

VERIFICATION DE L'ÉPAISSEUR D'UN VITRAGE EN TOITURE AU VENT A LA NEIGE

Nom :
Classe:
Date:

1) Généralités:

Les vitrages sont soumis aux **intempéries**, tout comme le reste d'un bâtiment.

Nous venons d'étudier son comportement avec le vent. Mais lorsqu'il est en toiture, il est toujours soumis au vent mais aussi à la neige.

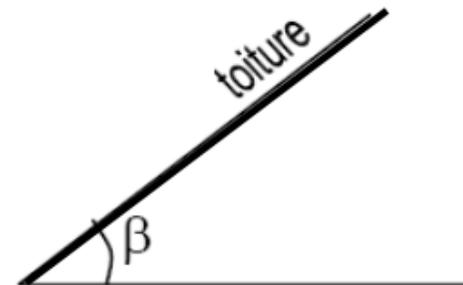
Il convient alors de calculer quelle sera la **flèche**... maximum que peut subir le vitrage par l'accumulation de la neige, mais aussi sans oublier de tenir compte de son **poids** propre.

Il importe donc de se référer au DTU 39-P4

2) Position du vitrage:

Si $\beta \leq 60^\circ$: calcul en vitrage en toiture soumis à l'action la plus défavorable.

- du vent.
- de la neige augmentée du poids propre.



3) Les vitrages en toiture:

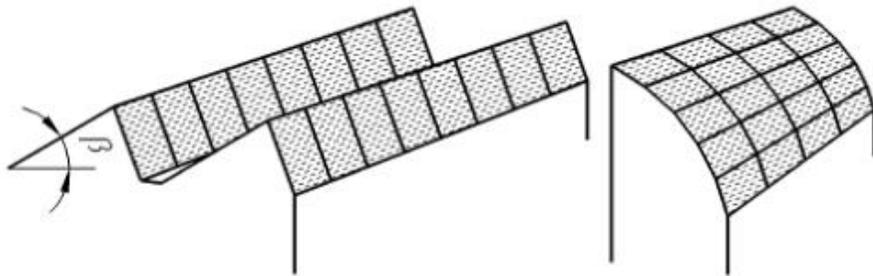
*Exposition du vitrage :

Les éléments à prendre en compte sont ceux de l'exposition au vent, mais aussi à la neige (voir Dtu 39-P4):

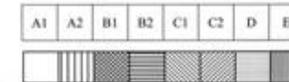
- l'**altitude**..., qui va être déterminante sur le facteur neige.
- la **forme**.... de la toiture (qui va accumuler plus ou moins de neige).

La pression due à la charge de la neige et au poids propre du vitrage est nommée P2 et est fonction de l'exposition du vitrage.

