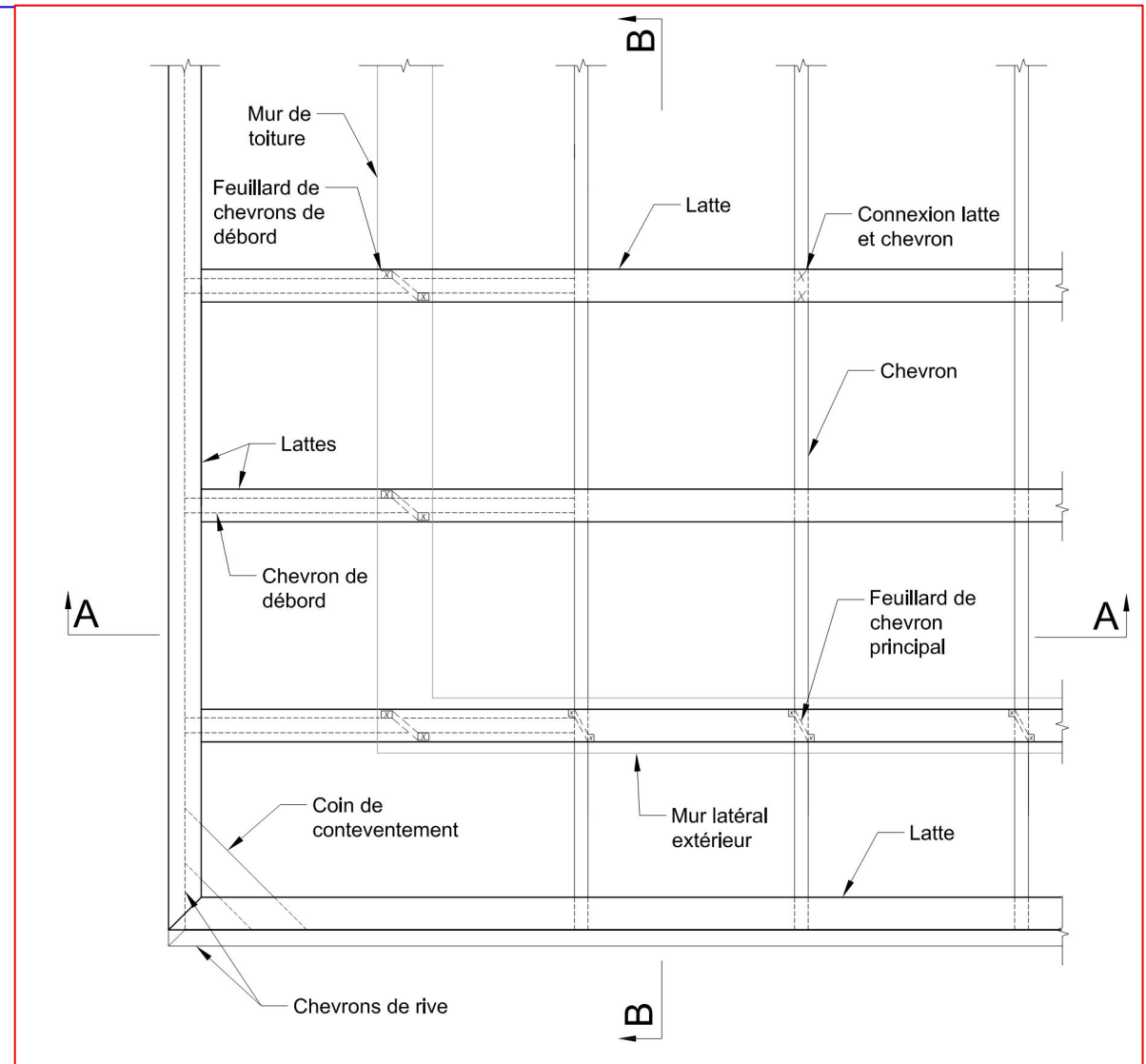
Sur les lignes d'égout : surface tributaire / 2 pour la conception des lattes pas de besoin de concevoir spécifiquement la latte de débord



Que se passe t il sur les débords ?

Sur les murs pignons : Chevron de débord sous les lattes

Sur les lignes d'égout : surface tributaire / 2 pour la conception des lattes pas de besoin de concevoir spécifiquement la latte de débord



3. Déterminer les pressions de vent pour la conception des lattes.

Vérifier la pression applicable à chaque travée de latte.

Espacement 470 en zone 1 -2 max 2 : 3 kpa

Espacement 300 en zone 2- 3 max 3 : 5kpa

Zone de toiture	Tableau de pression du vent (kPa)
1	3
2	3
2o/h	5
3	5
3o/h	5

4. Déterminer la taille et l'espacement minimum des lattes.

Il est plus pratique d'adopter un espacement uniforme entre les lattes.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.5-2 \(3 kPa\)](#) avec les données suivantes :

- Attaches SN
- 0,47 m de portée minimale

Lattes	Portée maximale des lattes (m)	0.4m Espacement des lattes				Portée maximale des lattes (m)	0.6m Lattes Espacement				Portée maximale des lattes (m)	0.9m Espacement des lattes				Portée maximale des lattes (m)	1.2m Lattes Espacement			
		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST
1x4 plat	0.74	1+	1,2	1,2	-	0.60	1+	1,2	1,2	-	0.49	1+	1,2	1,2	-	0.43	2+	1,2	1,2	-
2x2	0.97	8	3,7+	4,6	1+	0.79	-	3,7+	4,6	1+	0.64	-	3,8+	3+	1+	0.56	-	8	6	1-3,5,6
2x3 plat	1.25	8+	3,5+	3+	1+	1.02	9	3,5+	3+	1-3,5,6	0.83	-	3,5+	4+	2,3,5,6	0.72	-	3,7+	4,6	2,3,5,6
2x4 plat	1.47	6+	3+	3+	1+	1.20	8	3+	3+	2,3,5,6	0.98	-	3+	3+	2,3,5,6	0.85	-	3+	3+	2,3,5,6

Extrait du tableau 1.5.6.9.5-2 (3 kPa)

4. Déterminer la taille et l'espacement minimum des lattes.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.5-3 \(5 kPa\)](#) avec les données suivantes :

- fixations SN
- 0,30 m portée minimale

Lattes	Portée maximale des lattes (m)	0,4 m Espacement des lattes Raccordements				Portée maximale des lattes (m)	0,6m Espacement des lattes Connexions				Portée maximale des lattes (m)	0,9m Espacement des lattes Connexions				Portée maximale des lattes (m)	1,2m Espacement des lattes Connexions			
		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST
1x4 plat	0.57	1+	1,2	1,2	-	0.47	1+	1,2	1,2	-	0.38	2+	1,2	1,2	-	0.33	2,4+	1,2	1,2	-
2x2	0.75	-	3,7+	4,6	1+	0.61	-	8+	4,6	1-3,5,6	0.50	- X	9	4+	2,3,5,6	0.43	- X	-	-	2,3,5,6
2x3 plat	0.97	9	3,5+	4+	1-3,5,6	0.79	-	3,7+	4+	2,3,5,6	0.64	- X	7+	4,6	2,3,6	0.56	- X	8+	4,6	3,6
2x4 plat	1.14	8	3+	3+	2,3,5,6	0.93	-	3+	3+	2,3,5,6	0.76	- X	3,5+	3+	3,5,6	0.66	- X	8,9	4+	3,6

Extrait du tableau 1.5.6.9.5-3 (5 kPa)

4. Déterminer la taille et l'espacement minimum des lattes.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.5-3](#) (5 kPa) avec les données suivantes :

- fixations SN
- 0,30 m portée minimale

Lattes	Portée maximale des lattes (m)	0,4 m Espacement des lattes Raccordements				Portée maximale des lattes (m)	0,6m Espacement des lattes Connexions				Portée maximale des lattes (m)	0,9m Espacement des lattes Connexions				Portée maximale des lattes (m)	1,2m Espacement des lattes Connexions			
		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST		SN	RS	WS	ST
1x4 plat	0.57	1+	1,2	1,2	-	0.47	1+	1,2	1,2	-	0.38	2+	1,2	1,2	-	0.33	2,4+	1,2	1,2	-
2x2	0.75	-	3,7+	4,6	1+	0.61	-	8+	4,6	1-3,5,6	0.50	- X	9	4+	2,3,5,6	0.43	- X	-	-	2,3,5,6
2x3 plat	0.97	9	3,5+	4+	1-3,5,6	0.79	-	3,7+	4+	2,3,5,6	0.64	- X	7+	4,6	2,3,6	0.56	- X	8+	4,6	3,6
2x4 plat	1.14	8	3+	3+	2,3,5,6	0.93	-	3+	3+	2,3,5,6	0.76	- X	3,5+	3+	3,5,6	0.66	- X	8,9	4+	3,6

Extrait du tableau 1.5.6.9.5-3 (5 kPa)

- 1x4 plat à 0,9 m est le plus grand espacement de latte qui peut utiliser une connexion SN pour les deux zones.
- Avant de confirmer l'espacement des lattes, vérifier que les CGI couvrent l'espacement des lattes .

5. Sélectionnez les propriétés des panneaux CGI souhaitées.

Les propriétés des panneaux CGI doivent être basées sur les matériaux disponibles, et utiliser les données du fabricant si possible.

→ CGI d'une épaisseur de 0,45 mm (24 ga) avec $F_y = 228 \text{ MPa}$ (33 000 psi).

6. Déterminer la portée du CGI proposée.

Les CGI s'étendent entre les lattes. Par conséquent, la portée réelle des CGI est égale à l'espacement des lattes. Selon une note de bas de page du tableau 1.5.6.9.3, une augmentation de 10 % de la portée admissible est autorisée si l'on peut supposer que la CGI a trois travées.

Dans cet exemple, nous supposons que les CGI ont trois travées.

