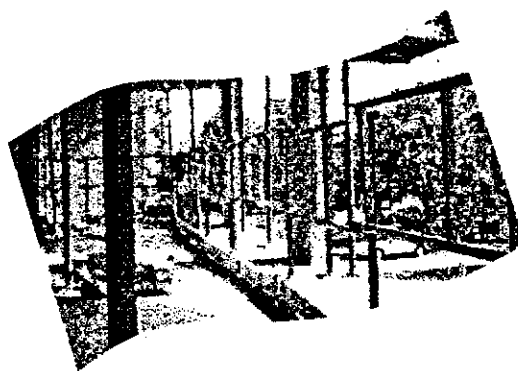


**Protection contre
les chutes de hauteur
appliquée au coffrage :
garde-corps polyvalent**



**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Jean Briteau

Raymond Bertrand

Octobre 1990

R-043

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Protection contre les chutes de hauteur appliquée au coffrage : garde-corps polyvalent

Jean Arteau
Programme sécurité-ingénierie, IRSST

Raymond Bertrand
Atelier de design urbain de Montréal

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

© Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, octobre 1990.

4^e trimestre 1990.

Jean Arteau et Raymond Bertrand

Protection contre les chutes de hauteur appliquée au coffrage: garde-corps polyvalent

Problème de sécurité:
Les chutes de hauteur.

Groupe de travailleurs concerné:
Tous les employés du secteur de la construction.

1.0 INTRODUCTION

Dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, les chutes de hauteur sont fréquentes et coûteuses en ressources humaines et financières. Pour les prévenir, le code de sécurité pour les travaux de construction prescrit l'utilisation de garde-corps (protection collective), ou le port de la ceinture de sécurité (protection individuelle). Selon une étude récente¹, les articles du code relatifs à ces équipements de protection sont parmi les vingt faisant l'objet du plus grand nombre d'avis de dérogations, l'article sur l'utilisation des garde-corps venant en tête de liste.

L'émergence de tels éléments illustre la difficulté d'utilisation des garde-corps, soulignée par le milieu du travail et par des études récentes^{1,2,3,4}. Cette difficulté est le résultat de lacunes qu'ont les garde-corps actuels: résistance mécanique insuffisante, manque d'uniformité venant de l'incompatibilité des divers systèmes, installation difficile, inadaptation aux postes de travail. Ces inconvénients sont particulièrement évidents dans la construction d'édifices en béton et dans les travaux de toitures.

2.0 PROBLÉMATIQUE

Les chutes de hauteur sont probablement les accidents les plus caractéristiques de la construction. En effet, la construction d'un édifice ou d'un ouvrage est la

1. Toutes les références sont inscrites à la page 9 du présent document.

création d'une forme et d'espaces utilisables, s'effectuant par l'assemblage de matériaux qu'on élève dans l'espace. La mise en place de ces matériaux étant une lutte contre la gravité * peut alors exposer le travailleur aux chutes.

2.1 Les chutes de hauteur

Selon Mercier ⁴, entre 1967 et 1983, le Québec a compté 35 victimes de chutes chez les charpentiers-menuisiers sur 57 accidents mortels, soit 61 %. Dans la plupart des cas, l'ouvrage nécessitait l'utilisation d'échafaudages, d'échelles, d'escaliers ou de machineries lourdes comme les grues.

Bourdoux et Champoux ³ soulignent notamment que:

