

Critères de Calcul pour les Dalles Composites

ICTAB S3-88
Novembre, 1988



INSTITUT CANADIEN DE
LA TÔLE D'ACIER
POUR LE BÂTIMENT

DESUET
REFERENCE HISTORIQUE

Préface

L'un des objectifs de l'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment est de mettre au point et de maintenir des normes de sécurité et d'exécution dans les règles de l'art.

Le présent bulletin a pour but d'aider les concepteurs de dalles composites en fournissant les plus récents critères pour les calculs aux états limites.

Le présent bulletin a aussi pour but de fournir des informations générales au lecteur. Bien que ces informations soient techniquement correctes et conformes aux pratiques reconnues au moment de la publication, il n'en est pas moins nécessaire de vérifier leur applicabilité pour chaque cas particulier. L'Institut canadien de tôle d'acier pour le bâtiment et ses membres n'assument aucune responsabilité quant à la pertinence des critères pour chaque application, qu'elle soit générale ou particulière.

Remerciements

L'Institut canadien de tôle d'acier pour le bâtiment voudrait remercier les personnes suivantes qui, de concert avec divers employés de l'industrie, ont contribué à fournir les connaissances nécessaires à l'élaboration du présent bulletin.

R.M. Schuster

University of Waterloo,
Waterloo, Ontario

T. Trestain

T.W.J. Trestain Structural Engineering
Toronto, Ontario

DESUEN HISTORIQUE
REFERENCE HISTORIQUE

TABLE DES MATIÈRES

1. GÉNÉRALITÉS	1
2. RÉSISTANCE AUX ÉTATS LIMITES	1
3. FACTEURS DE RÉSISTANCE	
3.1 Charges de calcul	1
3.2 Critère de sécurité	1
3.3 Effet des charges calculées	1
3.3.1 Généralités	1
3.3.2 Facteurs de charges	1
3.3.3 Facteur de charges combinées	1
3.3.4 Facteur de prépondérance	1
4. FACTEURS DE RÉSISTANCE	2
5. RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT	2
6. RÉSISTANCE AU FLÉCHISSEMENT	
6.1 Dalles "sous-renforcées"	2
6.2 Dalles "sur-renforcées"	3
6.3 Dalles continues	3
7. ACTION BILATÉRALE	3
8. RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT DYNAMIQUE	3
9. CRITÈRES CONCERNANT LES FLÈCHES	
9.1 Caractéristiques de fléchissement pour le calcul des flèches	3
9.2 Limites de fléchissement	4
10. CRITÈRES DE CHARGE CONCENTRÉE DU CNB	5
11. CHARGES CAUSÉES PAR DES COUPS RÉPÉTÉS OU PAR DES VIBRATIONS	5
12. RENFORCEMENT DES DALLES ET PRÉVENTION DU FENDILLAGE ET DU RETRÉCISSEMENT	5
BIBLIOGRAPHIE	5
NOTATION	6
APPENDICE A - Figures	7
APPENDICE B - Caractéristiques des sections des dalles composites	8

CRITÈRES de CALCUL pour les DALLES COMPOSITES

1. GÉNÉRALITÉS

Le présent bulletin contient les critères de calcul aux états limites pour les dalles composites constituées de béton de structure posé de façon permanente sure un tablier en acier composite. En ce qui concerne les critères de calcul lorsque le tablier composite agit en tant que moule, c'est-à-dire durant la construction; voir Référence 1 et, en ce qui concerne les critères pour les tests sur les dalles composites, voir Référence 2. La dalle composite n'atteint sa pleine capacité que lorsque le béton a atteint sa résistance à la compression spécifiée.

2. RÉSISTANCE AUX ÉTATS LIMITES

La résistance d'une dalle composite est habituellement affectée par un des facteurs suivants: (a) cisaillement, (b) fléchissement d'une section "sous-renforcée", (c) fléchissement d'une section "sur-renforcée" et (d) cisaillement dynamique causé par des charges concentrées.

3. CHARGES ET CRITÈRE DE SÉCURITÉ

3.1 Charges spécifiées

Les charges suivantes doivent être prises en considération dans les calculs pour les dalles composites:

- D** Charges permanentes, incluant la masse de la dalle et de tous les matériaux de construction permanents, cloisons et équipements permanents, multipliée par l'accélération due à la gravité pour convertir la masse (kg) en force (N).
- L** Surcharges causées par l'usage et l'occupation, la neige, la pluie, etc. tel qu'applicable.
- Q** Surcharge causée par le vent ou les séismes.
- T** Charges causées par la contraction ou la dilatation des matériaux (dû aux variations de la température).