→ Portée réelle de la CGI = 0,90 m

→ Portée effective de la CGI = $(0,9 \text{ m})/1,1 = 0,82 \text{ m}$

7. Déterminer la pression du vent pour la conception de la CGI.

La section de la CGI est uniforme sur l'ensemble de la toiture, le CGI doit être vérifiée pour la pression du vent la plus élevée.

→ Pression du vent de $30/h = 5 \text{ kPa}$

8. Vérifier si panneau CGI souhaité est adapté à la portée proposée.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.3](#) avec les données suivantes :

- Pression du vent de 5 kPa
- CGI de 0,45 mm (26 gauge)
- $F_y = 228 \text{ MPa}$ (33 000 psi) matériau
- 0,82 m de portée ou plus

- Le CGI de 16 mm de profondeur ne sont applicables que jusqu'à un espacement de **0,55 (= 0,50 m*1,1)**.
- Le CGI de 22 mm de profondeur ne sont applicables que jusqu'à un espacement de **0,64 (=0,58 m*1,1)**.
- Par conséquent, l'espacement des lattes doit être réduit de 0,9 m au maximum à 0,64 m, ou bien la résistance des CGI doit être augmentée. Dans cet exemple, l'espacement des lattes est réduit pour s'adapter au CGI.

Métal de base Épaisseur BMT (mm)	Portées (m) pour CGI de 16 mm de profondeur			Portées (m) pour CGI de 22.2mm (7/8") de profondeur		
	Pression du vent			Pression du vent		
	3kPa	5kPa	9kPa	3kPa	5kPa	9kPa
$F_y = 228 \text{ MPa}$ (33 000 psi)						
0.35	0.57	0.43	0.33	0.67	0.52	0.39
0.45	0.64	0.50 ✓	0.38	0.75	0.58 ✓	0.44
0.55	0.71	0.55	0.42	0.84	0.64	0.48
0.65	0.77	0.60	0.44	0.90	0.70	0.53
0.75	0.83	0.64	0.48	1.07	0.75	0.57
$F_y = 345 \text{ MPa}$ (50 000 psi)						
0.35	0.70	0.53	0.40	0.82	0.63	0.47
0.45	0.79	0.61	0.45	0.92	0.72	0.54
0.55	0.86	0.67	0.50	1.03	0.80	0.60
0.65	0.92	0.73	0.55	1.11	0.87	0.64
0.75	0.96	0.79	0.59	1.18	0.92	0.69
$F_y = 450 \text{ MPa}$ (65 000 psi)						
0.35	0.75	0.62	0.46	0.93	0.72	0.54
0.45	0.81	0.78	0.52	1.01	0.82	0.62

Figure H11 : Annotation du tableau 1.5.6.9.3

9. Déterminer la longueur sur laquelle un groupe de lattes est espacé.

Pour cette configuration de la charpente, une latte est nécessaire à proximité de la ligne de faîtage, et une latte est nécessaire au bord du débord de toit. Par conséquent, la distance entre le faîte du pignon et le bord du débord de toit (moins la largeur d'une latte) est la longueur sur laquelle les lattes sont espacées.

- Longueur sur laquelle les lattes sont espacées = $4,7 \text{ m} / 2 + 0,3 \text{ m} - 0,1 \text{ m} = 2,55 \text{ m}$

10. Déterminer les écartements réelle des lattes.

Calculer l'espacement des lattes qui résulterait d'un espacement uniforme des chevrons. Pour cette configuration d'ossature, cet espacement est calculé en divisant la longueur sur laquelle le groupe de lattes est espacé par la quantité de lattes moins un.

- Les espacements logiques et uniformes des lattes sont indiqués dans le tableau.
- Essayer un espacement de 0,64 m pour les lattes plates 1x4.

Nombre de lattes entre le faîtage et le bord du toit	Espacement (mm)	Conforme à l'exigence d'espacement des lattes/CGI ?
4	818	Non
5	640	Oui
6	510	Oui

11. Identifier la connexion requise entre la latte et le chevron.

Vérifier les [tableaux 1.5.6.9.5-2](#) et [1.5.6.9.5-3](#) (figures H10a et H10b) pour la connexion entre la latte et le chevron.

- (3) Clou lisse 8d (Connexion "SN1") suffisant pour la connexion typique entre la latte et le chevron.

12. Sélectionnez la fixation souhaitée pour la connexion entre les CGI et l'ossature.

Le type de fixation doit être choisi en fonction des matériaux disponibles.

- Essayez les clous à tige torsadée (TS).

13. Identifier le type d'élément d'ossature porteur et l'espacement.

Les CGI se connectent au sommet de la latte. Les propriétés de l'élément porteur sont celles de la latte.

- L'élément porteur est un 1x4 plat.
- L'élément porteur est espacé d'environ 0,6 m.

14. Déterminer la pression du vent pour la conception.

Dans cette catégorie d'exposition, les zones 1 et 2 ont toutes deux des pressions plus faibles (3 kPa) que les zones de bord de toit. Dans ce cas, il peut être pratique d'exiger des fixations plus rapprochées dans les zones à pression plus élevée.

- Utiliser Zone 2 o/h = Zone 3 = Zone 3o/h pression du vent = 5 kPa

15. Déterminer l'espacement des fixations en fonction de la résistance à l'arrachement des fixations dans le bois.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.4-1](#) pour les clous de couverture à tige torsadée avec les données suivantes :

- Pression du vent de 5 kPa
- ossature porteuse plate 1x4
- 0,6 m d'espacement minimum entre les lattes

Dans le tableau, le chiffre "1" représente une fixation dans chaque ondulation ; le chiffre "2" représente une fixation dans une ondulation sur deux ; le chiffre "3" représente une fixation dans une ondulation sur trois. Le chiffre "0" indique qu'il n'y a pas de solution disponible.

Code	éléments porteurs	Référence	Diamètre		Longueur		Capacité		Zones 1, 2					Zones 2 o/h, 3, 3 o/h					9 kPa Pression du vent				
			(in)	(mm)	(mm)	(mm)	(lb)	(kN)	3 kPa Pression du vent					5 kPa Pression du vent					9 kPa Pression du vent				
									0.3	0.4	0.6	0.9	1.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.2
TS1	1x4 plat	8d com./10d box	0.128	3.25	2.5	64	49	0.22	3	2	1	1	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0
TS2	1x4 plat	10d commun	0.148	3.76	3	76	55	0.25	3	3	2	1	1	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0
TS3	2x plat	8d com./10d box	0.128	3.25	2.5	64	90	0.40	3	3	3	2	1	3	2	1	1	0	2	1	1	0	0
TS4	2x plat	10d commun	0.148	3.76	3	76	110	0.49	3	3	3	2	2	3	3	2	1	1	2	2	1	0	0
TS5	2x vert	8d commun	0.131	3.33	2.5	64	89	0.40	3	3	3	2	1	3	2	1	1	0	2	1	1	0	0
TS6	2x vert	10d commun	0.148	3.76	3	76	135	0.60	3	3	3	3	2	3	3	2	1	1	3	2	1	1	0
TS7	2x vert	12d box	0.128	3.25	3.25	83	136	0.60	3	3	3	3	2	3	3	2	1	1	3	2	1	1	0
TS8	2x vert	Boîte 16d	0.135	3.43	3.5	89	158	0.71	3	3	3	3	2	3	3	3	2	1	3	2	1	1	0

Figure H12 : Annotation du tableau 1.5.6.9.4-1

- Si l'on utilise des clous communs 8d, il est nécessaire de fixer des clous dans chaque ondulation sur l'ensemble de la toiture.
- Si l'on utilise des clous 10d, l'espacement peut être réduit à une ondulation sur deux dans les zones de pression inférieures (1 et 2).

Il faut ensuite vérifier que la tête du clou (ou la rondelle) ne traverse pas le matériau en tôle ondulée (CGI).

16. Identifiez la résistance, l'épaisseur et la profondeur des CGI.

- Panneaux CGI de 0,45 mm (26 gage)
- $F_y = 228 \text{ MPa}$ (33 000 psi)
- 22 mm d'épaisseur

17. Identifier l'espacement des ondulations des CGI.

L'espacement typique des ondulations est de 76 mm pour les CGI de 16 mm de profondeur ou de 68 mm pour les CGI de 22 mm de profondeur.

- Espacement des ondulations de 68 mm

18. Déterminer l'espacement des fixations en fonction de la résistance des CGI à l'arrachement.

Utiliser les tableaux 1.5.6.9.4-4 et 1.5.6.9.4-5 avec les données suivantes :

- CGI de 0,45 mm (26 gauge)
- $F_y = 228 \text{ MPa}$ (33 000 psi) matériau

Résistance du CGI	Limite d'élasticité (ksi)	33	36	44	50	65	80
	(MPa)	228	250	300	345	450	550
	Résistance ultime (ksi)	45	47	57	65	80	82
	(MPa)	310	323	394	448	552	565
Epaisseur de base du métal du CGI (BTM)	0.25	0.31	0.32	0.39	0.45	0.55	0.57
	0.30	0.37	0.39	0.47	0.54	0.66	0.68
	0.35	0.43	0.45	0.55	0.63	0.77	0.79
	0.45	0.56	0.58	0.71	0.81	0.99	1.02
	0.55	0.68	0.71	0.87	0.99	1.21	1.24
	0.65	0.81	0.84	1.03	1.17	1.43	1.47
	0.75	0.93	0.97	1.18	1.34	1.65	1.70

Figure H13 : Annotation du tableau 1.5.6.9.4-4 (tête de 8 mm)

Résistance du CGI	Limite d'élasticité (ksi)	33	36	44	50	65	80
	(MPa)	228	250	300	345	450	550
	Résistance ultime (ksi)	45	47	57	65	80	82
	(MPa)	310	323	394	448	552	565
Epaisseur de base du métal du CGI (mm)	0.25	0.39	0.40	0.49	0.56	0.69	0.71
	0.3	0.47	0.48	0.59	0.67	0.83	0.85
	0.25	0.39	0.40	0.49	0.56	0.69	0.71
	0.45	0.70	0.73	0.89	1.01	1.24	1.27
	0.55	0.85	0.89	1.08	1.23	1.52	1.55
	0.65	1.01	1.05	1.28	1.46	1.79	1.84
	0.75	1.16	1.21	1.48	1.68	2.07	2.12

Figure H14 : Annotation du tableau 1.5.6.9.4-5 (tête de 10 mm)

- La résistance d'une seule fixation avec une tête ou une rondelle de 8 mm est de **0,56 kN**.
- La résistance d'une seule fixation avec une tête ou une rondelle de 10 mm est de **0,70 kN**.