- Les chutes sont des accidents graves aux séquelles les plus importantes. C'est ici qu'on observe la plus longue durée d'absence du travail, le plus grand nombre d'hospitalisations et d'invalidités permanentes, et le coût moyen par accident le plus élevé.
- Les chutes non-mortelles arrivent surtout à des travailleurs de métiers spécialisés (électriciens, plombiers) mais souvent lors de tâches connexes non-spécialisées. Les victimes de chutes sont donc des travailleurs dont on n'associe pas spontanément le métier au travail en hauteur.
- Les tâches en hauteur les plus à risques sont les déplacements de personnes et le transport des matériaux ou de pièces d'équipement. Parmi les tâches plus spécifiques, c'est l'installation de matériaux qui occasionne le plus grand nombre de chutes.
- Ce type d'accident est celui qui recueille le plus fort consensus sur la possibilité d'être évité. Il pourrait l'être avant tout par la correction des défaillances techniques et par de meilleures méthodes de travail.
- Enfin, la plupart des chutes observées se sont produites dans des circonstances où les modèles d'équipements de protection disponibles actuellement (ceintures de sécurité, garde-corps) sont inutilisables.

Cette dernière observation est corroborée par Dugas¹ qui souligne que les articles du code concernant ces équipements de protection sont parmi les vingt faisant

* Phénomène par lequel un corps est attiré vers le centre de la Terre.

l'objet du plus grand nombre d'avis de dérogations, l'article sur l'utilisation des garde-corps venant en tête de liste.

2.2 Le milieu de travail

Les chantiers de construction se distinguent des autres industries par la constante modification de l'environnement de travail. Le chantier demande de plus une organisation du travail flexible qui doit satisfaire aux délais de construction. Les difficultés propres à la gestion et à l'organisation du travail peuvent également affecter la production et la sécurité. Lan et al ⁶ proposent deux dimensions primaires qualifiant cette industrie:

- La dimension *spatiale*. Le type de construction ayant cours dans des contextes différents entraîne des contraintes spécifiques. La transformation constante de l'environnement se traduit notamment par des tâches s'exécutant tant au niveau du sol qu'en hauteur.
- La dimension *temporelle*. Les travaux s'adonnent selon des échanciers comportant des séquences définies et ayant une durée déterminée. Ces échéances sont invariablement perturbées par les difficultés techniques, les retards, la température, les accidents et autres événements non prévus.

Selon Wang ⁶, certaines variables environnementales peuvent contribuer à l'élaboration de critères de protection contre les chutes de hauteur. Les deux groupes les plus importants sont:

- *Des activités simples et uniques*. La complexité et les mouvements assimilés aux différentes tâches peuvent faire perdre l'équilibre. Les changements de position ne doivent pas être entravés par le dispositif de protection.
- *Un environnement sûr et favorable*. Des protections solides et fiables préviennent une personne de la présence du danger. Une installation étant en fort contraste avec les matériaux de construction, et la capacité d'être «accrochée» (plutôt que les ensembles filets) sera préférable.

Les différentes tâches ayant lieu sur les chantiers de construction sont alors en étroite incidence avec la planification de l'oeuvre et les méthodes de travail. Il semble alors raisonnable de croire que la sécurité doit s'insérer dans cette ligne d'exécution sans nuire à la production.

3.0 OBJECTIFS

L'objectif majeur de ce travail tient à concevoir et développer un nouvel équipement de protection collective pour les travaux de coffrage, de bétonnage et autres tâches lors de la construction des édifices en béton.

De plus, les objectifs secondaires visent la fabrication d'un prototype de garde-corps ayant les propriétés suivantes:

- simple de fabrication et facile à utiliser;
- efficace pour l'ensemble des postes de travail;
- exempt de risques pour les opérations;
- durable et de coût compétitif en regard des systèmes conventionnels.

Enfin, le rapport propose de nouveaux critères de conception s'appliquant à la fabrication de garde-corps.

4.0 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie de l'étude comporte trois étapes principales; l'analyse, la conception et l'évaluation.

La première étape consiste à passer en revue les principaux types de garde-corps existants. L'analyse menant à la conception du prototype porte sur plusieurs variables tant environnementales que techniques. Ces éléments d'analyse concernent entre autres le mode et le lieu d'installation, l'intégration au processus de travail et les propriétés géométriques.

La seconde étape comporte l'identification des paramètres spécifiques aux problèmes d'intégration, l'établissement d'objectifs et de critères de design, et le solutionnement par la proposition d'un prototype.