3.2 Critère de sécurité

Toutes les résistances calculées dans la présente doivent être égales ou supérieures aux charges calculées, déterminées conformément aux paragraphes 3.2.1 à 3.3.4 qui sont conformes au *Code national du bâtiment*[3].

3.3 Effet des charges calculées

3.3.1 Généralités. L'effet des charges calculées (en unités de force) est l'effet sur la charpente causé par les charges spécifiées, multiplié par les facteurs de charges, α , décrit au paragraphe 3.3.2, le facteur de combinaison de charges, ψ , décrit au paragraphe 3.3.3 et le facteur de prépondérance, γ , décrit au paragraphe 3.3.4. La combinaison des charges calculées sera décrite comme suit:

$$\alpha_D D + \gamma \psi (\alpha_L L + \alpha_Q Q + \alpha_T T) \quad (1)$$

3.3.2 Facteurs de charges (α) Les facteurs de charges, α , seront déterminés comme suit:

$\alpha_D = 1.25$, sauf lorsque la charge permanente résiste au retournement, au soulèvement ou au renversement de l'effet de charge; alors $\alpha_D = 0.85$

$$\alpha_L = 1.50$$

$$\alpha_Q = 1.50$$

$$\alpha_T = 1.25$$

3.3.3 Facteur de combinaison des charges (ψ)

Le facteur de combinaison des charges sera déterminé comme suit:

- (a) lorsqu'agit un seul de L, Q ou T, $\psi = 1.00$;
- (b) lorsqu'agissent deux éléments de L, Q ou T, $\psi = 0.70$;
- (c) lorsque tous les éléments L, Q et T agissent, $\psi = 0.60$.

L'effet le plus défavorable s'obtient en considérant L, Q et T agissant seuls avec $\psi = 1.00$ ou en combinaison avec $\psi = 0.70$ ou 0.60 .

3.3.4 Facteur de prépondérance (γ). A moins d'avis contraire, le facteur de prépondérance, γ , doit être déterminé comme suit:

- (a) 1.00 pour tous les types de bâtiments sauf ceux décrits en (b)
- (b) pas moins de 0.80 dans le cas de:
 - (i) bâtiments agricoles à faible occupation humaine, dont la densité d'occupation ne dépasse pas 1 personne pour 40 m² durant l'usage normal; et
 - (ii) bâtiments dont il est reconnu qu'un effondrement ne causera ni blessures ni sérieuses conséquences.

4. FACTEURS DE RESISTANCE

Les facteurs de résistance suivants s'appliquent:

Cisaillement	$\phi_v = 0.70$
Tablier en acier	$\phi_s = 0.90$
Béton	$\phi_c = 0.60$

5. RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT

La résistance maximale au cisaillement d'une section de dalle composite est calculée à l'aide de paramètres déterminés lors d'essais sur des échantillons de dalle de grandeur réelle. L'expression suivante détermine le calcul de la résistance au cisaillement d'une dalle composite:

$$V_r = \phi_v V_t \quad (2)$$

V_r = résistance au cisaillement calculée, en N/m de largeur de dalle.

V_t = résistance au cisaillement à l'essai, en N/m de largeur de dalle.

L'équation de base utilisée pour déterminer la résistance au cisaillement à l'essai est une des suivantes:

$$V_t = bd[k_1 t/\ell' + k_2/\ell' + k_3 t + k_4] \quad (3)$$

ou

$$V_t = bd[k_5/\ell' + k_6] \quad (4)$$

b = unité de largeur de la dalle = 1000 mm

d = épaisseur effective de la dalle (distance entre l'extrémité du béton et l'axe central d'une coupe du tablier en acier), en mm.

ℓ' = portée en cisaillement, en mm; dans le cas de charges uniformément réparties, est égal à 1/4 de la portée.

t = épaisseur nominale de l'acier de base, en mm.

k_1, k_2, k_3 et k_4 sont des coefficients de cisaillement obtenus par analyse multilinéaire régressive des résultats de tests pour trois épaisseurs ou plus de tablier. (voir référence 2).

k_5 et k_6 sont des coefficients de cisaillement obtenus par analyse linéaire régressive des résultats des essais pour une seule épaisseur de tablier (voir référence 2). La procédure concernant les tests pour déterminer les coefficients de cisaillement est décrite à la référence 2.