19. Déterminez la force de soulèvement tributaire d'une seule fixation et comparez-la aux capacités d'arrachement.

Force de soulèvement = (surface tributaire) x (pression du vent)

Surface tributaire = (espacement des fixations) x (espacement des chevrons)

- Le tableau ci-dessous résume la force de soulèvement par fixation.
- La taille minimale de la tête/rondelle est déterminée en comparant les valeurs de la dernière étape.
- Tete de 8 mm suffisante

Espacement des clous	Espacement des fixations	Espace ment des lattes	Zone tributaire	Pression du vent	Force de soulèvement des fixations	Clo u min .	Tête min.
Zone 1/2 : Une ondulation sur deux (2)	136 mm	640 mm	0.069 m ²	3 kPa	0,26 kN	10d	8 mm
Zones d'extrémité : Chaque ondulation (1)	68 mm	640 mm	0.035 m ²	5 kPa	0,22 kN	10d	8 mm

20. Choisir la connexion de la CGI à l'ossature en bois.

Plusieurs options sont disponibles pour la connexion des CGI aux lattes.

- Cous communs à tige torsadée de 10d avec tête/rondelles de 8 mm minimum dans une ondulation sur deux, sauf dans les zones de bordures de mur de pignon extérieur (bande de 0,9 de large), où des clous sont requis dans chaque ondulation.
- Pour les autres options de fixation (par exemple vis), voir la [section 1.5.6.9](#).

21. Finaliser la conception des CGI et des lattes, y compris les connexions.

- lattes plates 1x4 à 640 mm
- (3) clou commun 8d à tige torsadée (Connexion "SN1") pour relier la latte et le chevron.
- 22 mm x 0,45 mm (24 ga), 228MPa CGI
- Clou de toiture 10d à tige commune torsadée avec tête/rondelle de 8 mm à chaque ondulation dans les zones d'extrémité. Dans toutes les autres zones (zone 1 et zone 2), prévoir un clou toutes les deux ondulations.

Concevoir des chevrons de débords

1. Choisir la taille du chevron de débord

Pour des raisons de compatibilité dimensionnelle, la taille du chevron de débord doit correspondre à celle des chevrons.

→ Utiliser des chevrons de débord de **50x100** (2x4).

2. Confirmez que la longueur du débord (avant-toit) ne dépasse pas la distance entre le mur latéral et le premier chevron.

→ L'espacement des chevrons est de 0,3 m > 0,3 m, donc correct.

3. Déterminer la portée du chevron de débord.

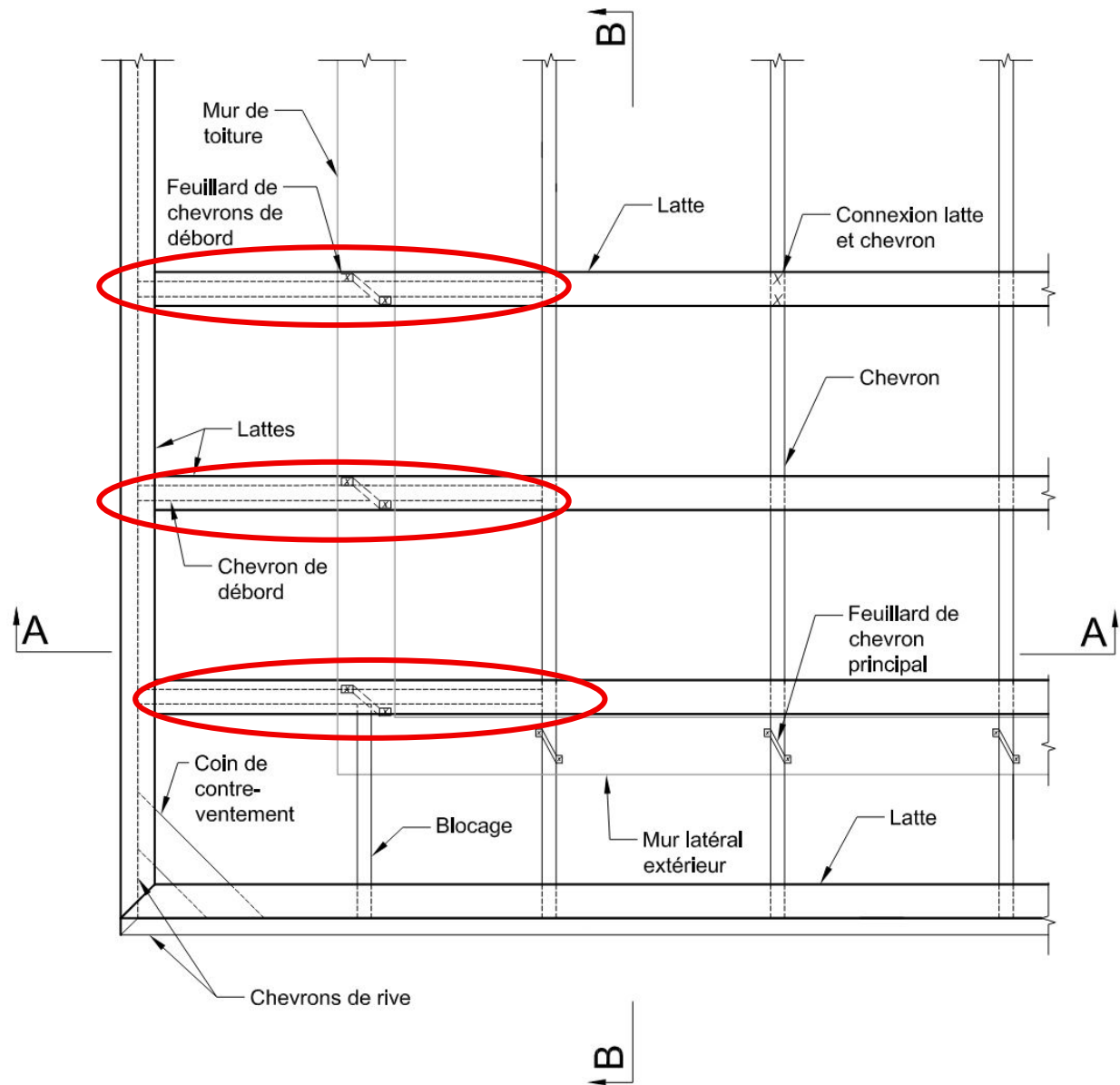
La portée du chevron de débord est la distance entre le bord du toit et le premier chevron intérieur. Elle est égale à l'espacement entre le premier chevron (0,3 m) plus la moitié de l'épaisseur du mur (15 cm/2) et à la longueur du débord (0,3 m).

→ Portée du chevron de débord = $0,3 + 0,3 + 0,08 = 0,68$ m

4. Déterminer la pression du vent au niveau du chevron de débord.

→ Dans ce cas, la zone 2o/h et la zone 3o/h ont la même amplitude de pression du vent.

→ Pression du vent dans la zone 2o/h = Pression du vent dans la zone 3o/h
= 5 kPa



Concevoir des chevrons de débords

5. Recherchez l'espacement maximal pour les chevrons de débord.

Utiliser le [tableau 1.5.6.7.11-1](#) avec les données suivantes :

- Pression du vent de 5 kPa
- 50x100 (2x4)
- 0,68 m (ou plus) de portée pour les chevrons de débord

Pression	3,0 kPa				5,0 kPa				9,0 kPa			
	0.4	0.6	0.9	1.2	0.4	0.6	0.9	1.2	0.4	0.6	0.9	1.2
Espacement (m)												
50x100 (2x4)	2.01	1.65	1.34	1.16	1.56	1.27	1.04	0.90 ✓	1.16	0.95	0.78	0.67
50x150 (2x6)	3.17	2.59	2.11	1.83	2.45	2.00	1.64	1.42	1.83	1.49	1.22	1.06
50x200 (2x8)	4.17	3.41	2.78	2.64	3.23	2.64	2.16	1.97	2.41	1.97	1.61	1.43

- Les chevrons de débord 2x4 espacés de 1,2 m sont applicables pour des portées de traverses allant jusqu'à 0,9 m, ce qui est supérieur à la portée réelle de 0,68 m des traverses.
- Il faut prévoir des chevrons de débord sous chaque latte. Comme les lattes sont espacées de 0,64 m, cela détermine l'espacement des chevrons de débord
- Utiliser des 2x4 avec un espacement de 0,64 m pour les chevrons de débord.

6. Déterminer s'il faut avoir un blocage des chevrons de débord.

Le [tableau 1.5.6.8.1-1](#) indique quand un blocage est nécessaire au niveau des avant-toits lorsque les chevrons sont parallèles à la pente.

- Le blocage entre les chevrons de débords n'est pas pour les chevrons de débord sur les murs pignons.

○

Concevoir le chevron de rive

1. Choisir la taille du chevron de rive.

La taille des chevrons de rive correspond généralement à celle des chevrons

→ Utilisez des chevrons de rive **50x100** (2x4).

2. Déterminer la portée du chevron de rive.

La portée déterminante du chevron de rive se situe au niveau de l'angle. La portée est égale à deux fois la portée du chevron de débord.

→ Portée du chevron de rive = $2 \times (0,68 \text{ m}) = 1,35 \text{ m}$.