Le Coefficient μ de forme de toiture



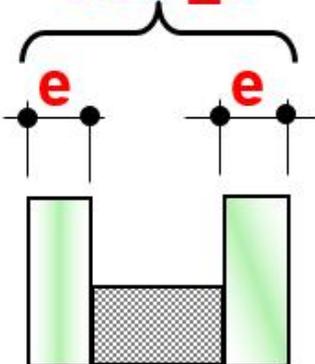
La charge de neige S_k



La charge de neige P_2

Le poids propre du vitrage

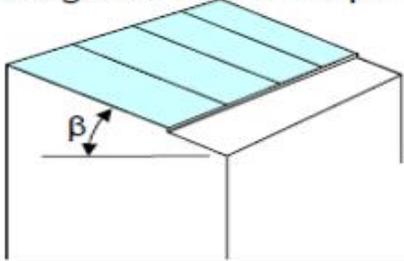
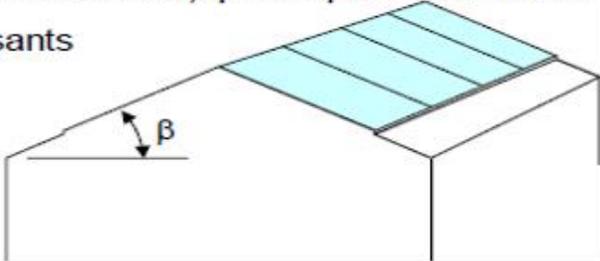
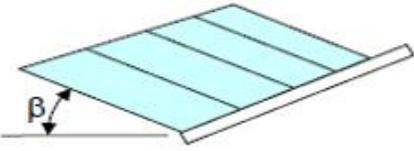
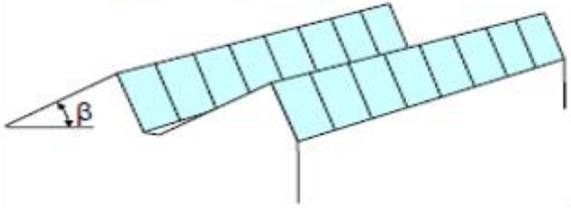
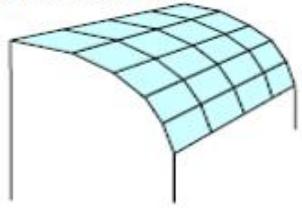
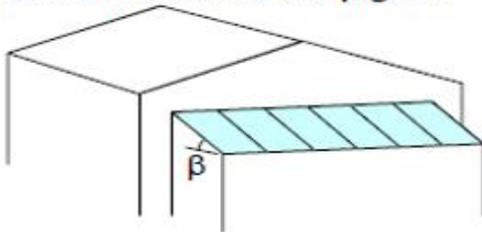
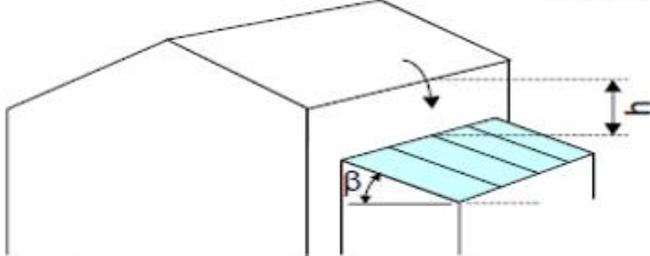
$25 \times \sum e$



L'altitude



Le Coefficient μ de forme de toiture

Définition de la toiture $\beta \leq 60^\circ$		Valeur du coefficient μ	
 <p>Vitrages de toitures supérieures, n'allant pas jusqu'au bord de celles-ci, quelle que soit l'altitude. à un versant ou deux versants</p>		0,8	
 <p>Vitrages situés en bord de toiture :</p> <ul style="list-style-type: none"> — à une altitude supérieure à 500 — à une altitude inférieure ou égale à 500 m : <ul style="list-style-type: none"> - avec possibilité d'accumulation de neige en bord de toiture (gouttière, chéneau...) - sans possibilité d'accumulation de neige en bord de toiture 		1,6 1,6 0,8	
<p>Toitures à redans(*)</p> 	<p>Toitures courbes</p> 	<p>Verrières inférieures sur pignon</p> 	1,6
Coefficient forfaitaire global			
	<p>Verrières susceptibles de recevoir de la neige d'une toiture supérieure.</p> <ul style="list-style-type: none"> — $3 \text{ m} \leq h \leq 6 \text{ m}$ et $\beta < 30^\circ$ — dans tous les autres cas pour lesquels $h \leq 6 \text{ m}$ — si $h > 6 \text{ m}$ 	2,2 1,6 2,8	