6. RÉSISTANCE AU FLÉCHISSEMENT

Les dalles composites sujettes au fléchissement sont généralement classées comme étant "sous-renforcées"

ou "sur-renforcées" selon le rapport compression/épaisseur (c/d). Les dalles ayant un (c/d) inférieur au (c/d) équilibré, (c/d)_b, sont considérées comme étant "sous-renforcées"; celles qui ont un (c/d) plus élevé que le (c/d)_b sont considérées comme étant "sur-renforcées". Le rapport réel est déterminé comme suit:

$$(c/d) = \frac{A_s F_y}{0.85 f'_c b d \beta_1} \quad (5a)$$

et le rapport décrivant une condition équilibrée est déterminé comme suit:

$$(c/d)_b = \frac{609(h - d_d)}{(609 + F_y)d} \quad (5b)$$

β_1 = 0.85 pour les résistances du béton $f'_c \leq 30$ MPa et est réduit de façon continue de 0.08 pour chaque tranche de 10 MPa de résistance du béton au dessus de 30 MPa; cependant, β_1 ne doit pas être moins de 0.65.

h = épaisseur nominale de la dalle d'une surface à l'autre, en mm.

d_d = épaisseur totale du profilé du tablier en acier, en mm.

6.1 Dalles "sous-renforcées" ($c/d < (c/d)_b$)
Le moment de résistance calculé, en flexion positive, d'une dalle composite "sous-renforcée" est déterminé comme suit:

$$M_{ru} = \phi_s A_s F_y (d - a/2) \quad (6)$$

$$a = \frac{\phi_s A_s F_y}{0.85 \phi_c f'_c b}$$

L'équation (6) n'est valable que pour les dalles composites capable de développer une contrainte à la limite élastique pour toute la section de tablier. Dans certains cas, la contrainte de compatibilité de la section de dalle ou la ductilité de l'acier ne permet pas de développer une contrainte à la limite élastique pour toute la section de tablier. L'équation (6) ne tient pas compte du renforcement de l'acier en plus du tablier en acier et ne tient pas compte non plus du cas où une partie du tablier repose sur le côté comprimé de l'axe neutre de la dalle composite. Dans les cas où l'équation (6) ne s'applique pas, on déterminera le moment de résistance par une analyse détaillée des contraintes de compatibilité.

- 6.2 **Dalles “sur-renforcées”** $(c/d) > (c/d)_b$
Le moment de résistance en flexion positive d’une dalle composite “sur-renforcée” sera déterminé par:

$$M_{RO} = k \phi_c f'_c b c (d - \bar{k}c) \quad (7)$$

$$c = d \left\{ \left[\rho m + \left(\frac{\rho m}{2} \right)^2 \right]^{1/2} - \frac{\rho m}{2} \right\}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}; \quad m = \frac{\phi_s E_s \epsilon_{cu}}{k \phi_c f'_c};$$

$$E_s = 203\,000 \text{ MPa}; \quad \epsilon_{cu} = 0.003$$

- $k = 0.723$ pour des résistances du béton $f'_c \leq 30 \text{ MPa}$, et est réduit de façon continue de 0.068 pour chaque tranche de 10 MPa de résistance du béton au dessus de 30 MPa, cependant, k ne doit pas être moins de 0.53.
- $k = 0.425$ pour des résistances du béton $f'_c \leq 30 \text{ MPa}$ et est réduit de façon continue de 0.04 pour chaque tranche de 10 MPa de résistance du béton au dessus de 30 MPa, cependant, k ne doit pas être moins de 0.325.

L'équation (7) n'est valable que pour les dalles composites dont aucune partie du tablier n'a dépassée la limite élastique. Si cela devait arriver, on peut déterminer M_{RO} par une analyse détaillée et/ou un test de contrainte à la compatibilité.

6.3 Dalles continues

Lorsque les dalles sont conçues de façon continue au-dessus des appuis, le moment de résistance en flexion négative sera calculé comme pour le béton armé ordinaire conformément à CAN3-A23.3 *Règles de calcul des ouvrages en béton dans les bâtiments*(4). Dans les calculs, on peut négliger l'effet de compression attribuable à la partie du tablier en acier.

