

Protection-Incendie

CONSEIL CANADIEN DE LA CONSTRUCTION EN ACIER

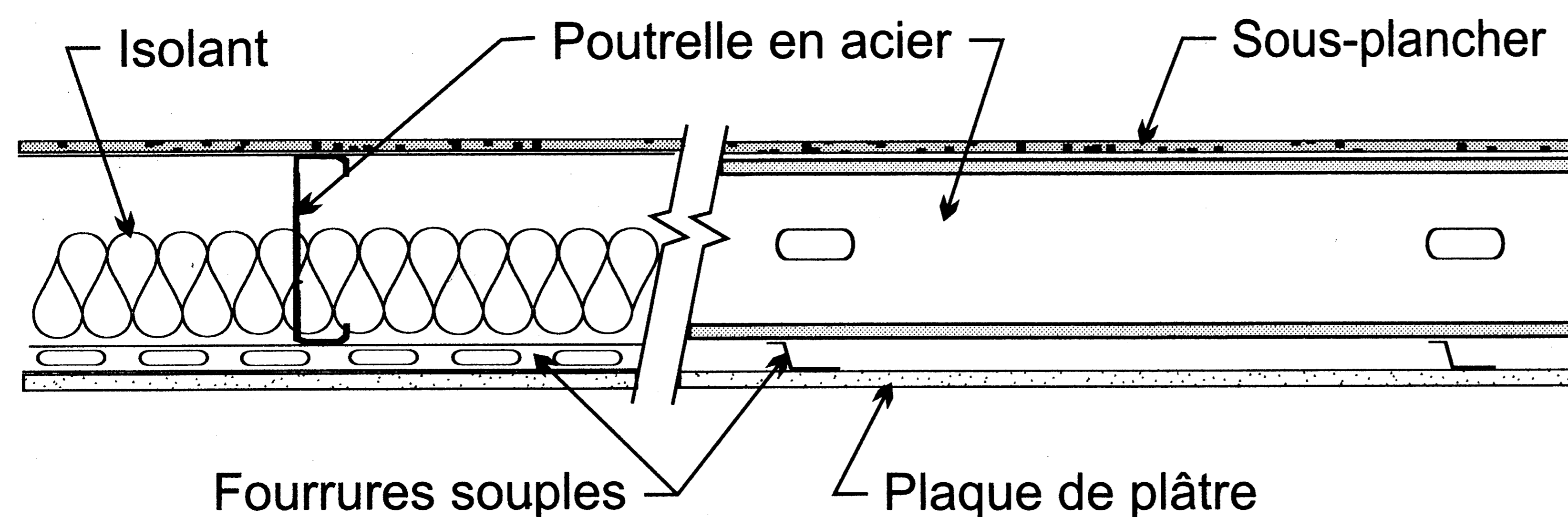
201 Consumers Road, Bureau 300
Willowdale, Ontario, M2J 4G8

RÉSISTANCE AU FEU ET INSONORISATION DES PLANCHERS AVEC CHARPENTE EN ACIER FORMÉ À FROID

Introduction

Le Code national du bâtiment - Canada (CNB) est le code modèle utilisé dans la construction et la rénovation de tous les bâtiments au Canada, peu importe leur usage ou leurs dimensions. Ce code stipule les exigences relatives à la charpente et à la protection-incendie en vue d'un niveau minimal de sécurité pour les occupants. Toutes les provinces adoptent le CNB sans modification, ou bien l'utilisent comme fondement de leur code provincial.

L'industrie de l'acier établit des normes et effectue des essais depuis longtemps dans le but de satisfaire ces codes. Les derniers essais effectués par le Conseil national de recherches Canada (CNRC) font l'objet du présent bulletin. Ces essais établissent de nouveaux degrés de résistance au feu et au bruit pour les planchers avec poutrelles en C en acier formé à froid utilisés dans tous les types de petits bâtiments jusqu'à six étages, incluant les bâtiments résidentiels.



Section de plancher type avec poutrelles en acier formé à froid

Les avantages d'une charpente en acier formé à froid sont nombreux et comprennent:

- stabilité dimensionnelle (aucun gauchissement ou torsion);
- résistance aux termites et autres insectes;
- poids léger;

- facilité de construction;
- utilisation de matériaux recyclés;
- avantages économiques.

Toutefois, on a souvent perçu ce type de charpente comme doté d'une sécurité-incendie et d'une insonorisation moindres, deux facteurs importants dans les bâtiments résidentiels. Les essais décrits dans le présent bulletin démontrent qu'un plancher en acier formé à froid satisfait ou dépasse toutes les exigences pertinentes du code quant à la résistance au feu et l'insonorisation.