3. Déterminer "l'espacement" des chevrons de rive (largeur tributaire).

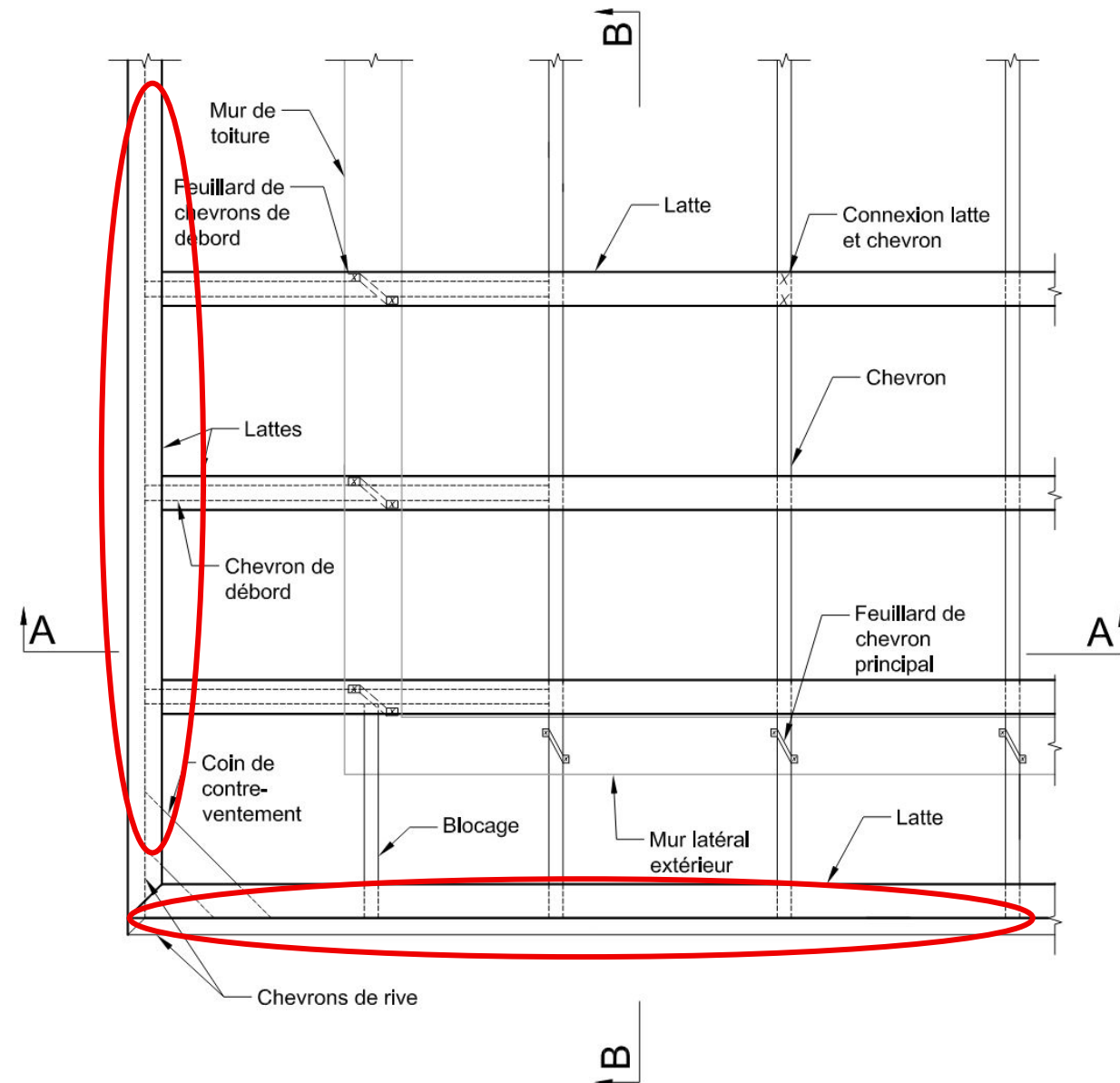
La largeur tributaire du chevron de rive est égale à la moitié de la longueur du débord (avant-toit). Il s'agit de "l'espacement" des chevrons de rive.

→ Espacement des chevrons de rive = $0,3 \text{ m} / 2 = 0,15 \text{ m}$.

4. Déterminer la pression du vent à l'angle du toit.

L'angle d'un toit à deux versants est conçu pour une pression du vent de 3 o/h. La pression du vent est de $3 \text{ o/h} = 5 \text{ kPa}$.

→ Pression du vent de $3 \text{ o/h} = 5 \text{ kPa}$



Concevoir le chevron de rive

6. Vérifier le chevron de rive.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.11-1](#) avec les données suivantes :

1. Pression du vent de 5 kPa
2. 50x100 (2x4)
3. 0,15 m comme "espacement des chevrons", arrondi à 0,4 m car cette valeur est fournie dans le tableau.

→ Les chevrons de rive 2x4 espacés de 0,4 m sont applicables pour des portées jusqu'à 1,56 m, ce qui dépasse la portée des chevrons de rive de 1,35 m.

Pression	3,0 kPa				5,0 kPa				9,0 kPa			
	0.4	0.6	0.9	1.2	0.4	0.6	0.9	1.2	0.4	0.6	0.9	1.2
Espacement (m)					0.4							
50x100 (2x4)	2.01	1.65	1.34	1.16	1.56	1.27	1.04	0.90	1.16	0.95	0.78	0.67
50x150 (2x6)	3.17	2.59	2.11	1.83	2.45	2.00	1.64	1.42	1.83	1.49	1.22	1.06
50x200 (2x8)	4.17	3.41	2.78	2.64	3.23	2.64	2.16	1.97	2.41	1.97	1.61	1.43

Figure H16 : Annotation du tableau 1.5.6.9.7-1 pour les chevrons de rive

○

Conception de la charpente au niveau des murs de toiture intérieurs.

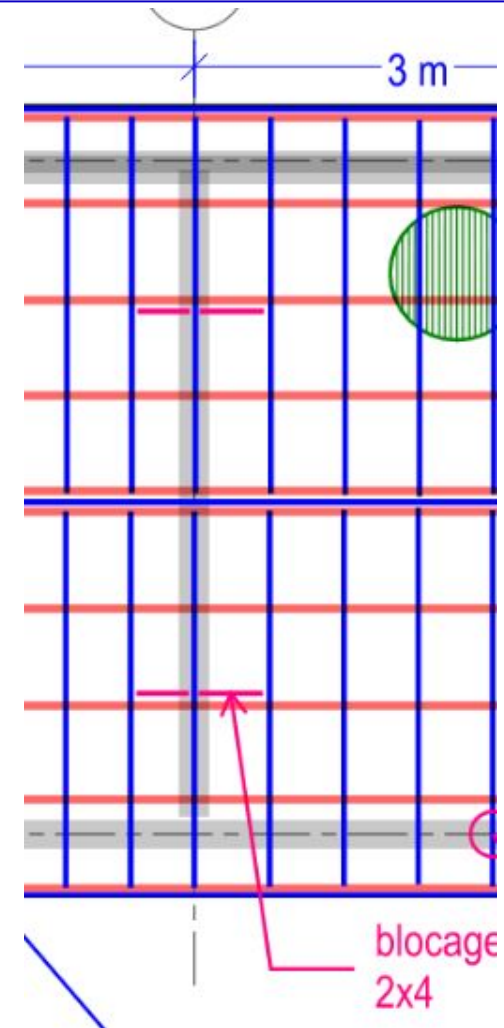
1. Choisir l'option pour l'ossature des murs de toiture intérieurs.

La section 1.5.6.8.4 et le tableau 1.5.6.8.4-1 proposent des options pour l'ossature au-dessus des murs de toiture intérieurs.

L'option 1 consiste à prévoir des chevrons intérieurs sous chaque latte.

L'option 2 consiste à installer des chevrons au sommet des murs de toiture intérieurs et à prévoir un blocage entre les chevrons du mur pignon et les chevrons adjacents. L'espacement des blocages ne doit pas dépasser 1,2 m.

→ Prévoir des chevrons au-dessus des murs pignons intérieurs. Prévoir un blocage à mi-portée.



Conception de la connexion des chevrons à la planche faîtière

1. Confirmez que l'angle du toit est compatible avec l'utilisation d'une planche faîtière.

Conformément à la [section 1.5.6.9.8](#), l'angle minimum du toit pour l'utilisation d'une planche faîtière est de 14 degrés. Ce toit a un angle de 14 degrés.

→ La planche faîtière est acceptable.

1. Choisir le détail de raccordement des chevrons au faîtage du pignon.

Les options sont décrites à la [section 1.5.6.9.8](#)

→ Cet exemple de conception utilise l'option 1, "Plaque faîtière suspendue et feuillard métallique". (Figure H17)

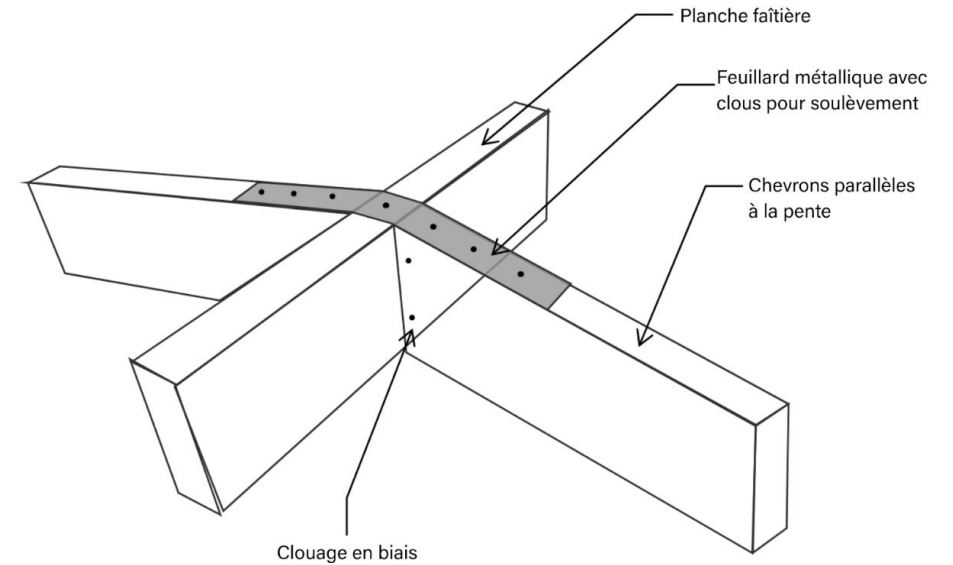


Figure H17 : Liaison entre les chevrons et la planche faîtière, "Option 1"

○

Conception de la connexion des chevrons à la planche faîtière

3. Déterminez le nombre de fixations nécessaires sur chaque chevron.

Utilisez le [tableau 1.5.6.9.8-5](#) (bâtiments de 3 étages) avec les données suivantes :

- Zone de vent III
- Catégorie d'exposition B
- Espacement des chevrons de 470 mm ou plus
- 2 niveaux, (utiliser le tableau pour bâtiment de 3 niveaux)

→ Un minimum de 5 clous (8d ordinaire/10d à boîte) est requis par chevron (c.-à-d. de chaque côté de la connexion).