7. ACTION BILATÉRALE

Dans le cas de dalles nécessitant une résistance bilatérale pour tenir compte de la répartition des charges, on doit calculer la répartition des charges, on doit calculer la résistance au fléchissement dans la direction transversale aux cannelures du tablier. Les deux cas suivants s'appliquent dans le calcul de cette résistance.

- (a) Lorsqu'il n'y a pas de renfort transversal supplémentaire, la résistance au fléchissement est considérée comme étant celle de la section de béton au dessus des can-

nelures du tablier. On néglige toute contribution provenant du tablier en acier lui-même.

- (b) Lorsqu'il y'a un renfort transversal supplémentaire dans la zone de tension, on utilise l'équation (6). La surface d'acier, A_s , sera constituée entièrement du renfort supplémentaire et seule sera considérée comme efficace la section située au dessus des cannelures du tablier, à moins d'indications contraires corroborées par des essais.

La largeur effective du tablier dans la direction transversale sera déterminée à l'aide d'essais ou d'analyses détaillées.

8. RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT DYNAMIQUE

La surface critique servant au calcul du cisaillement dynamique doit être perpendiculaire au plan de la dalle et située à l'extérieur de la périphérie de la zone de concentration de charge ou de l'application de la force dynamique mais pas à plus de $0.50h_c$ de cette périphérie. La figure A1 de l'Appendice A illustre bien cette condition. On calcule la résistance au cisaillement dynamique de cette façon:

$$V_{pr} = (1 + 2/\beta_c) 0.2 \phi_c \lambda \sqrt{f'_c} b_o h_c \quad (8)$$

V_{pr} = résistance au cisaillement dynamique, N
 h_c = épaisseur du béton au dessus du tablier en acier, en mm.

b_o = périmètre de la surface critique, en mm.

β_c = rapport entre le côté long et le côté court de la zone de concentration de charge ou d'application de la force dynamique.

λ = 1.00 pour le béton de densité normale
= 0.85 pour le béton de densité moyenne
= 0.75 pour le béton de faible densité

A la place de l'équation (8), on peut également déterminer la résistance au cisaillement dynamique à l'aide de tests effectués sur le matériau.

9. CRITÈRES CONCERNANT LES FLÈCHES

9.1 Caractéristiques de fléchissement pour le calcul des flèches

Les caractéristiques de fléchissement des sections, nécessaires pour déterminer la flèche verticale des dalles composites doivent être calculées selon la théorie conventionnelle d'élasticité appliquée au béton armé, transformant les surfaces d'acier en surfaces équivalentes de béton. Les hypothèses suivantes permettent de s'écarter des rapports nécessaires:

- (i) Les sections planes demeurent planes après avoir fléchies.
- (ii) Les résistances demeurent proportionnelles aux contraintes à la fois pour le béton et pour l'acier, selon les charges spécifiques.
- (iii) L'échantillon d'acier est utilisé en entier sauf aux ouvertures.
- (iv) Le moment d'inertie utilisé dans les calculs de la flèche, I_d , sera déterminé par la moyenne des sections fissurées, I_c , et nonfissurées, I_u , en utilisant l'épaisseur calculée de la dalle. Les formules décrivant les caractéristiques fléchissantes et les moments d'inertie sont décrites à l'Appendice B.

9.2 Limites de fléchissement
On doit tenir compte à la fois des

charges immédiates et des charges à long terme. Les flèches maximales seront calculées selon les hypothèses du paragraphe 9.1. Les flèches maximales permises sont décrites au Tableau 1. Un fléchissement supplémentaire dû à la déformation du matériau sous l'effet du fluage sera calculé en multipliant le fléchissement immédiat causé par la charge, par le facteur suivant:

- (2.0) pour une charge ayant une durée de 3 mois;
- (2.2) pour une charge ayant une durée de 6 mois;
- (2.4) pour une charge ayant une durée de 1 an;
- (3.0) pour une charge ayant une durée de 5 ans.