Bâtiments résidentiels

Les bâtiments destinés à un usage résidentiel (groupe C) sont soit conçus en fonction des parties 3, 4, 5 et 6 du CNB, ou de la partie 9 du CNB, selon les dimensions du bâtiment. La partie 9 - Maisons et petits bâtiments - comporte des exigences détaillées sur la protection-incendie et la sécurité structurale basées sur la partie 3 - Protection contre l'incendie, sécurité des occupants et accessibilité - et sur la partie 4 - Règles de calcul - mais permettant la conception de bâtiments sans avoir recours aux services d'un architecte ou d'un ingénieur. La partie 9 s'applique uniquement aux bâtiments de 3 étages ou moins, de 600 m² ou moins, et dont les usages sont des groupes C, D, E, F2 ou F3. Les bâtiments de plus grandes dimensions ou dont l'usage est exclu de la partie 9 nécessitent les services d'un concepteur professionnel et doivent se conformer aux parties 3, 4, 5 et 6.

La plupart des critères de calcul de la partie 9 sont basés sur les pratiques établies depuis longtemps dans le domaine de la construction des petits bâtiments et des bâtiments résidentiels en bois. Le programme décrit dans le présent bulletin étend le concept de la partie 9 de façon à inclure les charpentes d'acier légères.

Exigences relatives à la résistance au feu et à l'insonorisation

Afin de limiter la propagation du feu et prévenir l'effondrement d'un bâtiment lors d'une urgence, les parties 3 et 9 exigent que certains murs et planchers aient un degré de résistance au feu (DRF) basé sur les dimensions, l'usage et le type de bâtiment. Les deux parties prescrivent également des indices de transmission sonore (ITS) minimaux pour les bâtiments à logements multiples. Les données suivantes résument les exigences relatives à la sécurité-incendie et l'insonorisation dans les bâtiments résidentiels de faible hauteur (groupe C):

DRF	Calcul	Éléments de construction du groupe C	Séparation coupe-feu ²	Référence du CNB
2 h	Partie 3	Planchers ¹ et murs séparant les sections de groupe C des groupes B1, B2, E, F2	Oui	Tableau 3.1.3.1.
	Partie 9	Planchers ¹ et murs séparant les sections de groupe C des groupes E, F2	Oui	9.10.9.11.(2)
1 h	Partie 3	Planchers ¹ et murs séparant les sections de groupe C des autres groupes permis	Oui	Tableau 3.1.3.1.
	Partie 9		Oui	9.10.9.11.(1)
	Partie 3	Planchers ¹ de bâtiments jusqu'à 6 étages, sauf ceux entièrement compris à l'intérieur des logements	Oui	3.2.2.43. à 3.2.2.46.
	Partie 3	Planchers ¹ de bâtiments jusqu'à 6 étages, entièrement compris à l'intérieur des logements	Non	3.2.2.43.(3) à 3.2.2.46.(3)
	Partie 3	Planchers ¹ et murs séparant les appartements entre eux et du reste du bâtiment	Oui	3.3.4.2.(1)
45 min.	Partie 3	Planchers ¹ de bâtiments jusqu'à 3 étages, sauf ceux entièrement compris à l'intérieur des logements	Oui	3.2.2.47., 3.2.2.48.
	Partie 9		Oui	9.10.8.1.
	Partie 3	Planchers ¹ de bâtiments jusqu'à 3 étages, entièrement compris à l'intérieur des logements	Non	3.2.2.47.(3), 3.2.2.48.(3)
	Partie 9		Non	9.10.9.4.(2)
	Partie 3	Planchers ¹ et murs séparant les appartements entre eux et du reste du bâtiment	Oui	3.3.4.2.(2)
	Partie 9		Oui	9.10.9.14.(1)

Notes: 1) Les charpentes d'appui (murs, poteaux, arches) doivent avoir les mêmes degrés de résistance au feu. 2) Aucune ouverture non protégée.