Enfin, la troisième étape est l'essai et l'évaluation du système de protection en chantier. L'évaluation a été conduite sous forme d'observation et de questionnaires à divers intervenants du milieu.

5.0 ANALYSE DES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS

Les intentions de cette section sont de classer les divers types de garde-corps rigides existants, et de mettre en évidence leurs qualités et faiblesses en termes de design.

L'analyse des équipements a porté sur les aspects «techniques» de la protection. Nous croyons que l'action sur le facteur technique doit précéder, plutôt que suivre, l'action sur le facteur humain. Les mesures sociales voulant augmenter la sécurité ont, certes, leur importance dans le cadre de l'industrie du bâtiment. Toutefois, ce qui nous concerne dans cette analyse touche particulièrement les mesures techniques visant à supprimer les risques de chutes.

5.1 Critères d'analyse

Les protections contre les chutes de hauteur connaissent une grande diversité de formes et de moyens d'utilisation. Selon Arteau et Landat⁷, certains éléments propres à chacun des systèmes peuvent être isolés. Ces éléments sont principalement la disponibilité, les limites d'utilisation, la fonction (prévention, arrêt, recueil), et les critères de conception. En ce qui a trait à leur fonction, les garde-corps peuvent à la fois être perçus comme des systèmes de prévention et d'arrêt contre les chutes.

Quant aux critères de conception, Wang⁸ dénote qu'il existe un accord commun se rapportant aux différents codes et normes. Toutefois, celui-ci constate un manque d'uniformité des exigences de résistance et de hauteur au niveau de ces mêmes normes.

Prenant pour acquis l'ensemble des contraintes relevées jusqu'alors, les quatre ensembles de facteurs suivants ont servi à l'analyse:

1. L'environnement de travail.

- Adaptabilité du système
- Matériaux utilisés

2. Les opérations.

- Assemblage
- Flexibilité dans la configuration

3. Les facteurs techniques.

- Solidité
- Durabilité

4. Les facteurs humains.

- Sécurité
- Visibilité

5.2 Types de garde-corps

L'examen des caractéristiques des garde-corps a permis d'en établir une typologie. En premier lieu, le relevé des types de garde-corps repose sur deux modes d'installation: avant et après la coulée du béton. En effet, ces deux modes entraînent des variabilités importantes dans les composantes des garde-corps.

À ce jour, les types de garde-corps les plus fréquemment utilisés au Canada entrent parmi les catégories suivantes:

Avant bétonnage

A. Garde-corps fixés aux éléments du coffrage. Ces garde-corps de bois sont assemblés, cloués sur les coffrages et démontés par la suite (figure 1). Le problème majeur réside dans le temps requis pour la confection et le démontage, venant perturber l'exécution du travail de construction de l'édifice. De plus, leur solidité est souvent hasardeuse et le bois résiste mal aux intempéries. Sur les planchers, ils sont maintenus soit par lestage, soit par clavetage.