Tableau 1 (1)
Flèches maximales permises

Type d'élément	Fléchissement considéré	Limites de fléchissement
Toits plats non supportants ou attachés à des éléments n'appartenant pas à la charpente qui pourraient être endommagés par un fléchissement important.	Fléchissement immédiat causé par une surcharge spécifiée, L	portée/180(2)
Planchers non supportants ou attachés à des éléments n'appartenant pas à la charpente qui pourraient être endommagés par un fléchissement important.	Fléchissement immédiat causé par une surcharge spécifiée, L	portée/360
Planchers ou toits supportants ou attachés à des éléments n'appartenant pas à la charpente qui pourraient être endommagés par un fléchissement important.	La portion du fléchissement total(4) se produisant après la fixation des éléments n'appartenant pas à la charpente (somme du fléchissement à long terme causé par toutes les charges permanentes ainsi que le fléchissement immédiat causé par toute surcharge additionnelle).	portée/480(3)
Planchers ou toits supportants ou attachés à des éléments n'appartenant pas à la charpente qui ont peu de chance d'être endommagés par un fléchissement important.		portée/240(5)

- (1) Le tableau 1 est une copie du tableau 9-2 de CAN3-A23.3-M84 [4] sauf pour quelques changements mineurs dans les notes.
- (2) Les limites ne tiennent pas compte de l'eau accumulée. Pour résoudre ce problème, il faut: effectuer les calculs adéquats comprenant des flèches supplémentaires pour tenir compte de l'eau accumulée, prendre en considération les effets à long terme de toutes les charges et vérifier la fiabilité du système de drainage prévu.
- (3) Les limites peuvent être dépassées si des mesures sont prises de façon à prévenir les dommages aux éléments supportés ou attachés.
- (4) Le fléchissement à long terme est déterminé conformément au paragraphe 9.2 et peut être réduit selon le fléchissement survenant avant la fixation des éléments n'appartenant pas à la charpente. Cette quantité sera déterminée selon les données d'ingénierie concernant les caractéristiques du fléchissement à long terme des systèmes de dalles composites du même genre.
- (5) Mais sans dépasser la tolérance permise pour les éléments n'appartenant pas à la charpente.

10. CRITÈRES DE CHARGES CONCENTRÉES DU C.N.B.

Le *Code national du bâtiment*^[3] exige que les planchers soient conçus pour résister à une surcharge concentrée spécifique agissant sur une surface de 750 mm x 750 mm. Dans le cas d'un système de dalles composites, une certaine quantité de surcharge est répartie latéralement à cause du tablier en acier qui agit en tant que renfort. Le degré précis de répartition de la surcharge dépend d'un nombre de facteurs; cependant, on peut supposer que la charge est répartie vers le bas jusqu'au centre de gravité du tablier en acier. Ce qui donne une surface de répartition de la charge de $(750 + 2d)$ par $(750 + 2d)$ mm. La figure A2 de l'Appendice A décrit bien cette condition.

11. CHARGES CAUSÉES PAR DES COUPS RÉPÉTÉS OU PAR DES VIBRATIONS

Lorsqu'on doit tenir compte de charges causées par des coups répétés ou par des vibrations, il est nécessaire de procéder à des tests adéquats sur la dalle composite pour prouver sa résistance.

12. RENFORCEMENT DES DALLES ET PRÉVENTION DU FENDILLAGE ET DU RÉTRÉCISSEMENT

Les dalles composites doivent avoir une résistance minimale à la chaleur et au rétrécissement en accord avec le tableau 2 sauf lorsqu'une plus grande résistance est requise par la protection-incendie.

Dans le cas des dalles composites conçues de façon continue aux appuis, on doit prévoir des moments de résistance négatifs tel qu'exigé pour le béton armé conventionnel. Dans le cas des dalles composites qui ne portent pas continûment sur les appuis, les effets du fendillement du béton doivent être considérés et des mesures adéquates prises lorsque nécessaire.

Tableau 2
Résistance minimale à la chaleur et au rétrécissement

Épaisseur du béton $h_c = (h - d_d)$ (mm)	Surface minimale renforcée requise (en mm^2/m de largeur de dalle)
$h_c \leq 80$	60
$80 \leq h_c \leq 150$	$(3h_c - 180)$
$150 \leq h_c$	$1.8h_c$

Note: Le renforcement pour la température et le rétrécissement, à lui seul ne suffit pas à résister aux moments fléchissants négatifs. Selon la conception de la charpente, un renforcement additionnel doit être calculé pour la résistance aux moments fléchissants négatifs.

