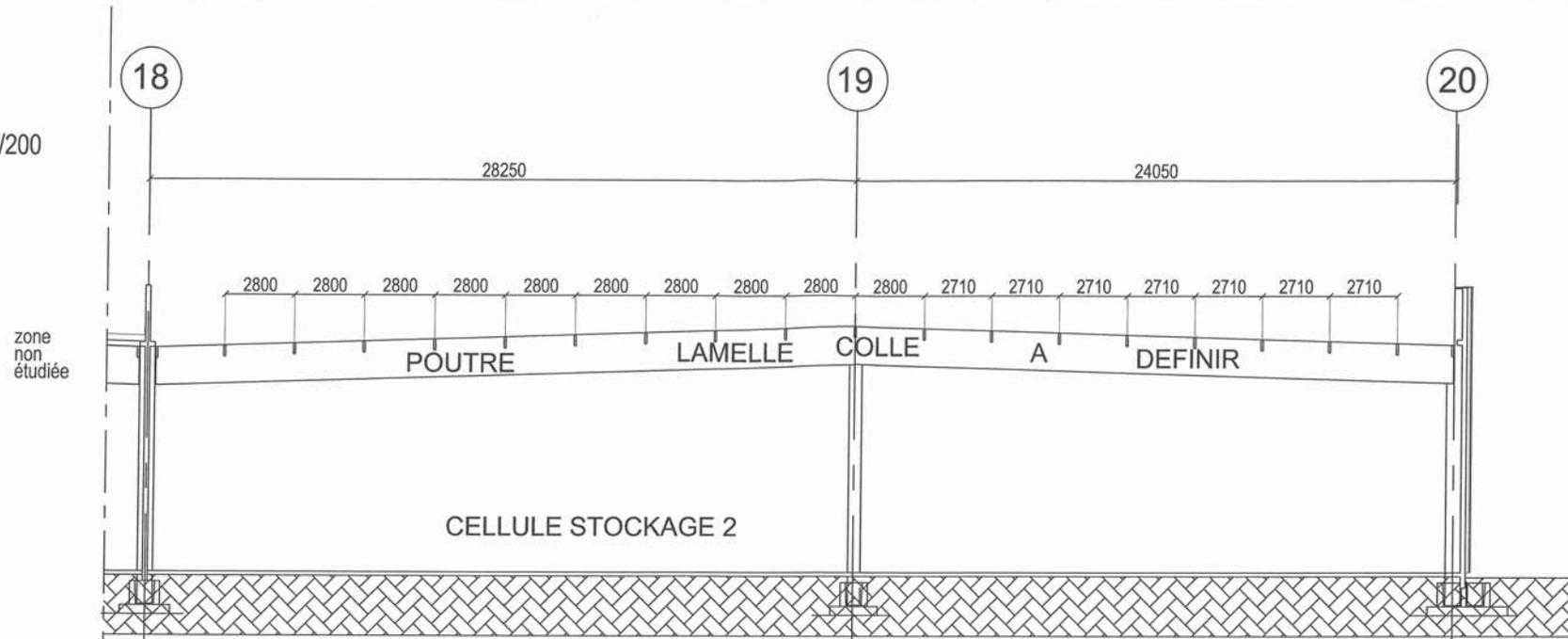
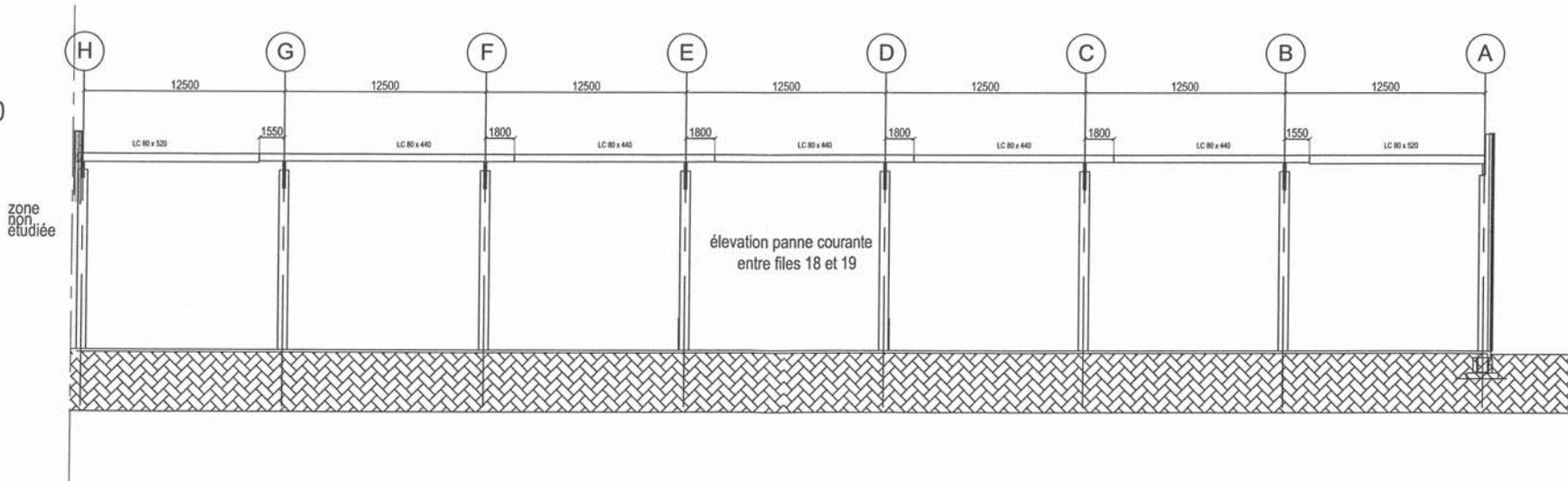