Clous	8d ordinaire ou 10d boîte			10d ordinaire		
	Zone I et II 135 mph	Zone III 150 mph	Zone IV 165 mph	Zones I et II 135 mph	Zone III 150 mph	Zone IV 165 mph
Catégorie d'exposition B						
300	2 (3)	3	3	2 (3)	3	3
400	3	4	4	3	4	4
480	4	5	5	3	4	4
600	4	6	6	4	5	5
Catégorie d'exposition C						
300	3	4	5	3	4	4
400	4	6	6	4	5	5
480	5	7	8	4	6	6
600	6	8	9	5	7	8
Catégorie d'exposition D						
300	4	5	6	3	4	5
400	5	7	8	4	5	6
480	6	8	9	5	6	7
600	8	10	11	6	8	9

Conception de la connexion des chevrons à la planche faîtière

4. Déterminer les exigences minimales pour les feuillards métalliques.

Déterminez le calibre et la résistance minimum des feuillards en fonction du nombre maximum d'attaches nécessaires. Dans ce cas, le plus grand nombre de fixations requises est pour la connexion de la planche faîtière.

Utilisez le [tableau 1.5.6.9.2-2](#) avec les données suivantes :

○(5) 8d ordinaire/10d clous à boîte

→ Fournir au minimum une feuillard métallique métallique de 1,25" de large, d'une résistance de grade 33, d'un matériau de calibre 20.

Strap Gauge	Strap Material	8d common or 10d box nails	10d common nails
20	Grade 33	6	5
20	Grade 40	7	6
20	Grade 50	8	7
16	Grade 33	10	8
16	Grade 40	12	9
16	Grade 50	14	11

Figure H19 : Annotation du tableau 1.5.6.9.2-2

Conception de la connexion des chevrons à la planche faîtière

6. Déterminer le nombre minimum de clous en biais pour la connexion.

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.8-7](#) avec les données suivantes :

- Portée des chevrons 2,2 m ou plus
- Espacement des chevrons de 470 mm ou plus

→ Selon le tableau, 3 clous en biais (8d common/10d box) sont requis, ce qui correspond au minimum pour les chevrons 2x4 indiqué dans la [note 2](#).

→ Prévoir un minimum de 3 clous en biais (8d common/10d box) entre chaque chevron et la planche faîtière. Installer quelques clous de chaque côté du chevron (2/1 split).

○

Portée des chevrons (m)	Espacement (mm)			
	300	400	480	600
Clous communs 8d ou clous en boîte 10d				
4.5	4	5	5	7
4	3	4	5	6
3.5	3	4	4	5
3	3	3	4	5
2.25	2	3	3	4
Clous communs 10d				
4.5	3	4	4	5
4	3	3	4	5
3.5	2	3	4	4
3	2	3	3	4
2.25	2	2	2	3

Notes :

1. Nombre total de clous en biais, installer la moitié de chaque côté.
2. Nombre minimum de clous en biais ordinaire 8d ou de clous à boîte 10d pour les connexions des lignes de faîtage :
 - a. 50x100 (2x4) = 3
 - b. 50x150 (2x6) = 4
 - c. 50x200 (2x8) = 5
 - d. 50x250 (2x10) = 6
3. Posez la moitié des clous en biais de chaque côté du chevron.

Conception des connexions au chaînages supérieurs et murs de toiture

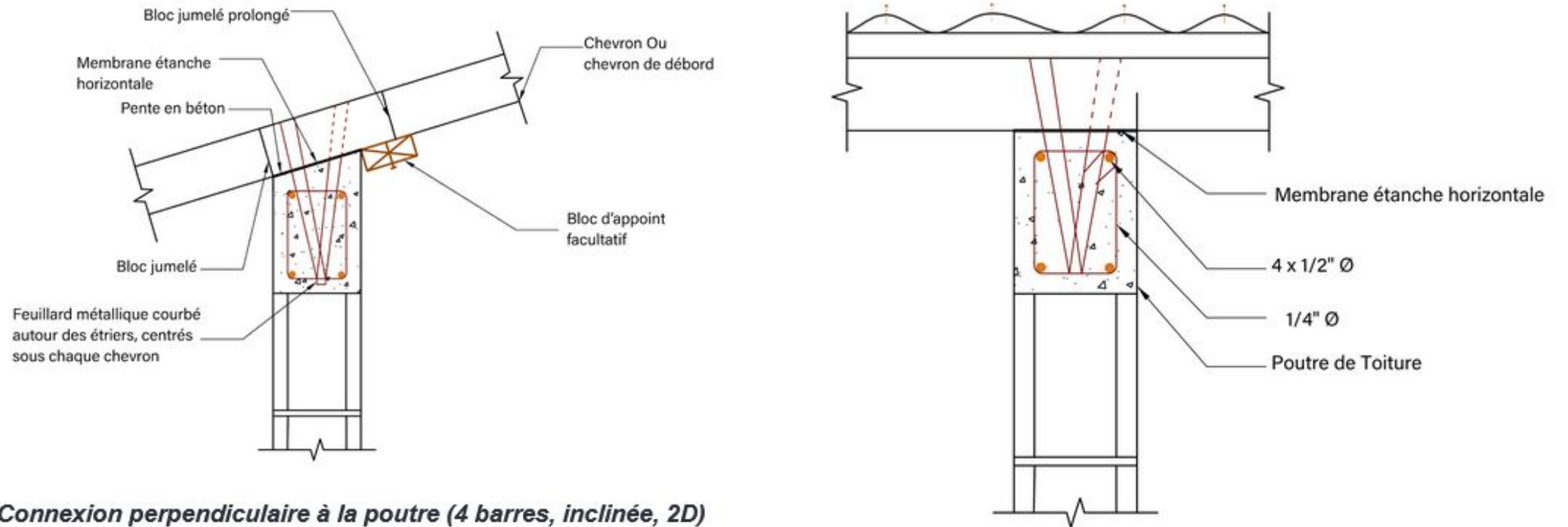


Figure 1.5.6.9.8-2 Connexion perpendiculaire à la poutre (4 barres, inclinée, 2D)

Conception des connexions au chaînages supérieurs et murs de toiture

1. Déterminez le raccordement minimal des chevrons au chaînage supérieur.

Utilisez le [tableau 1.5.6.9.8-1](#) avec les données suivantes :

- 3 étages (*couvre 2 niveaux*)
- Zone de vent III
- Exposition au vent B
- Espacement des chevrons de 470 mm ou plus

- Selon le tableau, un minimum de 5 clous est requis par feuillard métallique. Selon la [note 3](#), le nombre minimal de clous pour un 2x4 est de 4 (ne s'applique pas).
- Prévoir au minimum 5 clous (8d common/10d box) par feuillard.
- Répartir les clous 3/2 entre les deux bandes du feuillard.

Hauteur	Trois niveaux			Un niveau		
	Zone I et II 135 mph	Zone III 150 mph	Zone IV 165 mph	Zones I et II 135 mph	Zone III 150 mph	Zone IV 165 mph
Catégorie d'exposition B						
300	3 (4)	4	5	2 (4)	3 (4)	4
400	4	4	5	3 (4)	3 (4)	4
480	4	5 ✓	6	3	4	5
600	5	5	8	4	4	6
Catégorie d'exposition C						
300	4	5	6	4	5	5
400	5	6	7	5	5	6
480	6	6	8	5	6	7
600	6	8	10	6	7	8
Catégorie d'exposition D						
300	4	6	7	4	5	6
400	6	7	8	5	6	7
480	7	7	10	6	7	8
600	7	9	11	7	8	10

3. Le nombre total minimal de clous ordinaires 8d ou clous fins 10d par feuillard en V doit être :
- a. 50x100 (2x4) = 4 (2 par bande), Indiqué en (4) dans le tableau ci-dessus.
 - b. 50x150 (2x6) = 6 (3 par bande)
 - c. 50x200 (2x8) = 8 (4 par bande)
 - d. 50x250 (2x10) = 8 (4 par bande)

Figure H21 : Annotation du tableau 1.5.6.9.8-1, y compris la note 3

Conception des connexions au chaînages supérieurs et murs de toiture

2. Déterminer la liaison minimale des chevrons de débords aux murs de toitures.

Le tableau ci-dessous résume la force de soulèvement par connexion entre le mur et le chevron de débord.

Espacement entre les chevrons de débord	Longueur du chevron de débord	Surface tributaire	Pression du vent (3 o/h)	Force de soulèvement de la connexion
640 mm	740 mm	0.47 m ²	5 kPa	2.4 kN

Utiliser le [tableau 1.5.6.9.8-3](#) avec les données suivantes :

- Capacité de connexion de 2,4 kN ou plus.