Les mesures minimales recommandées de renforcement pour la température et le rétrécissement prennent habituellement la forme d'un treillis de mailles soudées. Lorsqu'adéquatement appliquées et lorsque les règles du bétonnage sont suivies (c.-à-d., une faible proportion eau/ciment, peu de grumeaux et un séchage approprié), ces mesures sont généralement suffisantes pour que les effets dus à la température et au rétrécissement se localisent dans les petites fentes plutôt que de s'accumuler sur de plus grandes distances. On recommande que le treillis soit placé à environ 25 mm sous la surface du béton surtout aux endroits où se concentrent des moments négatifs, comme aux appuis où les effets de fléchissement dans la région supérieure du béton s'ajoutent aux effets de rétrécissement.

Lorsque l'on désire un plus haut degré de prévention du fendillage, le concepteur doit se référer aux normes reconnues pour la pratique du bétonnage telle que la référence 4.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Norme pour les tabliers composites en acier, Institut canadien de tôle d'acier pour le bâtiment, Willowdale, Ontario, 1984, revu et corrigé, 1988.
- [2] Critères pour les tests sur les dalles composites, Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment, Willowdale, Ontario, 1984, revu et corrigé, 1988.
- [3] Code national du bâtiment, Conseil national de recherche du Canada, Ottawa, 1985.
- [4] CAN3-A23.3-M84 Calcul des ouvrages en béton dans les bâtiments, Association canadienne de normalisation, Rexdale, Ontario, 1984.
- [5] Specification for the Design and Construction of Composite Slabs, ASCE Standard 3-84, American Society of Civil Engineers, New York, 1984.

NOTE: La référence 5 est actuellement le document qui fait autorité dans ce domaine aux États-Unis. Les références 1, 2 et la présente contiennent des informations identiques. En plus, la référence 5 contient des commentaires détaillés sur les éléments de spécification les plus importants.

NOTATION

A_s	surface du tablier en acier, en mm^2/m de largeur de dalle
b	unité de largeur de la face comprimée de la dalle composite (1000 mm)
b_o	périmètre de la zone critique, en mm
c	distance entre la fibre d'extrémité comprimée et l'axe neutre composite, en mm
d	distance entre la fibre d'extrémité comprimée et l'axe central du tablier en acier, en mm
d_d	épaisseur du profilé du tablier en acier, en mm
D	charge permanente spécifiée
E_c	module d'élasticité du béton, en MPa (voir paragraphe 8.5.1 de la Réf. 4)
E_s	module d'élasticité du tablier en acier (203,000 MPa)
f'_c	résistance spécifiée du béton à la compression, en MPa
F_y	limite conventionnelle d'élasticité du tablier en acier, en MPa
h	épaisseur de la dalle composite, en mm
h_c	épaisseur du béton au dessus du tablier en acier, en mm
I_c	moment d'inertie de la section composite basé sur la section fissurée et la surface équivalente de béton, en mm^4/m de largeur de dalle
I_d	$(I_c = I_u)/2$
I_u	moment d'inertie de la section composite basé sur la section non fissurée et la surface équivalente de béton, en mm^4/m de largeur de dalle
k	0.723 pour les résistances du béton, $f'_c \leq 30$ MPa, et est réduit de façon continue de 0.068 pour chaque tranche de 10 MPa de résistance du béton au dessus de 30 MPa, mais, k , ne doit pas être moins de 0.553
K	0.425 pour les résistances du béton, $f'_c \leq 30$ MPa, et est réduit de façon continue de 0.04 pour chaque tranche de 10 MPa de résistance du béton au dessus de 30 MPa, mais, K , ne doit pas être moins de 0.325
k_1, k_2	sont des coefficients de cisaillement obtenus par régression multilinéaire à l'analyse des résultats des tests sur trois épaisseurs de tablier ou plus
k_3, k_4	sont des coefficients de cisaillement obtenus par régression linéaire à l'analyse des résultats des tests sur une épaisseur de tablier
k_5, k_6	sont des coefficients de cisaillement obtenus par régression linéaire à l'analyse des résultats des tests sur une épaisseur de tablier
ℓ'	portée en cisaillement de la dalle composite, en mm
L	surcharge spécifiée causée par l'occupation et l'usage prévu
M_{ro}	moment de résistance calculé des dalles "sur-renforcées", en N.m/m de largeur de dalle
M_{ru}	moment de résistance calculé des dalles "sous-renforcées", en N.m/m de largeur de dalle
Q	surcharge spécifiée causée par le vent ou les séismes, selon l'éventualité produisant l'effet le plus dommageable
t	épaisseur nominale de l'acier de base, en mm
T	effets combinés spécifiés de la température, de la déformation sous l'effet du temps, du rétrécissement et du tassement
V_r	résistance au cisaillement calculée, en N/m de largeur de dalle
V_t	résistance au cisaillement à l'essai, en N/m de largeur de dalle
V_{pr}	résistance au cisaillement dynamique calculée, en N/m de largeur de dalle
α_D	facteur de charge pour la charge permanente
α_L	facteur de charge pour la surcharge
α_Q	facteur de charge pour la charge causée par le vent ou les séismes
α_T	facteur de charge pour la charge-T
β_1	0.85 pour les résistances du béton $f'_c \leq 30$ MPa, et est réduit de façon continue de 0.08 pour chaque tranche de 10 MPa de résistance du béton au dessus de 30 MPa, mais β_1 ne doit pas être moins de 0.65
β_c	rapport entre le côté long et le côté court de la zone de concentration de charge ou d'application de la force dynamique
γ	facteur de prépondérance
λ	1.00 pour le béton de densité normale 0.85 pour le béton de densité moyenne 0.75 pour le béton de faible densité
ϕ_c	facteur de résistance pour le béton
ϕ_s	facteur de résistance pour le tablier en acier
ϕ_v	facteur de résistance pour le cisaillement
ψ	facteur de combinaison des charges