Echelle : 1/200



Echelle : 1/300



Concours externe de recrutement de professeurs agrégés

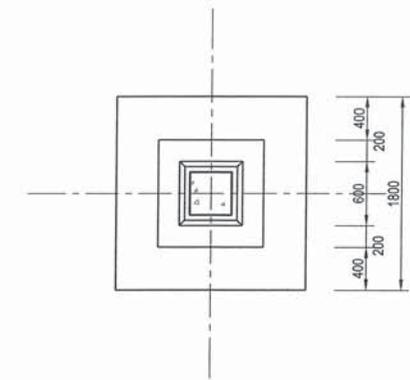
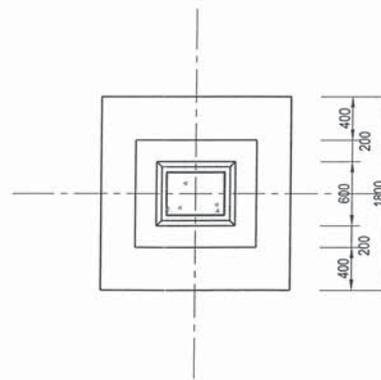
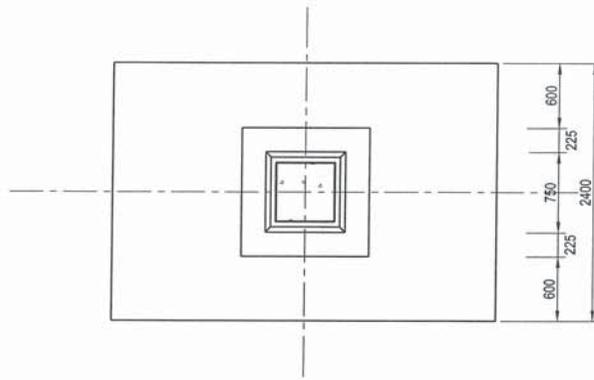
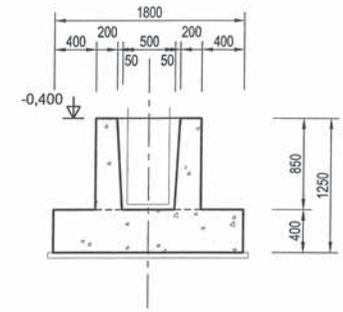
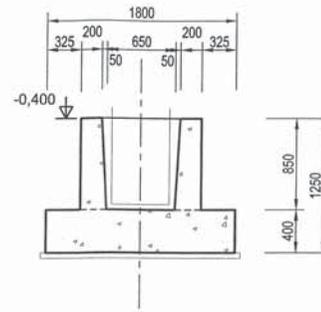
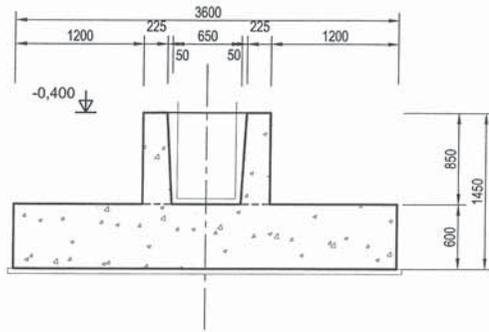
Section Genie Civil Session : 2009