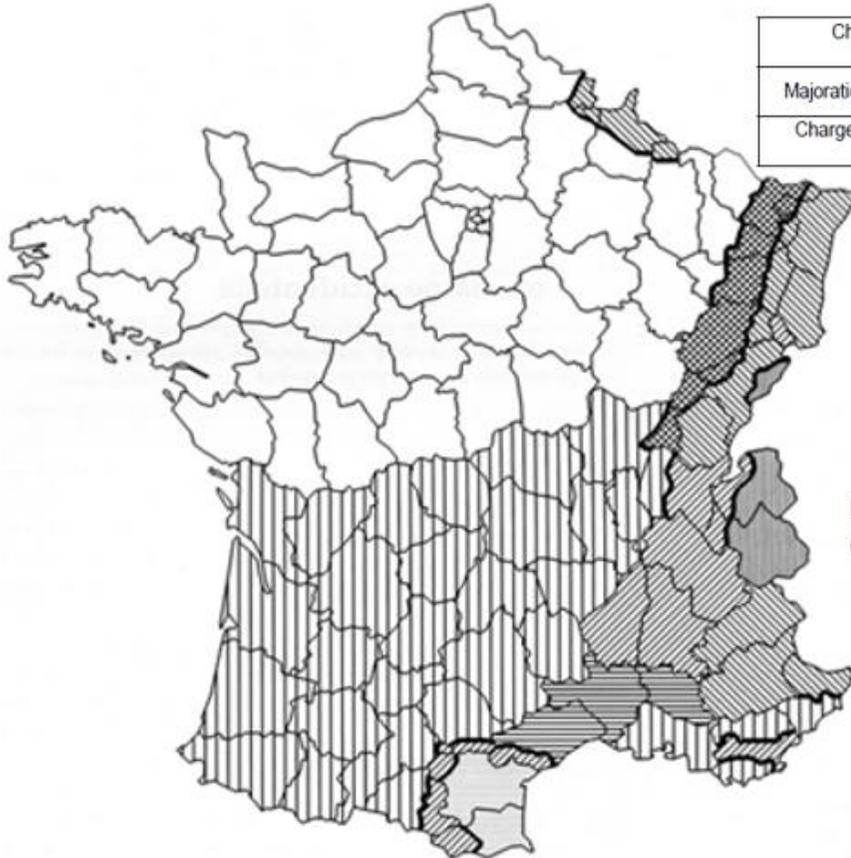
* Pour les calculs, les constituants trempés des vitrages feuilletés ou isolants thermiques sont considérés comme recuits



Carte des zones de neige

Charge de neige au sol :

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Charge de neige normale S_k au sol à une altitude $A \leq 200$ m	450	450	550	550	650	650	900	1400
Majoration de la charge pour une altitude supérieure à 200 m	ΔS_1							ΔS_2
Charge de neige exceptionnelle S_{Ad} au sol (quelle que soit l'altitude)	—	1000	1000	1350	—	1350	1800	—



Pondérations d'altitude ΔS_1 et ΔS_2 sur S_k

Altitude A	ΔS_1	ΔS_2
$200 \text{ m} < A \leq 500 \text{ m}$	$A - 200$	$1,5 \times A - 300$
$500 \text{ m} < A \leq 1\,000 \text{ m}$	$1,5 \times A - 450$	$3,5 \times A - 1300$
$1\,000 \text{ m} < A \leq 2\,000 \text{ m}$	$3,5 \times A - 2450$	$7 \times A - 4800$

Dans le cas d'une altitude supérieure à 2000 m, la charge de neige au sol (S_k) doit être indiquée dans les DPM.

La charge de neige à prendre en compte par m^2 de vitrage est prise égale à :

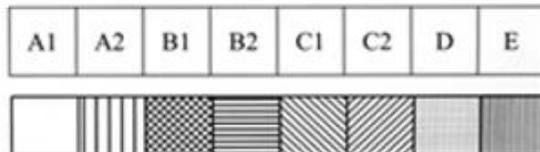
Dans le cas d'une charge de neige normale :

$$S_1 = (S_k + \Delta S) \times \mu \times C_e \times C_t$$

Dans le cas d'une charge de neige exceptionnelle :

$$S_2 = S_{Ad} \times \mu \times C_e \times C_t$$

C_e et $C_t = 1$, sauf disposition particulière dans les DPM.



Détermination de la charge de neige

Vitrages verticaux

$$P1 = P_{\text{vent}}$$

Vitrages inclinés

On choisira la plus défavorable des charges suivantes, correspondant au cas traité :

$$P1 = P_{\text{vent}} ;$$

En extérieur :

$$P2 = 3,75 (S_1 + P_p)$$

$$P3 = 2,2 (S_2 + P_p)$$

En soulèvement :

$$P6 = P_{\text{vent}} - P_p$$

En intérieur :

$$P4 = 4,7 \times P_p$$

$$P5 = P_{\text{vent}} + P_p$$

Risque d'avalanches :

$$P7 = 2,5 \times (P_{\text{AV}} + P_p)$$

1

EXEMPLE

Prenons l'exemple d'une construction située à Avoriaz (74) à une altitude de 1000m. Nous allons étudier le vitrage d'une verrière inférieure sur pignon, il est à 5m du sol. Le châssis est fixe, le vitrage est pris sur 4 cotés, sa longueur est 2000mm et sa largeur de 650mm. L'architecte préconise un vitrage isolant composé d'un vitrage feuilleté de sécurité et d'un simple vitrage recuit, soit un 44.2/16/3. Nous devons vérifier quelle sera la pression la plus défavorable, soit au vent soit au poids propre du vitrage plus celui de la neige.