APPENDICE A

Figures

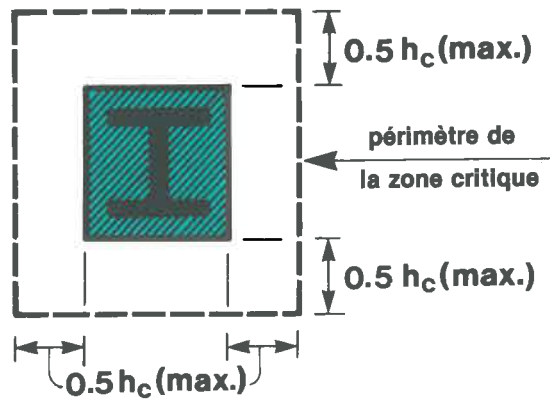


Figure A1: Section critique de cisaillement dynamique

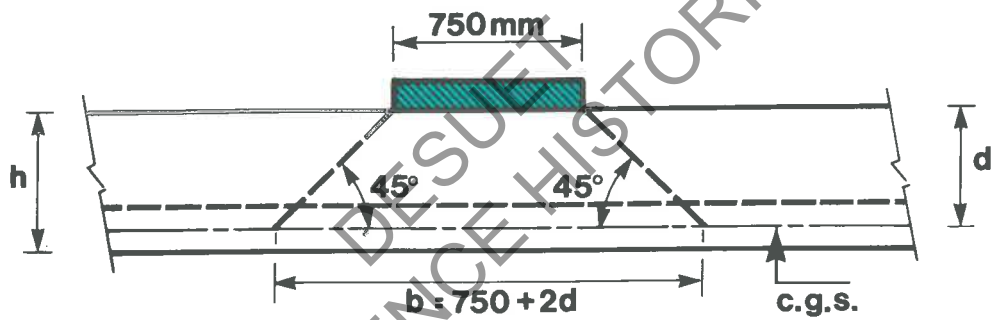


Figure A2: Charge concentrée selon le CNB^[3]