ITS	Calcul	Isolement acoustique du logement	Référence du CNB
50	Partie 3	De toute partie du bâtiment générant du bruit	3.3.4.6.(2)
	Partie 9		9.11.2.1.(1)
55	Partie 3	Du puits d'ascenseur ou du vide-ordures	3.3.4.6.(3)
	Partie 9		9.11.2.1.(2)

Objectif du programme

L'industrie de l'acier, par l'intermédiaire de l'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment (ICTAB), a déjà mis au point une longue série de murs non-porteurs à poteaux d'acier formé à froid, résistant au feu et au bruit, et conçus pour de nombreuses applications dans les bâtiments régis par la partie 9. Ces murs sont énumérés dans le tableau A-9.10.3.1.A. Le tableau A-9.10.3.1.B. donne les DRF et les ITS pour un nombre limité de types de planchers, incluant un type avec poutrelles à treillis en acier. L'objectif du programme décrit dans le présent bulletin est d'établir un tableau plus complet afin d'inclure une grande variété de charpentes de planchers en acier formé à froid.

La partie 9 du CNB a toujours eu pour but de recommander des matériaux de construction et des ensembles aussi généraux que possible - par exemple, il est possible d'utiliser tous les matériaux, produits manufacturés ou méthodes de construction qui satisfont les exigences minimales prescrites dans la partie 9

(contrairement aux ensembles classés qui identifient souvent les produits par leur nom). Grâce au grand nombre de détails de construction considérés, il est possible d'évaluer presque tous les types de construction tout en satisfaisant les exigences relatives à l'isolement sonore et la résistance au feu.

Résistance au feu

Sommaire des essais

Tous les détails des essais de résistance au feu effectués par le Conseil national de recherches Canada (CNRC) sont contenus dans le rapport intitulé "Results

of Fire Resistance Tests on Full-Scale Floor Assemblies", par Sultan, Seguin et Leroux. Dix-huit compagnies et organisations ont contribué ou participé à ce programme, incluant l'ICTAB. Trente-deux

essais ont été effectués, dont cinq avec poutrelles en C formées à froid et sous-plancher en contreplaqué, et un sixième avec plancher de béton avec platelage métallique composite sans poutrelles.

Description des poutrelles en acier

Les planchers à poutrelles en acier formé à froid utilisés dans les essais de résistance au feu comportaient des détails structuraux essentiellement identiques. Les principales différences entre les ensembles concernaient la finition du plafond; plusieurs épaisseurs de plaques de plâtre et types d'isolant ont été éprouvés. Lors des essais, des fourrures souples ont été utilisées pour fixer les plaques de plâtre au plafond. (Les fourrures souples sont en réalité des profilés en Z fixés à la charpente par une seule aile, laissant l'autre suspendue librement.)

D'autres variations entre les divers ensembles comprenaient l'espacement des poutrelles, la présence ou l'absence d'isolant, la mise en place de l'isolant dans

la cavité et les méthodes d'installation du sous-plancher. Un essai comportait un platelage métallique avec recouvrement en béton sans poutrelles.

Méthodes d'essais

Tous les 32 essais de résistance au feu ont été réalisés conformément aux méthodes d'essais normalisées stipulées dans la norme CAN/ULC-S101-M89, "Standard Methods of Fire Endurance Tests of Building Construction and Materials".

Résultats

L'analyse des résultats des 32 essais a démontré que les planchers à poutrelles en acier formé à froid ont généralement une résistance au feu équivalente ou supérieure à celle des planchers à poutrelles de bois. Le tableau 1 du rapport du CNRC donne les degrés de résistance au feu atteints. Les modes de défaillance rapportés étaient reliés soit à des causes structurales, soit à la pénétration des flammes à travers le sous-plancher, qui consistait le plus souvent de contreplaqué. Aucune charpente d'acier n'a subi de défaillance en raison de la pénétration des flammes à travers le sous-plancher.

Le tableau suivant résume les résultats des essais sur les charpentes d'acier:

N° d'essai	Poutrelle en acier		Couches de plâtre de type X	Sous-plancher		Isolant		Résistance au feu (minutes)
	Dimensions (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur	Type	Épaisseur	
FF-22	203 x 1,22	406	2 x 12,7 mm	Contrepl.	15,9 mm	—	—	74
FF-23	203 x 1,22	406	2 x 12,7 mm	Contrepl.	15,9 mm	G1	90 mm	68
FF-24	203 x 1,22	610	2 x 12,7 mm	Contrepl.	15,9 mm	G1	90 mm	69
FF-25	203 x 1,22	406	1 x 12,7 mm	Contrepl.	15,9 mm	R1	90 mm	46
FF-27	203 x 1,22	406	2 x 12,7 mm	Contrepl. Béton	15,9 mm 38 mm	G1	90 mm	60
FF-26	Platelage métallique mixte de 76 mm		2 x 12,7 mm	Dalle de béton de 76 mm		—	—	105

Notes: 1) G1 = Natte isolante en fibre de verre 2) R1 = Natte isolante en fibre de roche 3) Des fourrures souples soutiennent les plaques de plâtre dans tous les ensembles et sont espacées de 406 mm d'entre-axe perpendiculairement aux poutrelles. 4) L'isolant, lorsqu'utilisé, a été placé au fond de la cavité du plancher.

