

SST3 : CALCUL DES STRUCTURES AUX EUROCODES**Examen du 10 janvier 2020.**Durée : 2 heures.Documents autorisés : Polycopiés de cours de Mme.Cubaynes et M.Cassagnabère
Demi-feuille A4 manuscrite recto**I. Cours (3 pts).**

1. Pour un plancher intérieur de bâtiment, donner les combinaisons ELU et ELS dimensionnantes en expliquant les différents termes. (1pt).
2. Qu'est-ce qu'une action variable ? (1pt).
3. Quels sont les facteurs qui influencent la distribution de la neige sur une toiture ? (1pt).

II. Exercice 1 : Charges de neige et de vent (8 pts).

Contexte. Avec mes potes, nous avons décidé d'investir dans la « High Technology » en créant une société d'informatique dans l'Armagnac Valley (photo 1). Pour développer notre activité, nous avons besoin d'un bâtiment à Vic-Fezensac. Je vous propose donc de nous aider à dimensionner notre futur local. Pour cela, une étude des charges de neige et de vent est obligatoire.



Photo 1

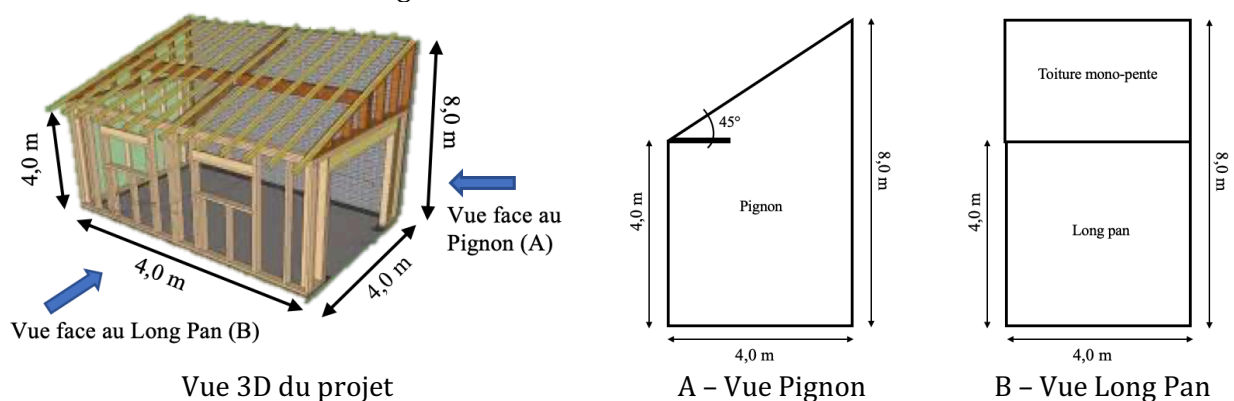
Données techniques. Le bâtiment à étudier est situé à **Vic-Fezensac (Gers, 32)**. Il s'agit d'une construction assimilée à un hangar (type stockage) dans une zone **industrielle**. La géométrie du bâtiment est donnée en figure 1.

Le projet se situe à une altitude de **300 m en site normal**.

L'angle de la toiture est de **45°**.

Pour l'ensemble de l'exercice, on considère **le vent perpendiculaire au pignon**.

Figure 1. Géométrie du bâtiment étudié



Partie A. Étude du vent sur la structure.

4. Déterminer la pression dynamique de pointe du vent q_p s'exerçant au niveau du faitage du bâtiment pour une hauteur de 8,0 m ($z = 8,0\text{m}$).

Étude du vent sur les murs de pignons.

5. Déterminer les coefficients de pression extérieure $C_{pe,10}$ sur tous les murs. On considérera une hauteur des murs de 4 m ($h = 4,0\text{ m}$).

6. En considérant une dépression intérieure, calculer le coefficient de pression résultant $C_{p,net}$ sur chaque pignon (au vent et sous le vent)

7. Récapituler les coefficients de pression (C_{pe} , C_{pi} et C_{pnet}) sur les deux murs de pignon.

Étude du vent sur la toiture.