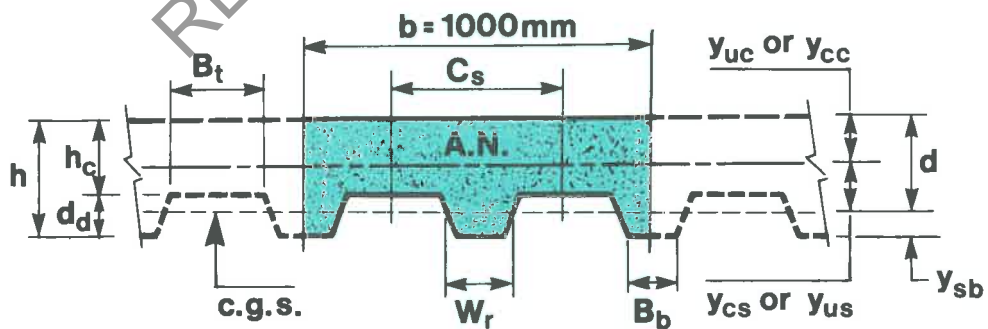


Figure A3: Section composite

APPENDICE B

Caractéristiques des sections de dalles composites

B.1 Généralités

A l'aide de la théorie d'élasticité conventionnelle et des hypothèses du paragraphe 8.1, les propriétés des sections, nécessaires pour déterminer le fléchissement vertical des dalles composites sont tirées à partir de la figure A3.

B.2 Moment d'inertie d'une section fissurée

Lorsque y_{cc} est égal à ou plus petit que l'épaisseur du béton, h_c , au dessus du tablier en acier, c'est-à-dire $y_{cc} \leq h_c$.

$$y_{cc} = d \{ [2pn + (pn)^2]^{1/2} - pn \} \quad (B1)$$

$$d = h - y_{sb}$$

$$p = A_s / bd$$

A_s = surface de la section du tablier en acier

n = rapport entre les modules E_s/E_c (pour E_c , voir CAN3-A23.3M84, paragraphe 8.5.1)^[4]

Si $y_{cc} > h_c$, utilisez $y_{cc} = h_c$.

Le moment d'inertie pour le fendillement est:

$$I_c = \frac{b}{3} (y_{cc})^3 + nA_c (y_{cs})^2 + I_s \quad (B2)$$

$$y_{cs} = d - y_{cc}$$

I_s = moment d'inertie de la section entière du tablier en acier

B.3 Moment d'inertie des sections non fissurées

L'axe neutre d'une section non fissurée est déterminé par l'équation suivante:

$$y_{uc} = \frac{0.5b(h_c)^2 + nA_s d + W_r d_d (h - 0.5d_d) \frac{b}{C_s}}{bh_c + nA_s + W_r d_d \frac{b}{C_s}} \quad (B3)$$

C_s = l'écartement entre les cellules

I_s = largeur moyenne des cannelures

Le moment d'inertie pour les sections non fissurées est:

$$I_u = \frac{b(h_c)^3}{12} + bh_c (y_{uc} - 0.5h_c)^2 + W_r d_d \left[\frac{(d_d)^2}{12} + (h - y_{uc} - 0.5d_d)^2 \right] \frac{b}{C_s} + nI_s + nA_s (y_{us})^2 \quad (B4)$$

$$y_{us} = d - y_{uc}$$

B.4 Moment d'inertie pour les calculs

$$I_d = \frac{I_c + I_u}{2} \quad (B5)$$



**INSTITUT CANADIEN DE
LA TÔLE D'ACIER
POUR LE BÂTIMENT**

L'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment, est une association nationale de l'industrie de la tôle d'acier de structure qui vise à promouvoir l'utilisation de la tôle d'acier, dans la construction grâce à l'ingénierie et à des normes de qualité. Ses activités sont concentrées sur les produits de tôle d'acier pour le bâtiment et les systèmes de bâtiments en acier dans leurs applications commerciales, industrielles, publiques et agricoles.

L'Institut dispense de l'information concernant les normes de conception, de fabrication et de montage, et offre une assistance technique pour l'utilisation de produits d'acier formés à froid et pré-usinés. L'ICTAB représente également ses membres pour les questions techniques en rapport avec le gouvernement et sert de lien avec divers organismes comme l'Association canadienne de normalisation et le Conseil national de recherche.

Les compagnies membres de l'ICTAB ont volontairement consenti à maintenir des normes industrielles élevées dans la conception, la fabrication et l'installation des produits et systèmes de bâtiments en acier formés à froid. En spécifiant que les exigences rencontrent les normes de l'ICTAB et en ayant des rapports avec les compagnies membres de l'ICTAB, vous pouvez être assuré davantage d'une construction de qualité. Seules les compagnies membres de l'ICTAB sont autorisées à utiliser le logo de l'ICTAB sur les dessins, les fournitures de bureau, la littérature et la publicité de la compagnie.