Batiment logistique
charpente Lamellé collé

Option A Ingenierie de Projet

Echelle : variées

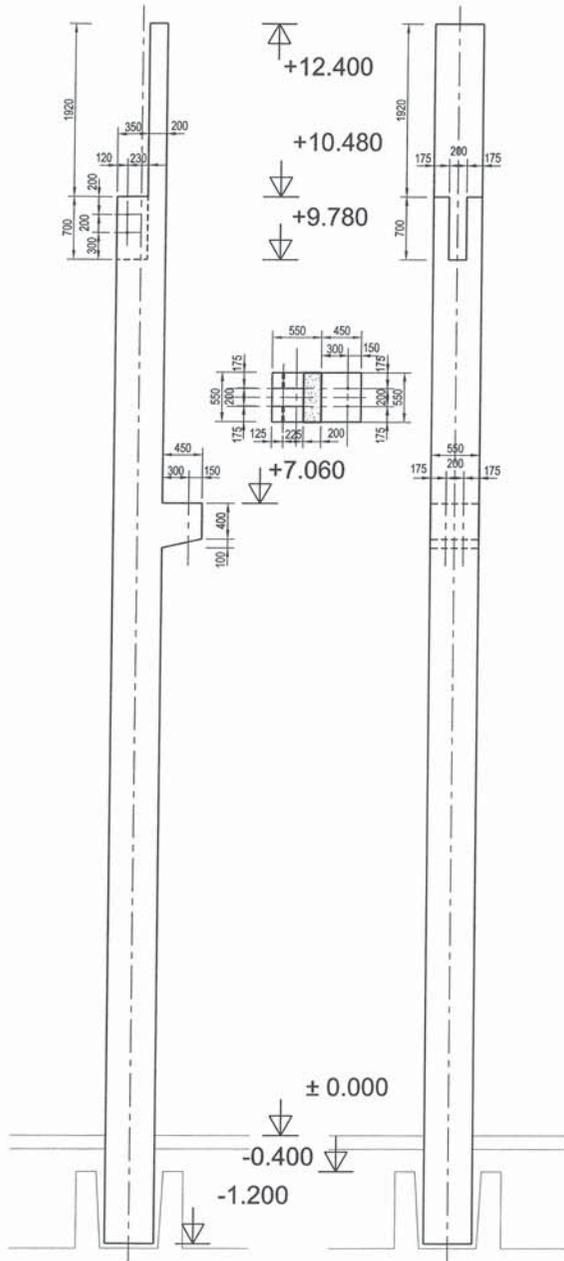
P6



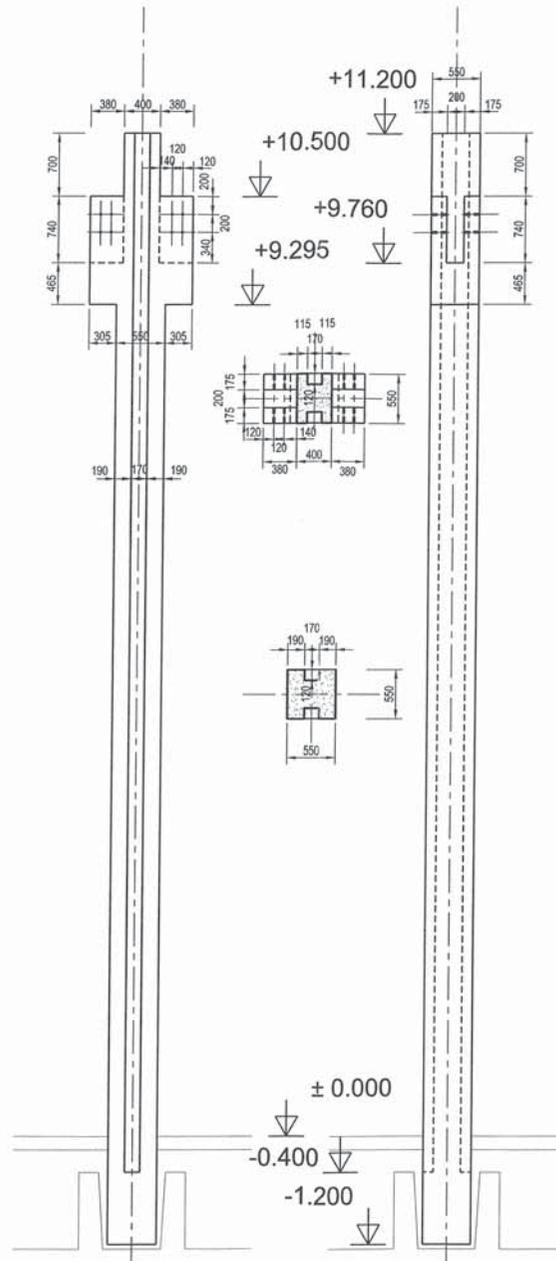
Semelle courante

Semelle poteau
support facades
OUEST et NORD
et file 16

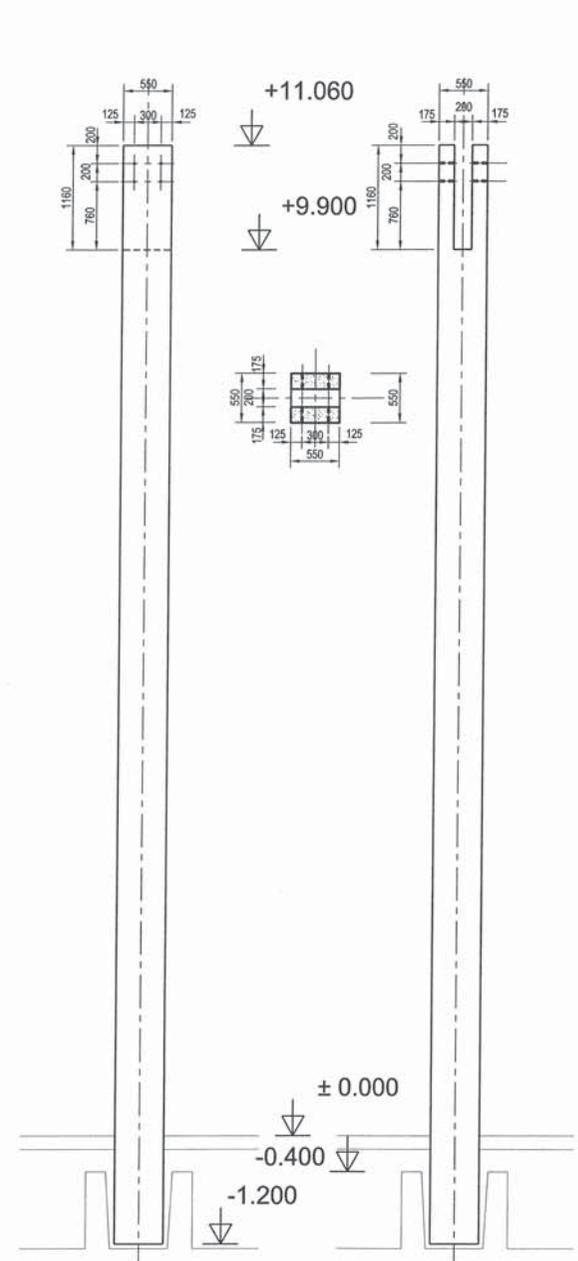
Semelle poteau
support mur
coupe feu file 18



Files 16 et 20



File 18



Files 17 et 19

D – Documents annexes supplémentaires

D1- Données complémentaires – extraits des eurocodes 0, 1 et 5.

D1.1 : ENV 1995 Calcul des structures en bois	2, 3
D1.2 : ENV 1990 Bases de calcul	4 à 7
D1.3 : ENV 1991 Charges de neige	8 à 12
D1.4 : ENV 1991 Actions du vent sur les structures	13 à 21

D2 : Données propres à l'exécution des travaux de fondation

Catalogue des prix unitaires	22
Grille de rémunérations mensuelles	23
Catalogue des temps unitaires	23

D3 : Extrait de la documentation grues mobiles GROVE pages

Grue GMK	24 à 33
----------	---------

D1-1 : Structures en bois selon l'eurocode 5. Eléments de justification

- Résistances pour les bois lamellé collé :