Les résultats ci-dessus indiquent que les ensembles avec poutrelles d'acier mis à l'essai avec un plafond recouvert d'une plaque de plâtre ont atteint un degré de résistance au feu de 46 minutes - suffisant pour un bâtiment de 3 étages du groupe C. Les ensembles avec poutrelles d'acier mis à l'essai avec deux couches de plaques de plâtre ont atteint un degré de résistance au feu de 60 minutes ou plus - suffisant pour un bâtiment de 6 étages du groupe C.

Le rapport du CNRC énumère plusieurs conclusions illustrant l'effet, s'il y a lieu, de certaines variables sur la résistance au feu de planchers de bâtiments réels. Les variations les plus importantes sont les suivantes:

- Le type de sous-plancher (panneaux de particules orientées ou contreplaqué) n'a aucun effet sur la résistance au feu.
- La résistance au feu peut être améliorée en plaçant les vis des plaques de plâtre du plafond à 38 mm ou plus des bords (une distance de 38 mm a été

maintenue pour tous les ensembles d'acier). Le type de vis a un effet sur la résistance au feu.

- La natte isolante en fibre de verre posée dans la cavité du plancher réduit généralement la résistance au feu, tandis que la fibre de roche l'augmente généralement (mais pas toujours).
- Une deuxième couche de plaques de plâtre augmente sensiblement la résistance au feu.
- Dans le cas de certains ensembles avec poutres de bois en I, l'espacement des poutrelles a un effet sur la résistance au feu, tandis que l'espacement des poutrelles n'a aucun effet dans le cas d'ensembles avec poutrelles en acier.
- L'ajout d'une dalle de béton au-dessus du sous-plancher en contreplaqué réduit la résistance au feu.

Indices de transmission du son

Sommaire des essais

Les essais acoustiques ont été effectués sur les mêmes ensembles que ceux utilisés plus tard pour les essais de résistance au feu. Les résultats de cette partie du programme sont contenus dans le rapport du CNRC intitulé "Summary Report For Consortium On Fire Re-

sistance And Sound Insulation Of Floors: Sound Transmission Class And Impact Insulation Class Results", par A.C.C. Warnock et J.A. Birta.

Deux essais acoustiques différents ont été réalisés pour chaque ensemble, le premier relié à l'indice de transmission sonore (ITS), et le second relié à l'indice de transmission de bruits d'impacts (ITBI). Quoique le CNB exige des ITS pour les bâtiments à logements multiples, les ITBI ne sont pas utilisés actuellement. Les ITS et ITBI ont été déterminés conformément aux normes ASTM pertinentes.

Résultats

Comme les essais acoustiques étaient de nature non destructive, on a pu effectuer beaucoup plus d'essais acoustiques (113) que d'essais de résistance au feu, et les résultats obtenus ont été beaucoup plus complexes et variés. Warnock et Birta soulignent dans leur rapport qu'il existe encore plusieurs points à résoudre avant d'élaborer des tableaux pour les codes de bâtiment,

surtout en ce qui concerne les planchers à poutrelles de bois en I qui ont donné des résultats très incohérents quant aux ITS et ITBI.

La plupart des essais (99) ont été effectués sur des ensembles à charpente de bois. Étant donné le grand nombre de variables, les résultats n'apparaissent pas dans le présent bulletin, bien qu'on peut noter que plus de 20% ont atteint des ITS inférieurs à 50.

Les résultats obtenus avec les 14 ensembles à poutrelles d'acier ont démontré que 13 ensembles ont atteint un ITS de 50 ou plus, alors que le 14^{ième} ensemble, non isolé, a atteint un ITS de 44. Tous les ensembles comportaient des poutrelles en C formées à froid de 203 mm de profondeur, de 1,22, 1,52 ou 2,05 mm d'épaisseur, et des sous-planchers en panneaux de particules orientées de diverses épaisseurs. Tous les ensembles étaient munis d'une plaque de plâtre de 15,9 mm, fixée au plafond à l'aide de fourrures souples, et contenaient de la natte isolante en fibre de verre dans leur cavité. Deux essais ont incorporé une dalle de recouvrement de béton de 25 mm qui a amélioré l'ITS, mais réduit l'ITBI.