Pour cette partie, vous utiliserez l'annexe correspondante à l'extrait de l'Eurocode 1 relative au calcul des C_{pe} pour des toitures mono-pente. On rappelle que le **vent est perpendiculaire au pignon**.

8. Avec l'annexe, identifier les différentes zones d'action du vent sur la toiture ainsi que les coefficients de pression extérieur (C_{pe}). Récapituler les résultats sous forme de tableau pour chaque zone, les valeurs associées de C_{pe} ainsi que les surfaces.

9. En considérant les surfaces identifiées précédemment, déterminer le coefficient de pression extérieur homogénéisé (C_{peHom}) de la toiture.

10. Avec le coefficient de pression extérieur homogénéisé (C_{peHom}) et **dans le cas d'une dépression intérieure**, déterminer le coefficient de pression nette résultant (C_{pnet}).

11. Déterminer la force de soulèvement de la toiture et faire un schéma.

Partie B. Étude des charges de neige (5 pts).

En considérant le bâtiment avec les caractéristiques ci-dessus, on se propose d'étudier les charges de neige que devra reprendre la toiture.

12. Détailler les situations de projet et les dispositions de charges de neige à considérer.

13. Déterminer les charges surfaciques de neige (daN/m^2) sur la toiture pour les différentes situations de projet.

14. Faire un schéma récapitulatif des différents cas de neige rencontrés.

III. Exercice 2 : Combinaisons d'actions (4 pts).

Sur une toiture terrasse (sans pente), non accessible, les charges suivantes s'exercent :

- Charge permanente de poids propre, notée G (85 daN/m^2),
- Charge d'entretien (assimilable à une exploitation), notée E ($0,8\text{ kN/m}^2$),
- Charge descendante de vent, notée W (55 daN/m^2),
- Charges de neige normale, notée S_n (60 daN/m^2),
- Charge accidentelle d'accumulation d'eau de 10 cm, notée A.

15. Dans le cas du dimensionnement de la toiture, établir les combinaisons d'actions à l'ELU à considérer. Effectuer les applications numériques et déterminer la combinaison dimensionnante à l'ELU.

16. Dans le cas d'une vérification à l'ELS, établir les combinaisons d'actions caractéristiques et effectuer les applications numériques.

ANNEXE

Extrait de l’Eurocode 1 pour le calcul de vent pour une toiture mono-pente.

7.2.4 Toitures à un seul versant

- (1) Il convient de diviser la toiture, y compris les avancées de toiture, en zones telles que représentées à la Figure 7.7.
- (2) La hauteur de référence z_e qu'il convient d'utiliser est égale à h .
- (3) Les coefficients de pression qu'il convient d'utiliser pour chaque zone sont donnés dans le Tableau 7.3.