Classes	GL20	GL24	GL28	GL32	GL36
$f_{m,g,k}$ (MPa)	20	24	28	32	36
$f_{t,0,g,k}$ (MPa)	15	18	21	24	27
$f_{t,90,g,k}$ (MPa)	0,35	0,35	0,45	0,45	0,45
$f_{c,0,g,k}$ (MPa)	21	24	27	29	31
$f_{c,90,g,k}$ (MPa)	5,0	5,5	6,0	6,0	6,3
$f_{v,g,k}$ (MPa)	2,8	2,8	3	3,5	3,5
$E_{0,moyen,g}$ (GPa)	10	11	12	13,5	14,5
$E_{0,05,g}$ (GPa)	8	8,8	9,6	10,8	11,6
$\rho_{g,k}$ (kg/m ³)	360	380	410	440	480

$$R_d = k_{mod} R_k / \gamma_M$$

Classe de durée de charge	Durée ^a	Exemples d'action	k_{mod} selon les classes de service	
			1 & 2	3
Permanente	plus de 10 ans	poids propre	0,60	0,50
Long terme	6 mois - 10 ans	stockage	0,70	0,55
Moyen terme	1 semaine - 6 mois	exploitation	0,80	0,65
Court terme	moins d'une semaine	neige ^b et vent	0,90	0,70
Instantanée		action accidentelle	1,10	0,90

a Les classes de durée de charge sont caractérisées par l'effet d'une charge constante appliquée pendant une certaine période de temps. Pour une action variable, la classe appropriée dépend de l'effet de la variation du chargement durant la vie de la structure. La durée cumulée de la charge caractéristique est souvent très courte comparativement au temps total de chargement.

b Dans les zones fortement enneigées pendant de longues périodes, une partie des charges de neige peut être considérée comme une action de moyen terme.

Classes de durée de charge et valeurs de k_{mod} pour le bois massif et le bois lamellé collé.

remarques :

- le taux d'humidité moyen prévisible pour notre entrepôt le positionne en classe 2 de justification.
- $\gamma_M = 1,3$

- La résistance de calcul en flexion d'une poutre en flexion est définie par :

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$$

Pour le bois lamellé collé :

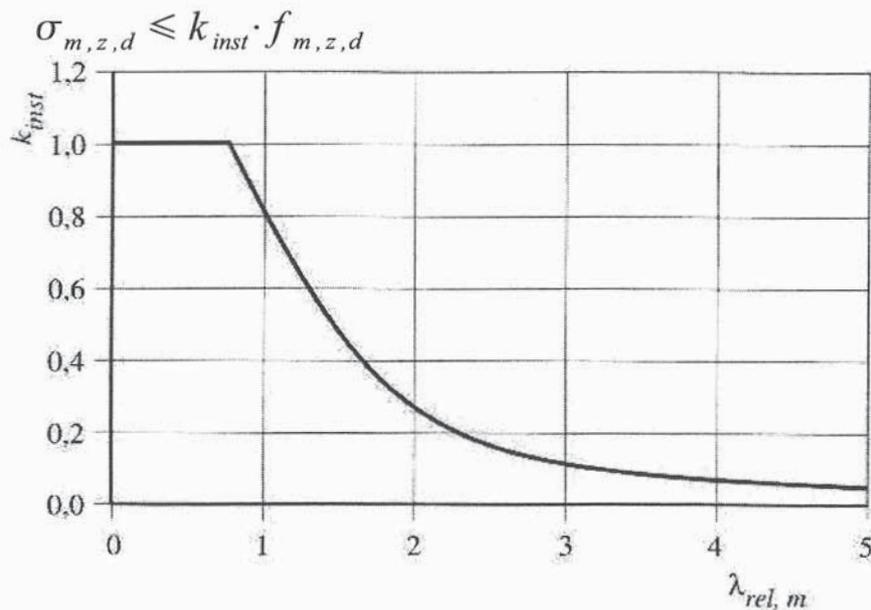
$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{600}{h} \right)^{0,2} \\ 1,15 \end{array} \right.$$

où h est la hauteur de la poutre en mm .

- La contrainte de cisaillement doit satisfaire :

$$\tau_{v,d} \leq \tau_{v,k}$$

- Instabilité liée au déversement :

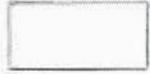
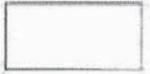
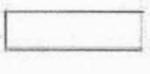
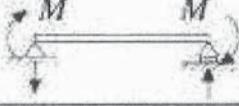
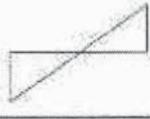
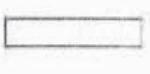
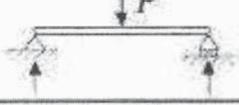
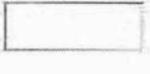
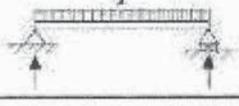
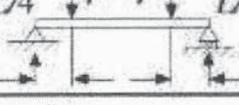
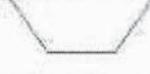
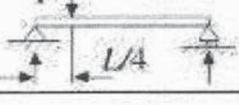
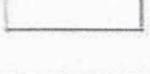
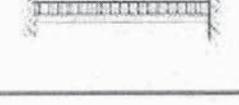
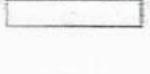


avec $\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{m \cdot f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$

De façon conservative, on peut adopter : $\sigma_{m,crit} = \frac{0,75 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}}$

b et h sont les dimensions de la section droite,
 l_{ef} est la portée utile de la poutre.