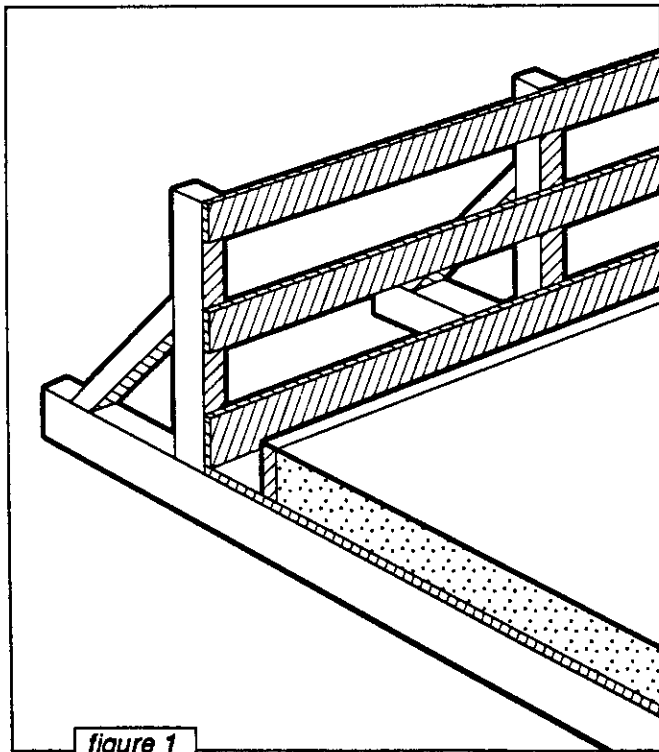


figure 1

Type A-Garde-corps de bois fixé aux éléments de coffrage.

Après bétonnage

B. Garde-corps fixés sur étais métalliques à vis «jacks» serrés entre deux planchers (figure 2). Cette méthode est la plus utilisée lors de la construction d'édifices d'envergure. L'écran grillagé s'accroche aux montants verticaux et est souvent maintenu au moyen de fil de fer. Lorsqu'il n'y a pas de plafond, comme dans le cas d'un toit-terrasse, on ne peut utiliser ce système car les étais n'ont pas de support à leur tête. Ces grillages n'offrent pas la rigidité suffisante et ne permettent pas d'ajustement de la longueur. Il faut notamment veiller au maintien constant d'un serrage efficace des étais et éviter un espacement trop grand entre eux. Leur enlèvement résulte souvent de la nécessité d'accéder aux abords de la dalle.

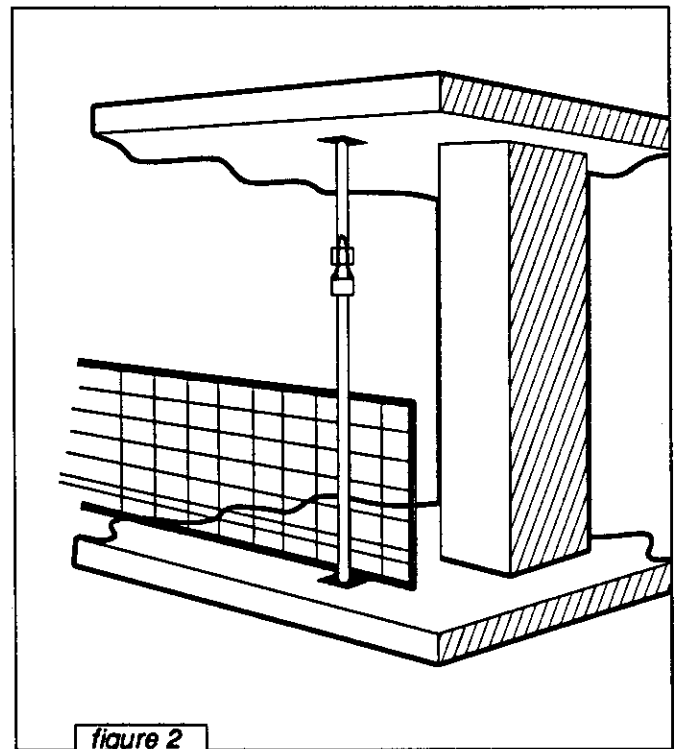


figure 2

Type B-Garde-corps fixé sur étais métalliques.

C. Garde-corps métalliques à montants fixés par mâchoires sur l'extrémité de la dalle. Le dispositif de serrage peut être à vis, à crémaillère ou à clavette (figure 3). Ces systèmes sont lourds, complexes et souvent dangereux à installer. En effet, le travailleur qui installe ces types de protections se trouve en bordure du vide et doit effectuer des manoeuvres

bordure du vide et doit effectuer des manoeuvres pouvant causer une perte d'équilibre. Étant fixés au bord de la dalle, ces protections doivent être enlevées lors de la pose des murs extérieurs. De plus, la chute d'un support peut entraîner la chute du garde-corps au complet, abimant ainsi la dalle et pouvant blesser des travailleurs au sol. Par ailleurs, le serrage des mâchoires doit être vérifié régulièrement.