Encore une fois, les résultats ont démontré que les planchers à charpente en acier formé à froid sont au moins aussi performants que les planchers à charpente de bois quant aux ITS et ITBI. En particulier, tous les ensembles à poutrelles d'acier isolés mis à l'essai ont atteint ou dépassé l'ITS de 50 exigé pour les bâtiments résidentiels à logements multiples.

Comme pour les essais de résistance au feu, plusieurs conclusions ont été tirées du programme d'essais sur les ITS et ITBI. Les plus importantes sont les suivantes:

- La somme des masses de l'ensemble plancher/plafond est le facteur principal contrôlant l'isolement acoustique.

- On doit utiliser des fourrures métalliques souples dans tous les planchers (à charpente de bois ou d'acier) afin d'atteindre un ITS de 50. Les profilés en U et les fourrures de bois ont été éprouvés et se sont révélés sensiblement inférieurs. Sans les fourrures souples, l'ajout d'isolant dans la cavité a peu d'effet.
- Le fait d'augmenter l'espacement des poutrelles et des fourrures souples, ainsi que l'épaisseur et la densité du matériau insonorisant, améliore l'isolement acoustique.
- La longueur des poutrelles, la force de serrage et le nombre de vis fixant le sous-plancher aux poutrelles n'ont aucun effet sur la transmission sonore.
- L'ajout de fourrures souples supplémentaires (par exemple, sur les bords des baies) augmente la résistance au feu, mais réduit l'isolement acoustique.
- Un surplus de natte isolante en fibre de verre dans la cavité n'altère aucunement l'isolement acoustique.
- Les planchers recouverts d'une dalle de béton mais dépourvus de revêtement souple ont des ITBI très inférieurs.
- L'épaisseur d'acier des poutrelles (calibre) n'a pas d'effet significatif sur les ITS et ITBI.

Certaines observations exigent des études supplémentaires:

- Les essais effectués avec une plaque de plâtre de 12,7 mm d'épaisseur révèlent moins de variation que prévu comparativement aux essais effectués avec une plaque de plâtre de 15,9 mm d'épaisseur.
- La grande variabilité caractérisant les fermes de bois et les poutrelles de bois en I reste à expliquer.
- L'effet de la résilience du revêtement de plancher doit être étudié davantage.

Application pratique des résultats

Planchers de bâtiments résidentiels en acier formé à froid

Comme les essais décrits dans le présent bulletin se rapportent à des constructions générales (non brevetées), il est possible en pratique de modifier les détails de construction à condition que les variations ne réduisent pas la résistance au feu ni la performance acoustique de l'ensemble (CNB A-9.10.3.1.). En vue d'aider les concepteurs à satisfaire les critères de performance minimale lors de modifications, la partie 9 du CNB inclut depuis plusieurs années des tableaux contenant un nombre suffisant de variations capables de s'adapter à la plupart des cas.

Le tableau A-9.10.3.1.B. du CNB 1995 indique les degrés de résistance au feu et les indices de transmission sonore des planchers, des plafonds et des toits d'environ 20 ensembles généraux, incluant des charpentes de poutrelles de bois solide, de fermes de bois, et de poutrelles à treillis en acier. Les propositions pour les éditions futures du CNB visent à augmenter ce nombre à plus de 200, selon le programme d'essais décrit dans le présent bulletin. Une grande partie de ces ensembles comportera des poutrelles en acier formé à froid, avec des sous-planchers de bois ou des platelages en acier recouverts d'une dalle de béton de 50 mm, et atteindront des degrés de résistance au feu de 45 minutes, de 1 h et plus. Les comités de la partie 9 du CNB responsables de cette section du code élaborent présentement une liste plus complète comprenant un grand nombre de constructions en acier résistant au feu et au bruit.

Toutefois, il n'est pas nécessaire d'attendre la prochaine édition du CNB (ou son équivalent provincial) pour profiter des résultats de ces essais. On peut invoquer l'article 2.5.1.3. du CNB, Équivalence établie d'après des essais, des évaluations ou l'expérience, et utiliser dès aujourd'hui des planchers à poutrelles en acier formé à froid, tels que ceux décrits dans ce programme d'essais, dans la conception de maisons et de petits bâtiments en acier. On peut ainsi réaliser des projets économiques et favorables à l'environnement qui satisfont toutes les exigences relatives à la résistance au feu et l'insonorisation.