Le facteur m d'équivalence à un moment constant équivalent est donné par le tableau (Kirby et Nethercot, 1979) :

<i>Shéma statique</i>	<i>Diagramme de moment de flexion</i>	m	<i>Moment uniforme équivalent</i>
		1,00	
		0,57	
		0,43	
		0,74	
		0,88	
		0,96	
		0,69	
		0,59	
		0,39	

- Tenue au feu : de façon simple, on prendra $\beta_0 = 0,7$ mm/min

Tableau A1.1 — Valeurs recommandées des coefficients ψ pour les bâtiments

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charges d'exploitation des bâtiments, catégorie (voir EN 1991-1.1) :			
Catégorie A : habitation, zones résidentielles	0,7	0,5	0,3
Catégorie B : bureaux	0,7	0,5	0,3
Catégorie C : lieux de réunion	0,7	0,7	0,6
Catégorie D : commerces	0,7	0,7	0,6
Catégorie E : stockage	1,0	0,9	0,8
Catégorie F : zone de trafic, véhicules de poids ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Catégorie G : zone de trafic, véhicules de poids compris entre 30 kN et 160 kN	0,7	0,5	0,3
Catégorie H : toits	0	0	0
Charges dues à la neige sur les bâtiments (voir EN 1991-1-3) ^{a)} :			
Finlande, Islande, Norvège, Suède	0,70	0,50	0,20
Autres États Membres CEN, pour lieux situés à une altitude $H > 1\ 000$ m a.n.m.	0,70	0,50	0,20
Autres États Membres CEN, pour lieux situés à une altitude $H \leq 1\ 000$ m a.n.m.	0,50	0,20	0
Charges dues au vent sur les bâtiments (voir EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Température (hors incendie) dans les bâtiments (voir EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
NOTE Les valeurs des coefficients ψ peuvent être données dans l'Annexe Nationale.			
a) Pour des pays non mentionnés dans ce qui suit, se référer aux conditions locales appropriées.			

A1.3 États-limites ultimes

A1.3.1 Valeurs de calcul des actions dans les situations de projet durables et transitoires

(1) Il convient de prendre les valeurs de calcul des actions pour les états-limites ultimes dans les situations de projet durables et transitoires (expressions 6.9a à 6.10b) en conformité avec les Tableaux A1.2(A) à (C).

NOTE Les valeurs des Tableaux A1.2 ((A) à (C)) peuvent être modifiées dans l'Annexe Nationale, par exemple pour différents niveaux de fiabilité (voir Section 2 et Annexe B).

(2) Dans l'application des Tableaux A1.2(A) à A1.2(C), dans les cas où l'état-limite est très sensible aux variations de grandeur d'actions permanentes, il convient d'utiliser les valeurs caractéristiques inférieures et supérieures des actions telles que définies en 4.1.2(2)P.

(3) Il convient de vérifier l'équilibre statique (EQU, voir 6.4.1) des structures de bâtiments en utilisant les valeurs de calcul des actions du Tableau A1.2(A).

(4) Il convient de vérifier le dimensionnement des éléments structuraux (STR, voir 6.4.1) non soumis à des actions géotechniques, en utilisant les valeurs de calcul des actions du Tableau A1.2(B).

(5) Il convient de vérifier le dimensionnement des éléments structuraux (semelles, pieux, murs de soubassement, etc.) (STR) soumis à des actions géotechniques, et la résistance du terrain (GEO, voir 6.4.1), en utilisant l'une des trois approches suivantes complétées, pour les actions géotechniques et les résistances, par l'EN 1997 :

— Approche 1 : Application, dans des calculs séparés, de valeurs de calcul provenant du Tableau A1.2(C) et du Tableau A1.2(B) aux actions géotechniques, aussi bien aux qu'aux autres actions appliquées à la structure ou en provenance de celle-ci. Dans des cas courants, le dimensionnement des fondations est régi par le Tableau A1.2(C) et la résistance structurale est régie par le Tableau A1.2(B) ;

NOTE Dans certains cas, l'application de ces tableaux est plus complexe, voir l'EN 1997.

— Approche 2 : Application de valeurs de calcul provenant du Tableau A1.2 (B) aux actions géotechniques ainsi qu'aux autres actions appliquées à la structure ou en provenance de celle-ci.

— Approche 3 : Application de valeurs de calcul provenant du Tableau A1.2(C) aux actions géotechniques et, simultanément, application de coefficients partiels du Tableau A1.2(B) aux autres actions appliquées à la structure ou en provenance de celle-ci.

NOTE L'utilisation de l'approche 1, 2 ou 3 est choisie dans l'Annexe Nationale.

(6) Il convient de vérifier la stabilité générale des structures de bâtiments (par exemple la stabilité d'une pente supportant un bâtiment) conformément à l'EN 1997.

(7) Il convient de vérifier l'absence de défaillance d'origine hydraulique et par sous-pressions (par exemple dans le fond d'une fouille pour une structure de bâtiment) conformément à l'EN 1997.

Tableau A1.2(A) — Valeurs de calcul d'actions (EQU) (Ensemble A)

Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante *)	Actions variables d'accompagnement	
	Défavorables	Favorables		Principale (le ca échéant)	Autres
(Eq. 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

*) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.

NOTE 1 Les valeurs des coefficients γ peuvent être données dans l'Annexe Nationale. L'ensemble de valeurs recommandé pour γ est :

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,10$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 0,90$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

NOTE 2 Dans les cas où la vérification de l'équilibre statique inclut également la résistance d'éléments structuraux, il est possible d'adopter une vérification combinée, si cela est autorisé par l'Annexe Nationale, fondée sur le Tableau A1.2(A), en remplacement de deux vérifications séparées fondées sur les Tableaux A1.2(A) et A1.2(B), avec l'ensemble de valeurs recommandé suivant. Les valeurs recommandées peuvent être modifiées dans l'Annexe Nationale.

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,15$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

à condition que l'application de $\gamma_{G,inf} = 1,00$, à la fois, à la partie favorable et à la partie défavorable des actions permanentes, n'entraîne pas un effet plus défavorable.

Tableau A1.2(B) — Valeurs de calcul d'actions (STR/GEO) (Ensemble B)

Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante	Actions variables d'accompagnement *)		Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante *)	Actions variables d'accompagnement *)	
	Défavorables	Favorables		Principale (le cas échéant)	Autres		Défavorables	Favorables		Principale	Autres
(Eq. 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	(Eq. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
						(Eq. 6.10b)	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

*) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.

NOTE 1 Le choix entre 6.10, ou 6.10a et 6.10b, sera dans l'Annexe Nationale. Dans le cas de 6.10a et 6.10b, l'Annexe Nationale peut en outre modifier 6.10a pour n'y inclure que les actions permanentes.