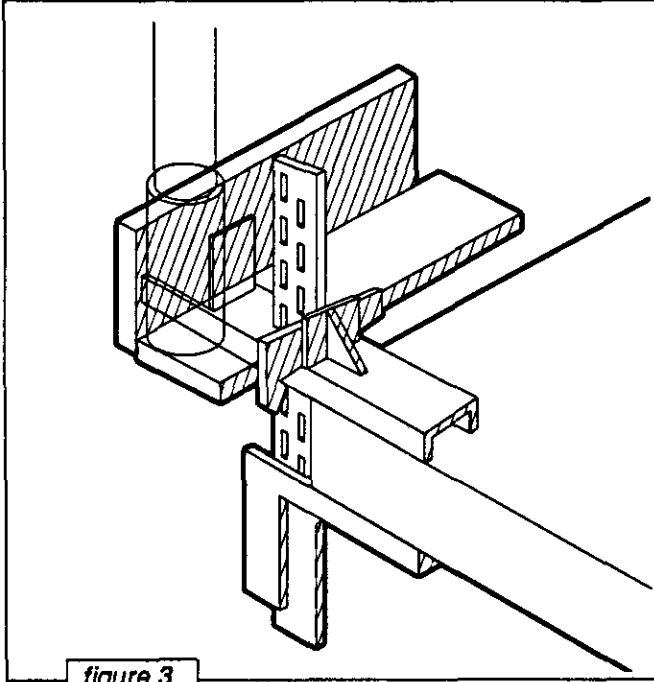


figure 3

Garde-corps métallique fixé par mâchoires sur l'extrémité de la dalle.

Le tableau suivant illustre l'ensemble de l'analyse comparative selon les critères élaborés précédemment. L'attribution de nombres nous permet de quantifier l'analyse.

Les garde-corps décrits sont des exemples de sécurité ajoutée. Leur pose s'effectue toujours au dernier moment et elle est toujours à recommencer afin de suivre l'évolution des travaux. De plus, comme des travaux se déroulent autour et au-delà du garde-corps, celui-ci doit pouvoir s'enlever mais surtout pouvoir se replacer facilement, sans outil, et assurer la même protection que lors de la pose initiale. Aucun des garde-corps analysé ne semble le permettre avec succès.

3 = bon 2 = moyen 1 = mauvais			
Critères	Types		
	A	B	C
Adaptabilité	3	2	2
Matériau	1	3	2
Assemblage	1	2	1
Flexibilité	2	1	1
Solidité	1	2	1
Durabilité	1	3	2
Sécurité	1	2	1
Visibilité	2	1	1
Total: sur 24	12	16	11

6.0 CONCEPTION

En fonction de l'analyse précédente, diverses alternatives sont développées afin de répondre aux contraintes liées à l'utilisation de garde-corps sur les chantiers. La sélection d'un modèle préliminaire s'est effectuée en considération des paramètres physiques, opérationnels, techniques et humains, tels que l'énonçait l'analyse. Le garde-corps proposé devait prendre en compte la qualification des énoncés de performance suivants:

• L'environnement de travail:

1. Emplacement en bordure ou près du vide. Selon l'article 3.8.1 du code de sécurité pour les travaux de construction du Québec.
2. Installation sur coffrages de bois, tables volantes et dalles de béton.
3. Le garde-corps doit se distinguer des autres matériaux sur le chantier.