Nombre total de clous (les deux bandes)	Maximum Différence maximale (entre les bandes)	Capacité totale du feuillard métallique 8d ordinaire ou 10d à boîte (kN)	Capacité totale de l'attache en V Clous ordinaire 10d (kN)
4	0	2.2	2.8
5	1	2.8	3.5
6	1	3.3	4.2
7	1	3.9	4.9
8	1	4.4	5.6
9	1	5.0	6.3
10	2	5.5	7.0
12	2	6.6	8.4
14	2	7.7	9.8

Figure H22 : Annotation du tableau 1.5.6.9.8-3

- Utiliser (5) 8d common/10d box.
- Répartissez les clous de manière égale entre les deux bandes de feuillard métallique (3/2).

Conception des connexions au chaînages supérieurs et murs de toiture

3. Déterminez la connexion de la planche faîtière à la poutre de toiture

Conformément à la [section 1.5.6.9.8](#), la connexion de la planche faîtière à la poutre de toiture doit être le double de la connexion des chevrons de débords (2x 2,4 = 4.8kN).

Utilisez le [tableau 1.5.6.9.8-3](#) avec les données suivantes :

○Capacité de connexion de 4,8 kN ou plus.

- Utiliser (9) 8d clous ordinaire/ 10 à boîte.
- Répartir les clous en 5/4 entre les deux bandes du feuillard métallique.

Nombre total de clous (les deux bandes)	Maximum Différence maximale (entre les bandes)	Capacité totale du feuillard métallique	Capacité totale de l'attache en V Clous ordinaire 10d (kN)
		8d ordinaire ou 10d à boîte (kN)	
4	0	2.2	2.8
5	1	2.8	3.5
6	1	3.3	4.2
7	1	3.9	4.9
8	1	4.4	5.6
9	1	5.0	6.3
10	2	5.5	7.0
12	2	6.6	8.4
14	2	7.7	9.8

Figure H23 : Annotation du tableau 1.5.6.9.8-3

Conception des connexions au chaînages supérieurs et murs de toiture

6. Déterminer l'exigence minimale pour les feuillards métalliques

Déterminer le calibre et la résistance minimum du feuillard en fonction du nombre maximum de fixations nécessaires par bande. Dans ce cas, le plus grand nombre de fixations nécessaires est pour la connexion de la planche faîtière.

Utilisez le [tableau 1.5.6.9.2-2](#) avec les données suivantes :

o(5 max par bande) 8d ordinaire/10d à boîte

- Fournir au minimum un feuillard métallique métallique de 1,25" de large, de résistance Grade 33, de calibre 20 gauge.

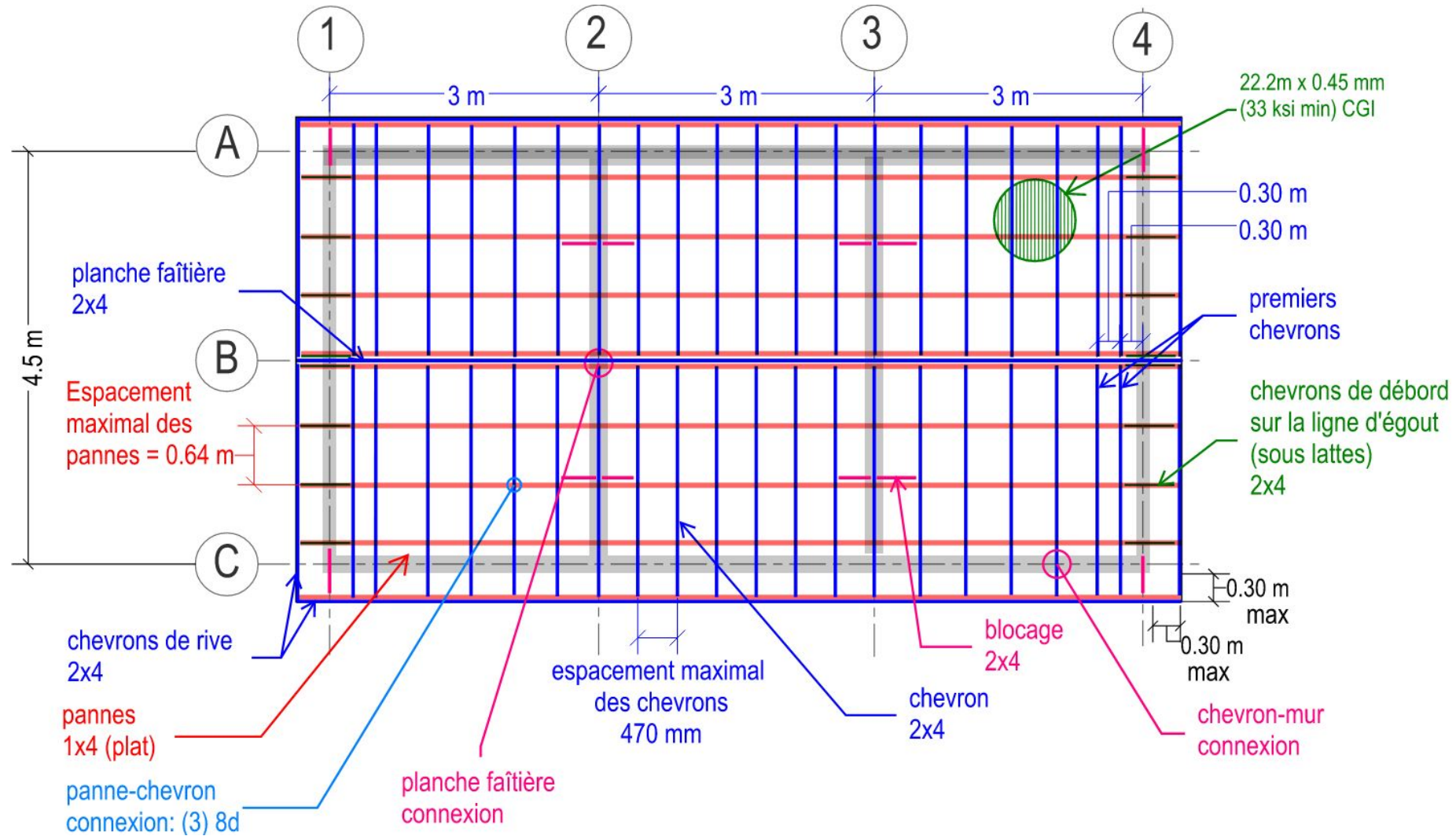
Strap Gauge	Strap Material	8d common or 10d box nails	10d common nails
20	Grade 33	6	5
20	Grade 40	7	6
20	Grade 50	8	7
16	Grade 33	10	8
16	Grade 40	12	9
16	Grade 50	14	11

Figure H24 : Annotation du tableau 1.5.6.9.2-2

Résumé de la conception

Élément	Conception	Notes
lattes	1x4 (plat) à 0,64 m	
Liaison latte-chevron	(3) clous 8d	
Chevrons	2x4 @ 0,47 m typique (2 premiers chevrons intérieurs @ 0,30 m)	Aucun contreventement latéral n'est requis
Chevrons de débord	2x4 @ 0,64 m	Pas de blocage aux murs pignons
Chevrons de débord intérieur	Chevron sur les murs intérieurs	Blocage à mi-portée
CGI	22 mm x 0,45 mm (24 ga), 228MPa	
Attaches CGI	Clou à tige torsadée 10d, rondelle de 8 mm toutes les deux ondulations, sauf dans les zones de bordures des murs pignons extérieurs, où toutes les ondulations sont requises.	
Connexions aux chaînages	Feuillard métallique de 20ga, Grade 33 minimum avec des clous 8d communs/10d en boîte	

Résumé de la conception





Coalition for Disaster Resilient Infrastructure



Toiture avec Fermes

Toiture avec ferme

Definition de catégorie de pression du vent P1, P2 et P3, en fonction de la zone de vent, la categorie et le nombre de niveau

Tableau 1.5.6.9.9-1 Catégories de pression du vent des fermes P1, P2 et P3

Catégorie d'exposition	B				C				D			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1 niveau	P1	P1	P1	P2	P1	P1	P2	P3	P2	P2	P3	P3
2 niveaux	P1	P1	P1	P2	P1	P1	P2	P3	P2	P2	P3	P3
3 niveaux	P1	P1	P1	P2	P1	P2	P2	P3	P2	P2	P3	P3

Toiture avec ferme

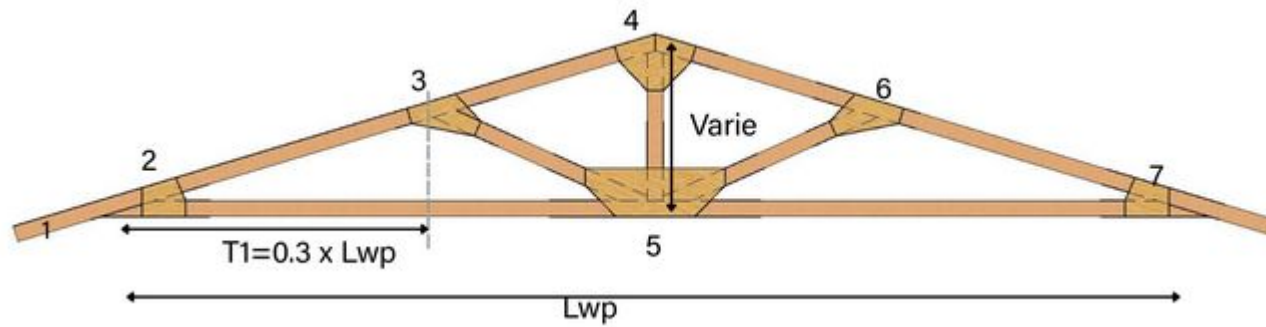
Pour chaque catégorie de Pression, des dimensionnements différents en fonction des portées / espacements.