a) La pression au vent :

Région : ⁵1... Catégorie de terrain : ⁶III B Hauteur bâtiment: ⁷moins de 6m.

$P_1 =$ ⁸900 Pa Surface vitrage = ⁹2 x ¹⁰0,65 = ¹¹1,3 m²

b) La pression à la neige et au poids propre du vitrage :

Région : ¹⁴E. Altitude : ¹⁵1000 m Coeff μ de forme de toiture : ¹⁶1,6 $S_K =$ ¹⁷1400 Pa

$S_{AD} =$ ¹⁸- Pa $\Delta S_2 =$ ¹⁹3,5 x A - 1300 = ²⁰3,5 x 1000 - 1300 = ²¹2200 Pa

$S_1 = (S_K + \Delta S) \times \mu \times C_e \times C_t = ($ ²²1400 + ²³2200²⁴) x ²⁵1,6 x ²⁶1 x ²⁷1 = ²⁸5760 Pa $S_2 =$ ²⁸- Pa

Poids propre du vitrage (F_{41}) = $P_p = 25 \times e_t = 25 \times ($ ²⁹4 + ³⁰4 + ³¹3³²) = 25 x 12 = 275 X 1,3 = ³²358 Pa $P_3 =$ ³²- Pa

$P_2 = 3,75 (S_2 + P_p) = 3,75 ($ ³⁵5760 + ³⁶358³⁷) = 22942 Pa $P_6 = P_{vent} - P_p =$ ³⁸900 - ³⁹390 = ⁴⁰510 Pa

EXEMPLE (suite)

c) Vérification de l'épaisseur du vitrage :

On calculera donc l'épaisseur avec la pression la plus défavorable soit P2.

$$P2 = 22942 \text{ Pa} \quad S = 1,3 \text{ m}^2$$

Calcul de $L/l = 2 / 0,65 = 3,07$ L/l est supérieur à 2,5, donc la

formule employée sera :
$$e1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{6,3} = \frac{0,65 \times \sqrt{22942}}{6,3} = 15,62 \text{ mm}$$

Facteurs d'équivalence : $\epsilon_1 = 1,6$ $\epsilon_2 = 1,3$ $\epsilon_3 = 1$

On doit avoir :

$$e_R = \frac{3 + \frac{4 + 4}{0,9 \times 1,3}}{0,9 \times 1,6 \times 1} \geq 15,62 \times 0,9 \Leftrightarrow 6,83 \geq 14,06$$



EXEMPLE (suite)

d) Conclusion :

Nous pouvons donc conclure que 6,83 mm n'est pas **supérieur** à 14,06 mm, et donc la préconisation du Cctp ne peut pas convenir (et de loin) pour cette verrière.

e) Modification de l'épaisseur du vitrage :

Il faut donc trouver le vitrage qui conviendra pour celle-ci, et il nous faut donc reprendre les calculs.

Essayons avec un vitrage feuilleté de sécurité des deux cotés, soit un 86.2/16/66.2

Il faut recalculer le poids propre du nouveau vitrage, la nouvelle pression P2, e1 et e_R :

$$P_p = 845 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 24769 \text{ Pa}$$

$$e_1 = 16,23 \text{ mm}$$

$$e_R = 15,42 \geq 16,23 \times 0,9 \Rightarrow 15,42 \geq 14,6$$

f) Conclusion :

Nous pouvons donc conclure que 15,42 mm est **supérieur** à 14,6 mm, et donc il faut modifier le Cctp et installer un vitrage feuilleté de sécurité de 86.2/16/66.2.