• Les opérations:

4. Simplicité de l'assemblage.
5. Flexibilité permettant d'adapter le garde-corps à diverses configurations géométriques.
6. Mobilité afin de laisser passer le personnel et les matériaux.
7. Possibilité d'intégrer une protection personnelle

• *Les facteurs techniques:*

8. Dimensions conformes à l'article 3.8.3 du code de sécurité.
9. Résistance à une force de 900N appliquée horizontalement et à une force de 450N appliquée verticalement à n'importe quel point de la lisse supérieure.
10. Durabilité et économie des matériaux.

• *Les facteurs humains:*

11. La hauteur. Du point de vue strictement ergonomique, il est déterminé qu'il y aura chute par dessus la lisse supérieure d'un garde-corps lorsque celle-ci sera inférieure à l'emplacement moyen du centre de gravité d'un adulte (1,05 m). Une lisse au-dessous de ce point peut alors comporter des risques, une hauteur minimale de 1,10 m est alors recommandée.
12. La visibilité. La couleur vive facilite la bonne visibilité des indicateurs, c'est principalement une question de contraste. Une couleur différente de celle de l'acier ou du bois peut relier l'écran à d'autres éléments de protection.

À partir de ces critères, l'équipe de design a proposé un modèle de garde-corps ayant les éléments suivants:

1. Un *ancrage* (figure 4). Percé après la coulée du béton, et qui permet l'insertion d'un boulon de serrage servant à fixer l'ensemble du système de façon temporaire.
2. Un *support* (figure 5). Cette base consiste en une plaque rectangulaire en acier. Un profilé de section carrée sert à maintenir le potelet. Un anneau soudé à la plaque permet l'attache d'un lien de retenue (protection individuelle). Cet anneau est semblable à l'anneau en forme de «D» des ceintures de sécurité. Quatre trous sont percés à chaque coin de la plaque permettant le clouage sur du bois. Une autre ouverture laisse passer le boulon d'ancrage.

Le support est proposé en trois versions (figure 6):

- horizontale, pour les planchers de béton et de bois;
- verticale pour les coffrages de bois et les dalles de béton;

- verticale pour le rebord des tables volantes.

3. Un *potelet* (figure 7). Fabriqué à partir d'un profilé de section carrée en acier, il possède un collet à sa base afin de retenir les plinthes au sol.
4. Un *cadre* (figure 8). Les lisses supérieures et intermédiaires sont réunies afin de former un cadre. L'ensemble, en profilés carrés d'acier, s'insère dans les potelets au moyen de guides dans les potelets où des oeillets prévus à cet effet (figure 9). La lisse supérieure possède un collet permettant de varier l'empattement entre les potelets. Deux versions de cadres sont proposées; une longueur de cinq pieds et une autre de huit pieds.

La configuration géométrique du garde-corps est adaptable à toutes les dimensions et orientations physiques du lieu. Un cadre sur deux peut servir de «porte», permettant l'accès au matériel et le passage du personnel (figure 10). La visibilité du système, par sa couleur jaune, le distingue des autres matériaux (figure 11).

L'élément le plus significatif est sans doute le support qui possède un anneau de protection. Ainsi, tout travailleur ayant à oeuvrer au-delà de l'écran peut s'attacher à l'aide d'un raccord à l'anneau (figure 12). Du côté intérieur, le garde-corps est un équipement de protection collective contre les chutes. Du côté extérieur, l'anneau qui lui est intégré devient le point d'ancrage d'une longe, soit d'un système individuel d'arrêt de chute. Le niveau d'activité est défini par l'interaction entre le travailleur et le système de protection (Arteau et Landat 1985). Ce niveau d'activité est évalué en fonction du nombre d'actions entreprises sur l'équipement par l'individu lors de l'exécution d'une tâche. Un système actif (ceinture de sécurité) demande l'attention du travailleur, alors qu'un système passif (garde-corps) requiert peu d'attention car le travailleur n'est pas directement concerné par le système. Ainsi, moins le système de protection demande d'attention, plus l'activité principale de travail sera efficace. En fournissant des points d'ancrage facilement repérables l'anneau remplit ce rôle; il réduit le niveau d'activité du système ceinture-longe.