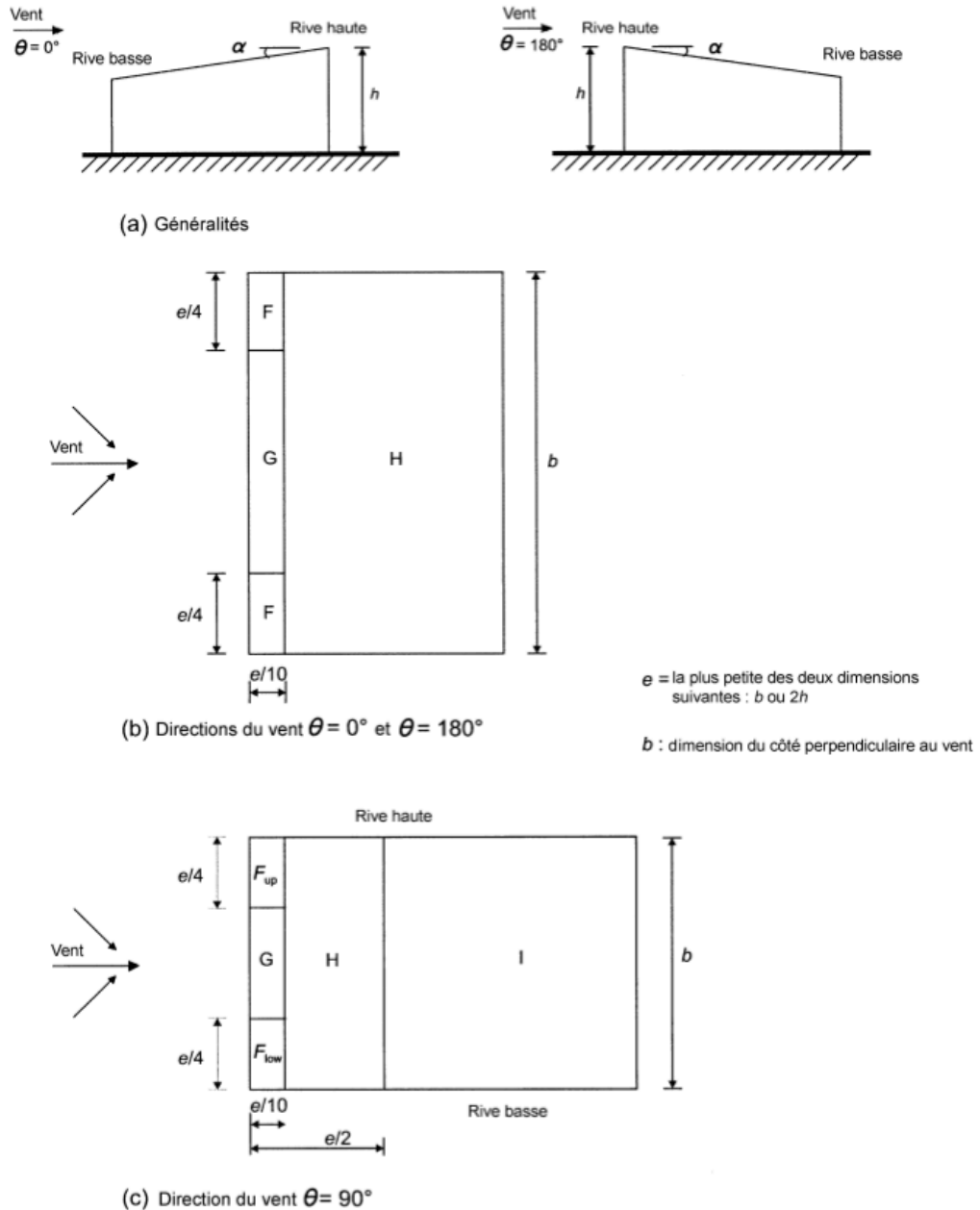


Figure 7.7 – Légende applicable aux toitures à un seul versant

Tableau 7.3a – Coefficients de pression extérieure applicables aux toitures à un seul versant

Angle de pente α	Zone pour la direction du vent $\theta = 0^\circ$						Zone pour la direction du vent $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+ 0,0		+ 0,0		+ 0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+ 0,2		+ 0,2		+ 0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,6							
60°	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+ 0,8		+ 0,8		+ 0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Tableau 7.3b – Coefficients de pression extérieure applicables aux toitures à un seul versant

Angle de pente α	Zone pour la direction du vent $\theta = 90^\circ$									
	F_{up}		F_{low}		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

NOTE 1 Avec $\theta = 0^\circ$ (voir tableau a)), la pression varie rapidement entre des valeurs positives et négatives pour un angle de pente α allant de $+5^\circ$ à $+45^\circ$; c'est pourquoi des valeurs positives et négatives sont indiquées pour ces pentes. Pour ces toitures, il convient de prendre en considération deux cas : un cas présentant toutes les valeurs positives, et un cas présentant toutes les valeurs négatives. Un mélange de valeurs positives et négatives sur un même versant n'est pas admis.

NOTE 2 Pour les angles de pente intermédiaires, une interpolation linéaire peut être utilisée entre valeurs de même signe. Les valeurs égales à 0,0 sont données à cette fin d'interpolation.