NOTE 2 Les valeurs des coefficients γ et ξ peuvent être données dans l'Annexe Nationale. Les valeurs suivantes des coefficients γ et ξ sont recommandées pour l'usage de 6.10 ou 6.10a et 6.10b.

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ si défavorable (0 si favorable)}$$

$$\xi = 0,85 \text{ (de sorte que } \xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15).$$

Voir aussi les EN 1991 à EN 1999 pour les valeurs de γ à utiliser pour les déformations imposées.

NOTE 3 Les valeurs caractéristiques de toutes les actions permanentes d'une même origine sont multipliées par $\gamma_{G,sup}$ si l'effet total résultant de ces actions est défavorable, et $\gamma_{G,inf}$ si cet effet est favorable. Par exemple, toutes les actions provenant du poids propre de la structure peuvent être considérées comme émanant d'une même origine ; cela s'applique également si différents matériaux sont concernés.

NOTE 4 Pour des vérifications particulières, les valeurs de γ_G et de γ_Q peuvent être subdivisées en γ_g , γ_q et γ_{sd} coefficient d'incertitude de modélisation. Une valeur de γ_{sd} prise dans l'intervalle 1,05 à 1,15 peut être utilisée dans la plupart des cas et peut être modifiée dans l'Annexe Nationale.

Tableau A1.2(C) — Valeurs de calcul d'actions (STR/GEO) (Ensemble C)

Situations de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante *)	Actions variables d'accompagnement *)	
	Défavorables	Favorables		Principale (le cas échéant)	Autres
(Eq. 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
<p>*) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.</p> <p>NOTE Les valeurs des coefficients γ peuvent être données dans l'Annexe Nationale. L'ensemble de valeurs recommandé pour γ est :</p> <p>$\gamma_{Gj,sup} = 1,00$ $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ $\gamma_{Q,1} = 1,30$ si défavorable (0 si favorable) $\gamma_{Q,i} = 1,30$ si défavorable (0 si favorable)</p>					

A1.3.2 Valeurs de calcul des actions dans les situations de projet accidentelles et sismiques

(1) Il convient de prendre égaux à 1,0 les coefficients partiels d'actions pour les états-limites ultimes dans les situations de projet accidentelles et sismiques (expressions 6.11a à 6.12b). Les valeurs des γ sont données au Tableau A1.1.

NOTE Pour la situation de projet sismique, voir également l'EN 1998.

Tableau A1.3 — Valeurs de calcul d'actions à utiliser dans les combinaisons d'actions accidentelles et sismiques

Situation de projet	Actions permanentes		Action sismique ou accidentelle dominante	Actions variables d'accompagnement **)	
	Défavorables	Favorables		Principale (le cas échéant)	Autres
Accidentelle *) (Éq. 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	ψ_{11} ou $\psi_{21} Q_{k1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Sismique (Éq. 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\gamma_1 A_{Ek}$ ou A_{Ed}	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	
<p>*) Dans le cas de situations de projet accidentelles, l'action variable principale peut être prise avec sa valeur fréquente ou, comme dans des combinaisons d'actions sismiques, avec sa valeur quasi-permanente. Le choix sera dans l'Annexe Nationale, en fonction de l'action accidentelle considérée. Voir aussi l'EN 1991-1-2.</p> <p>***) Les actions variables sont celles considérées au Tableau A1.1.</p>					

A1.4 États-limites de service

A1.4.1 Coefficients partiels pour les actions

(1) Sauf spécification contraire dans les EN 1991 à EN 1999, pour les états-limites de service, il convient de prendre pour les coefficients partiels des actions la valeur 1,0.

Tableau A1.4 — Valeurs de calcul des actions à utiliser dans la combinaison d'actions

Combinaison	Actions permanentes G_d		Actions variables Q_d	
	Défavorables	Favorables	Dominante	Autres
Caractéristique	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Fréquente	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-permanente	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

4.3 Traitement des charges exceptionnelles de neige sur le sol

Pour les sites où des charges exceptionnelles de neige sur le sol peuvent survenir, ces charges peuvent être déterminées par :

$$s_{Ad} = C_{esl} s_k \quad \dots (4.1)$$

où :

s_{Ad} est la valeur de calcul de la charge exceptionnelle de neige sur le sol pour le site considéré ;

C_{esl} est le coefficient pour les charges exceptionnelles de neige ;

s_k est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol pour le site considéré.

NOTE Le coefficient C_{esl} peut être défini par l'Annexe Nationale. La valeur recommandée est 2,0 (voir aussi 2(3)).

5 Charges de neige sur les toitures

5.1 Nature de la charge

(1)P Le calcul doit tenir compte du fait que la neige peut être distribuée de nombreuses manières différentes sur une toiture.

(2) Parmi les facteurs qui influencent ces différentes distributions, il y a :

- a) la forme de la toiture ;
- b) ses propriétés thermiques ;
- c) la rugosité de la surface ;
- d) la quantité de chaleur générée en dessous ;
- e) la proximité d'autres bâtiments ;
- f) le terrain environnant ;
- g) les conditions météorologiques locales, en particulier l'importance des vents, les variations de température et la fréquence des précipitations (de pluie ou de neige).

5.2 Dispositions de charge

(1)P On doit prendre en compte les deux dispositions de charge fondamentales suivantes :

- la charge de neige sur la toiture sans accumulation (voir 1.6.5) ;
- la charge de neige accumulée sur la toiture (voir 1.6.6).

(2) Il convient de déterminer les dispositions de charge à l'aide de 5.3, et de l'Annexe B lorsque c'est spécifié selon 3.3.

NOTE L'Annexe Nationale peut spécifier d'utiliser l'Annexe B pour les formes de toiture décrites en 5.3.4, 5.3.6 et 6.2. L'Annexe B s'applique normalement aux sites où la neige fond et disparaît habituellement entre les épisodes neigeux successifs et où un vent modéré à fort souffle pendant chaque épisode neigeux.