- Légère = 2x4 membres supérieures et inférieures, diagonales et verticales
- Moyenne = 2 (2x4) ou 2x6 membres supérieures, 2x4 membres inférieures, verticales et diagonales
- Lourde = 2 (2x4) ou 2x6 membres supérieurs et inférieurs, 2x4 verticales et diagonales
- Support de croupe moyenne= 2 (2x4) membres supérieures et verticales, 2x4 membres inférieurs et diagonales
- Support de croupe lourde= 2 (2x4) tous les éléments

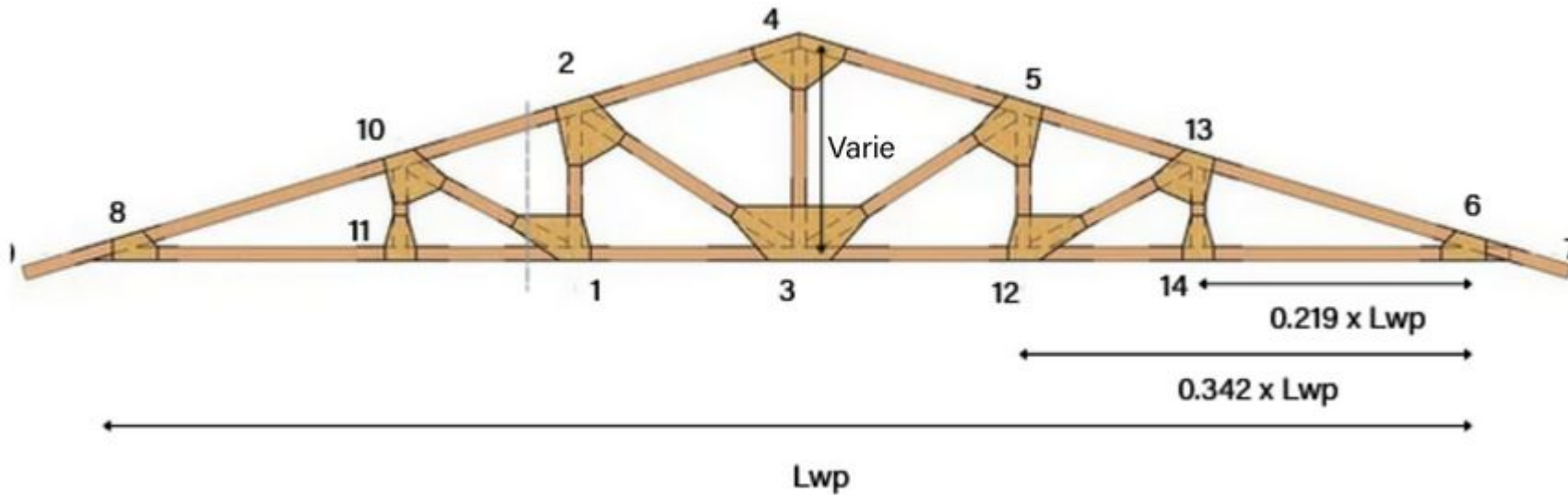
Tableau 1.5.6.9.9-2 Type de fermes pour les catégories de pression, les portées et les espacements

Catégorie de pression Portée (m)	Espacement (m) Espacement maximal (1) (m)	Catégories de pression des fermes		
		P1	P2	P3
4.5	0.6	Légère	Légère	Légère
	0.9	Légère	Légère	Moyenne
	1.2	Légère	Légère	Moyenne
4.5	Soutien de la croupe	Moyenne	Lourde	Lourde
6.0 (2 x 3.0m)	0.6	Légère	Moyenne	Moyenne
	0.9, 1.2	Moyenne	Lourde	Lourde
9.0 (2 x 4,5 m)	0.6	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	0.9	Moyenne	Lourde	Lourde
	1.2	Lourde	Lourde	Lourde

Toiture avec ferme



4.5 et 6 m



9 m

Toiture avec ferme

Dimensionnement des plaques d'assemblages, pour chaque type de ferme, pour chaque noeuds en suivant les tableaux de clouage

Tableau 1.5.6.9.9-3 Clouage des plaques d'assemblage pour une ferme de 4,5 m (portée simple) pour P1, P2 et P3

Espacement	Clouage des plaques d'assemblage								
	4		3, 6		2, 7		5		
Élément de liaison	4-3 ; 4-6	4-5	3-5 ; 6-5	3, 6	2-3 ; 7-6	2-5 ; 7-5	5-4	5-3 ; 5-6	5-2 ; 5-7
Espacement de 0,6 m	11	9	9	9	16	15	9	9	15
Espacement de 0,9 m	17	9	9	9	24	23	9	9	23
Espacement de 1,2 m	22	12	12	12	32	30	12	12	30
cas de connexion	B	B	B	A	A	B	B	B	A

Pour des clous 8d, et 10d et plaque d'assemblage en contreplaqué de 1/2" :

- A1 = 4d (14 mm)
- A2 = 15d (50 mm)
- B = 12d (40 mm)
- C = 4d (14 mm)
- D = 5d (17 mm) min

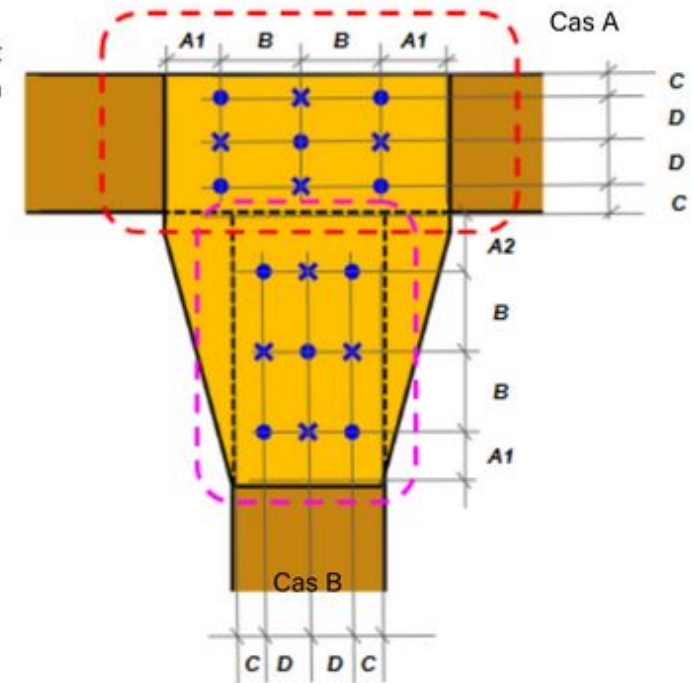


Figure 1.5.6.9.9-4 Détail de clouage des plaques d'assemblages des ferme

Toiture avec ferme

Exemple à Port au Prince

Zone 3

Exposition B

2 niveaux

Tableau 1.5.6.9.9-1 Catégories de pression du vent des fermes P1, P2 et P3

Catégorie d'exposition	B				C				D			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1 niveau	P1	P1	P1	P2	P1	P1	P2	P3	P2	P2	P3	P3
2 niveaux	P1	P1	P1	P2	P1	P1	P2	P3	P2	P2	P3	P3
3 niveaux	P1	P1	P1	P2	P1	P2	P2	P3	P2	P2	P3	P3

Categorie de pression de cet exemple : P1

Toiture avec ferme

=> P1, portée 4.5m

=> Espacement maximale 1.2m

=> Attention cet espacement doit être comparé avec la portée maximales des lattes

Tableau 1.5.6.9.9-2 Type de fermes pour les catégories de pression, les portées et les espacements

Catégorie de pression Portée (m)	Espacement (m) Espacement maximal (1) (m)	Catégories de pression des fermes		
		P1	P2	P3
4.5	0.6	Légère	Légère	Légère
	0.9	Légère	Légère	Moyenne
	1.2	Légère	Légère	Moyenne
4.5	Soutien de la croupe	Moyenne	Lourde	Lourde
6.0 (2 x 3.0m)	0.6	Légère	Moyenne	Moyenne
	0.9, 1.2	Moyenne	Lourde	Lourde
9.0 (2 x 4,5 m)	0.6	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	0.9	Moyenne	Lourde	Lourde
	1.2	Lourde	Lourde	Lourde

Toiture avec ferme

Nombre de clous dans les plaques d'assemblage
 Pour fermes tous les 1m

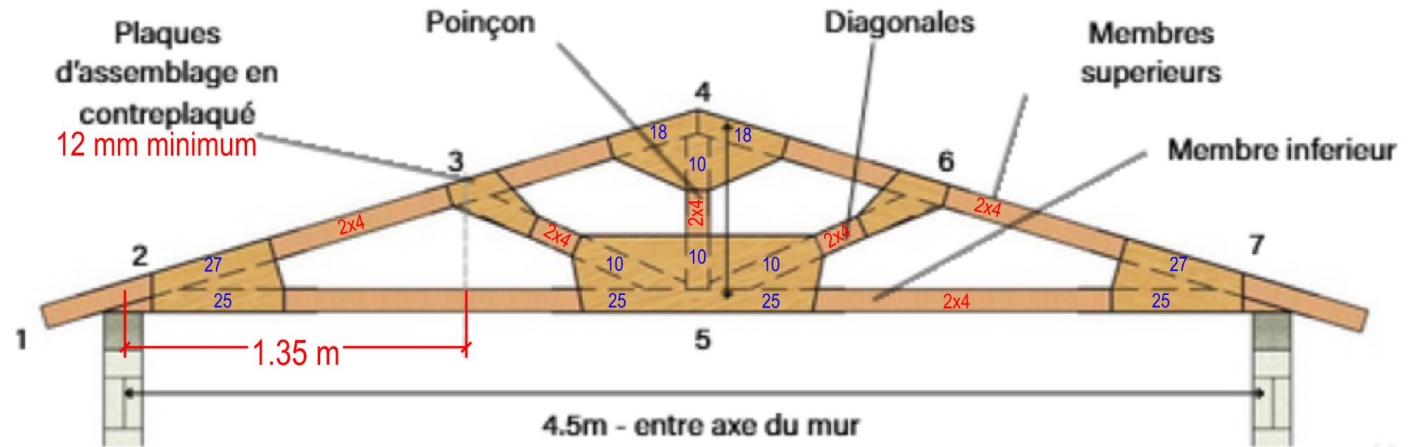
Espacement	Clouage des plaques d'assemblage								
	4		3, 6		2, 7		5		
Nœud de la ferme									
Élément de liaison	4-3 ; 4-6	4-5	3-5 ; 6-5	3, 6	2-3 ; 7-6	2-5 ; 7-5	5-4	5-3 ; 5-6	5-2 ; 5-7
Espacement de 0,6 m	11	9	9	9	16	15	9	9	15
Espacement de 0,9 m	17	9	9	9	24	23	9	9	23
Espacement de 1,2 m	22	12	12	12	32	30	12	12	30
cas de connexion	B	B	B	A	A	B	B	B	A
Espacement de 1,0 m	18	10	10	10	27	25	10	10	25

x(1/1.2)