L'avantage d'avoir la protection individuelle et la protection collective intégrées au même système permet de protéger les travailleurs exécutant divers types de tâches, à proximité du garde-corps. Ainsi, le garde-corps doit être un élément d'arrêt et de signalisation. Le facteur essentiel qui conditionnera

l'efficacité d'un tel système est sa capacité de s'intégrer à la fois aux méthodes de travail ainsi qu'aux modes de construction.

7.0 ÉVALUATION EN CHANTIER

À la suite de la fabrication d'une trentaine de prototypes, une équipe indépendante de celle du design a contribué à l'évaluation du garde-corps en chantier. Mmes Bourdoux (démographe) et Champoux (sociologue), chercheuses à l'IRSST, ont conduit des observations et des entrevues avec le personnel de chantier. Leur contribution en tant qu'évaluatrices neutres a permis une critique objective du système développé.

Les objectifs de l'équipe d'évaluation étaient:

- synthétiser les observations des étapes de travail et les commentaires des intervenants et en tirer un bilan critique;
- assister, par ce bilan, l'équipe de design à la définition de problèmes en disposant du maximum d'informations et de suggestions;
- proposer ensuite des suggestions de corrections pouvant améliorer le prototype.

7.1 Description du chantier

Le chantier comporte un immeuble résidentiel et commercial de huit étages. La charpente est de type dalles et colonnes en béton, les planchers ayant une épaisseur de 20 cm. Chaque plancher s'étend sur un périmètre d'environ 150 m, soit 50 m par 25 m. L'avancement du chantier en était au coffrage du sixième plancher, aucun mur extérieur n'étant en place.

7.2 Méthode

La validation s'est effectuée essentiellement par des séances d'observation et des entrevues par questionnaires semi-structurés. Les intervenants qui ont été questionnés proviennent de divers milieux: charpentiers, contremaîtres, manoeuvres, surintendant de chantier, inspecteurs de la CSST, conseillers en prévention de l'AECQ et du milieu syndical.

7.3 Résultats

La réaction des intervenants est favorable, malgré quelques défauts devant être corrigés. En général, les avantages et inconvénients du système sont les suivants:

Avantages: Le système proposé est une amélioration par rapport aux garde-corps existants. Il procure une meilleure sécurité, solidité et visibilité. Il s'installe en angle, son cadre est coulissant et peut s'ouvrir à la façon d'une porte (*figure 10*). Il s'installe effectivement sur les coffrages volants et est réutilisable (*figure 13*).

Inconvénients: Le temps d'installation des ancrages est trop long, l'adaptabilité à tous les types de chantiers n'est pas démontrée.

Plus spécifiquement, les commentaires et observations ont porté sur les dix variables qui suivent:

1. **Sécurité.** Plus sécuritaire que les systèmes existants.
2. **Design.** Instabilité de la plaque du support. La plinthe pourrait être permanente. L'ajustement des cadres est apprécié, leur ouverture formant des «portes» est utile. L'acier comme matériau doit être traité contre la rouille, et ne pas geler l'hiver.
3. **Manutention.** S'effectue très bien au niveau des efforts, des postures et de l'encombrement.
4. **Commodité d'installation.** La pose de l'ancrage est trop longue. La posture n'est pas idéale non plus. L'opération de perçage demande un certain effort et beaucoup de petites pièces sont à trainer. L'insertion des ancrages avant bétonnage serait préférable.
5. **Apprentissage de l'installation.** Très rapide, le montage s'effectue avec logique.
6. **Utilité pour le travail en bordure du vide.** Il y a un avantage de pouvoir s'attacher lorsqu'un ouvrier travaille de l'autre côté du garde-corps. Toutefois, le système pourrait être plus souple afin de fournir une meilleure mobilité au travailleur. La polyvalence du garde-corps devra pouvoir résoudre les problèmes de bordure du toit ainsi que des coffrages traditionnels. À ce jour, le nouvel équipement offre flexibilité et adaptabilité sans perte de sécurité ni de stabilité.