(3)P Les charges de neige sur les toitures doivent être déterminées comme suit :

a) pour les situations de projet durables/transitoires :

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \quad \dots (5.1)$$

b) pour les situations de projet accidentelles dans lesquelles l'action accidentelle est la charge de neige exceptionnelle (sauf pour les cas définis en c) ci-dessous) :

$$s = \mu_i C_e C_t s_{Ad} \quad \dots (5.2)$$

NOTE Voir 2(3).

- c) pour les situations de projet accidentelles dans lesquelles l'action accidentelle est l'accumulation exceptionnelle de neige et où l'Annexe B s'applique :

$$s = \mu_i s_k \dots (5.3)$$

NOTE Voir 2(4).

où :

μ_i est le coefficient de forme pour la charge de neige (voir 5.3 et l'Annexe B) ;

s_k est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol ;

s_{Ad} est la valeur de calcul de la charge exceptionnelle de neige sur le sol pour un site donné (voir 4.3) ;

C_e est le coefficient d'exposition ;

C_t est le coefficient thermique.

(4) Il convient de considérer la charge comme s'exerçant verticalement, et de la rapporter à une projection horizontale de la surface de la toiture.

(5) Si l'enlèvement (ou une redistribution artificielle) de la neige est prévu, la toiture devra être calculée pour des dispositions de charge adaptées.

NOTE 1 Les dispositions de charge définies dans cette Section correspondent seulement à des dépôts naturels.

NOTE 2 Des précisions supplémentaires peuvent être données dans l'Annexe Nationale.

(6) Dans les régions où des pluies sur la neige peuvent provoquer des fontes suivies de gel, il convient d'augmenter les charges de neige sur les toitures, en particulier si la neige et la glace peuvent bloquer le système de drainage de la toiture.

NOTE Des précisions supplémentaires peuvent être données dans l'Annexe Nationale.

(7) Il convient de tenir compte, dans le choix de la valeur de C_e , des développements futurs relatifs au site considéré.

NOTE Les valeurs de C_e recommandées sont données dans le tableau ci-dessous. Des valeurs différentes peuvent être spécifiées dans l'Annexe Nationale en fonction de la topographie.

Tableau 5.1 — Valeurs recommandées de C_e en fonction de la topographie

Topographie	C_e
<u>Site balayé par les vents</u> : zone plate, sans obstacles et exposée de tous côtés, pas ou peu protégée par le terrain, par des constructions plus élevées ou par des arbres	0,8
<u>Site normal</u> : zone où il n'y a pas de balayage important de la neige par le vent, à cause de la configuration du terrain, de la présence d'autres constructions ou d'arbres	1,0
<u>Site protégé</u> : zone où la construction considérée est beaucoup plus basse que le terrain environnant, ou entourée de grands arbres ou encore de constructions plus élevées	1,2

(8) Il convient d'utiliser une valeur inférieure à 1 pour le coefficient thermique C_t lorsqu'il y a réduction des charges de neige sur les toitures — notamment certaines toitures vitrées — dotées d'une transmittance thermique élevée ($K > 1 \text{ W/m}^2$) en raison de la fonte de la neige sous l'effet de la chaleur. Pour tous les autres cas : $C_t = 1,0$.

NOTE 1 Une valeur réduite de C_t , basée sur les caractéristiques de transmission thermique du matériau de la toiture et sur la forme de la construction, pourra être autorisée par l'Annexe Nationale.

NOTE 2 D'autres indications peuvent être tirées de l'ISO 4355.

5.3 Coefficients de forme des toitures

5.3.1 Généralités

- (1) L'article 5.3 donne les coefficients de forme des toitures pour les dispositions de charge de neige sans accumulation et avec accumulation pour tous les types de toiture considérés dans la présente norme, à l'exception des cas d'accumulation exceptionnelle définis à l'Annexe B, lorsque l'usage de cette annexe est autorisé.
- (2) Il convient de porter une attention particulière aux coefficients de forme à utiliser lorsque la toiture a une géométrie extérieure qui peut provoquer des augmentations significatives de la charge de neige par rapport à une toiture à profil linéaire.
- (3) Les coefficients pour les toitures de forme données en 5.3.2, 5.3.3 et 5.3.4 sont indiqués à la Figure 5.1.

5.3.2 Toitures à un seul versant

- (1) Le coefficient de forme μ_1 à utiliser pour les toitures à un seul versant est donné dans le Tableau 5.2 et par les Figures 5.1 et 5.2.

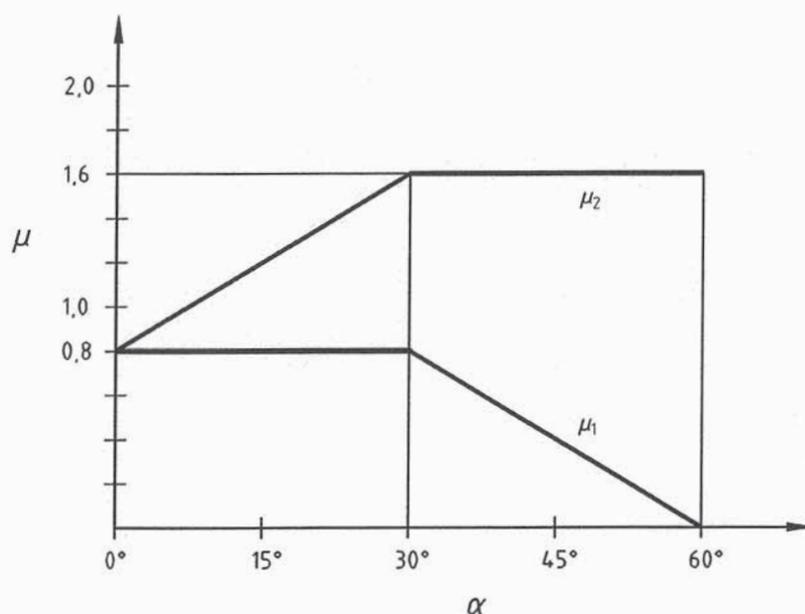


Figure 5.1 — Coefficients de forme

- (2) Les valeurs données dans le Tableau 5.2 s'appliquent lorsque la neige n'est pas empêchée de glisser de la toiture. Toutefois lorsqu'il y a des barres à neige ou d'autres obstacles au déplacement de la neige ou encore lorsqu'il y a un acrotère en rive basse de la toiture, il convient de ne pas prendre pour le coefficient de forme μ_1 de valeur inférieure à 0,8.