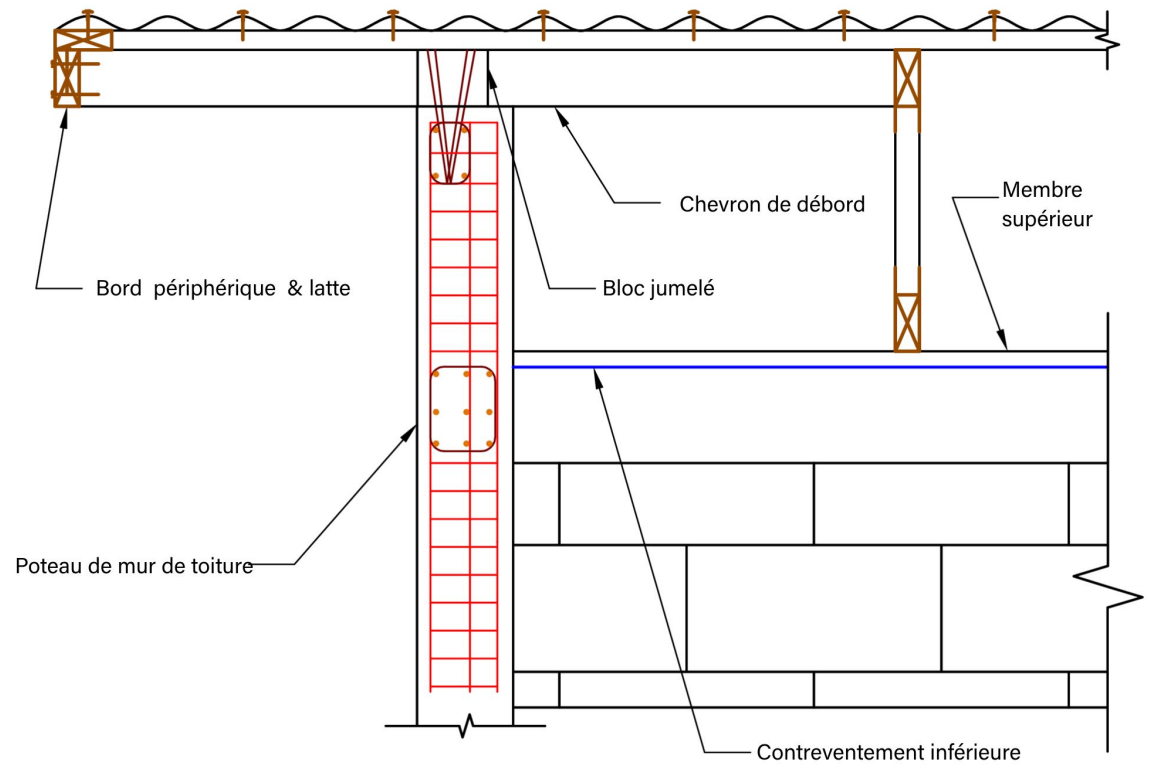
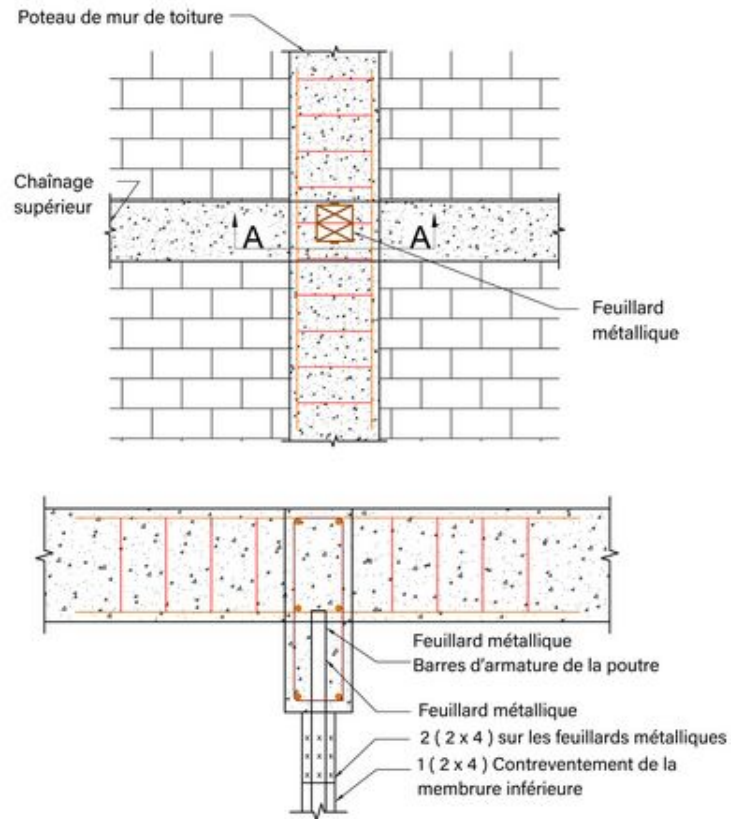
Possibilité d'interpoler

Toiture avec ferme

Noeuds	Connexion Membres	Nombre de clous	Type connexion
4	4-3; 4-6	18	B
	4-5	10	B
3, 6	3-5; 6-5	10	B
	3, 6	10	A
2, 7	2-3; 7-6	27	A
	2-5; 7-5	25	B
5	5-4	10	B
	5-3; 5-6	10	B
	5-2; 5-7	25	A



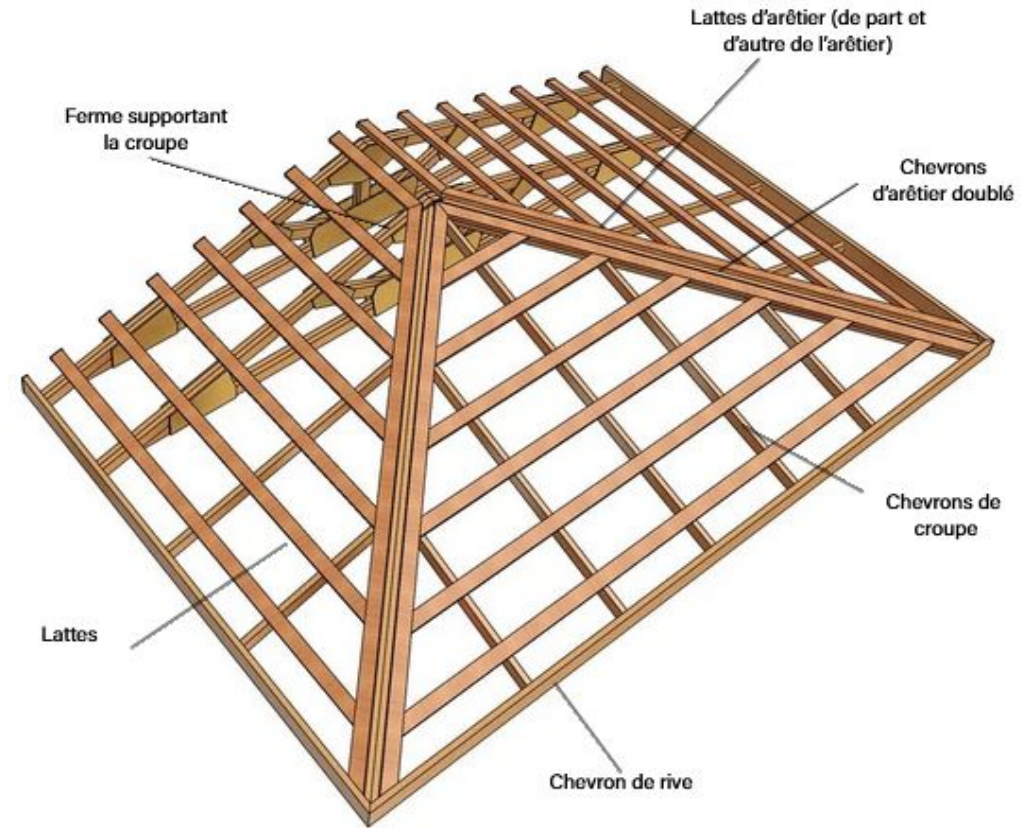
Toiture avec ferme



Prévoir un contreventement des fermes dans la partie basse 2x4, connecté au chaînage des murs de toiture

Toiture avec ferme

Possibilité de combiner avec une toiture en croupe,
Dans ce cas la dernière ferme supporte la croupe
Ferme moyenne





Merci pour votre attention Mèsi anpil pou atansyon nou

Nous exprimons notre gratitude aux gouvernements de l'Inde, de l'Australie et du Royaume-Uni, ainsi qu'à l'Union européenne, pour leur soutien financier à IRIS à travers le Fonds d'Accélération de la Résilience des Infrastructures du



Australian Government
Department of Foreign Affairs and Trade

CDRI



सत्यमेव जयते



UK Government