Tableau 5.2 — Coefficients de forme

α (angle du toit avec l'horizontale)	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	—

(3) Il convient d'utiliser la disposition de charge de la Figure 5.2 aussi bien pour les cas de charge avec accumulation que sans accumulation.

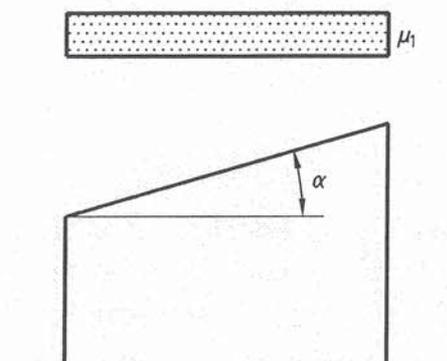


Figure 5.2 — Coefficient de forme pour une toiture à versant unique

5.3.3 Toitures à deux versants

(1) Les dispositions de charge à considérer pour les toitures à deux versants sont données à la Figure 5.3, où les valeurs de μ_1 sont indiquées dans le Tableau 5.2 et illustrées sur la Figure 5.1.

(2) Les valeurs données dans le Tableau 5.2 s'appliquent lorsque la neige n'est pas empêchée de glisser de la toiture. Toutefois lorsqu'il y a des barres à neige ou d'autres obstacles au déplacement de la neige ou encore lorsqu'il y a un acrotère en rive basse de la toiture, il convient de ne pas prendre pour le coefficient de forme μ_1 de valeur inférieure à 0,8.

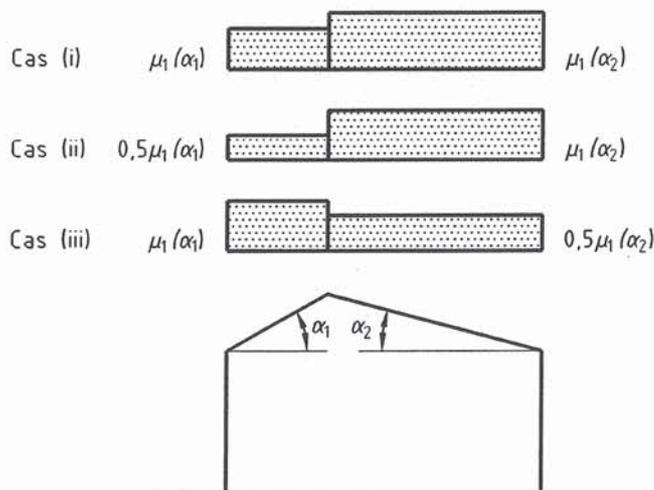


Figure 5.3 — Coefficients de forme pour une toiture à deux versants

6 Effets locaux

6.1 Généralités

(1) Cette section donne les forces à appliquer pour les vérifications locales relatives :

- aux accumulations de la neige au droit de saillies et d'obstacles ;
- au bord de la toiture ;
- aux barres à neige.

(2) Les situations de projet à considérer sont des situations durables/transitoires.

6.2 Accumulation au droit de saillies et d'obstacles

(1) En cas de vent, une accumulation de la neige peut se produire sur toute toiture présentant des obstacles, car ceux-ci créent des zones d'ombre aérodynamique dans lesquelles la neige s'accumule.

(2) Il convient d'adopter les valeurs suivantes des coefficients de forme et des longueurs d'accumulation pour des toitures quasi horizontales (voir la Figure 6.1), sauf s'il est spécifié autrement pour des conditions locales particulières :

$$\mu_1 = 0,8 \quad \mu_2 = \gamma h/s_k \quad \dots (6.1)$$

$$\text{avec la limitation suivante : } 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0 \quad \dots (6.2)$$

où γ est le poids volumique de la neige, qui dans ce calcul peut être pris égal à 2 kN/m^3 .

$$l_s = 2h \quad \dots (6.3)$$

avec la limitation suivante : $5 \leq l_s \leq 15 \text{ m}$

NOTE Lorsque l'Annexe Nationale le permet, l'Annexe B peut être utilisée pour définir le cas de charge correspondant à l'accumulation de neige.

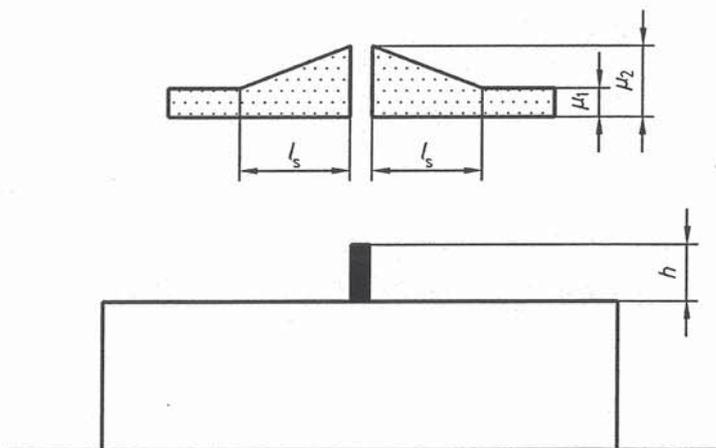


Figure 6.1 — Coefficients de forme pour charge de neige aux saillies et obstacles