7. *Emplacement du garde-corps.* Le garde-corps doit être installé à environ 1,5 m du bord de la dalle et à l'intérieur des colonnes. Ceci permet la circulation de certains équipements comme les chariots des ferrailleurs.
8. *Couleur.* La couleur orangé serait préférable au jaune d'origine car cette première couleur est plus assimilée au signal de danger.
9. *Coffrages volants.* L'utilité et la commodité d'installation sont largement démontrées et on constate la pertinence immédiate de la mobilité du garde-corps.
10. *Modifications des tâches.* Les tâches ne semblent pas être perturbées. L'origine professionnelle du personnel ayant à mettre en place le garde-corps dépendra du moment, pendant la construction, où s'effectuera son installation.

8.0 DISCUSSION

À la suite des observations en chantier, la validation du garde-corps comme système de protection est démontrée mais quelques problèmes techniques et opérationnels ont été soulevés. Tout en constituant une amélioration de la sécurité passive par rapport aux modèles courants, le système proposé comporte une principale déficience; soit un temps d'ancrage trop long.

Voyons comment le garde-corps mis à l'essai répond aux critères de design élaborés lors de la conception et comment le prototype peut être corrigé en fonction des résultats de l'évaluation en chantier.

• *L'environnement de travail:*

Les mêmes cadres peuvent être posés sur les coffrages, les tables volantes et les dalles de béton. La version sur tables volantes pourrait déjà être utilisable. La couleur orangée permet de distinguer rapidement le garde-corps parmi l'ensemble des autres matériaux de construction.

• *Les opérations:*

La pose d'ancrages après bétonnage et par perçage semble une opération longue et s'effectue dans une posture difficile pour le travailleur. L'installation de

douilles avant bétonnage pourrait être une solution alternative. Quant aux autres composantes du garde-corps, leur assemblage s'effectue rapidement.

La flexibilité et l'efficacité du système sont acquises. Afin de les optimiser, le cadre type sera composé de deux lisses horizontales et de deux profilés verticaux de même longueur que les potelets. Ces montants, munis de collets, pourront servir à maintenir les plinthes de bois. La lisse supérieure disposera de deux collets plutôt qu'un seul, améliorant la mobilité du cadre. Conséquemment, seul le cadre d'une longueur de huit pieds est nécessaire. De plus, il faudra prévoir des solutions afin d'empêcher les blocages éventuels des pièces mobiles par la glace.

L'anneau soudé aux supports a été utilisé spontanément par les travailleurs. Ceci semble confirmer l'hypothèse que les travailleurs veulent utiliser la protection contre les chutes pourvu que des points d'attache soient disponibles.

• *Les facteurs techniques:*

Le garde-corps est perçu comme étant solide. Toutefois, une vérification expérimentale demeure nécessaire afin de valider les résistances selon celles du code de sécurité.

• *Les facteurs humains:*

Les tâches ne semblent pas être perturbées. Le temps de pose de l'ancrage est la principale lacune. Une étude exhaustive des types d'ancrage pourrait s'avérer utile.

9.0 CONCLUSION

L'ensemble de garde-corps proposé est plus facile de mise en oeuvre que les dispositifs de protection collective actuels. Sur les planchers de béton, la pose d'ancrages servant à maintenir les potelets est préférée à tout autre mode de fixation. Ces ancrages doivent être prévus dès la conception de l'ouvrage, assurant ainsi l'intégration de la protection aux méthodes de travail. Les objectifs de départ, visant à évaluer l'acceptation du concept, nous sont maintenant vérifiés grâce à l'observation et l'essai en chantier.

En effet, le nouveau garde-corps est solide, durable, flexible et surtout simple de conception. Il demeure à

la fois un système de protection collective formant un écran contre le vide, et un système de protection individuelle permettant au travailleur oeuvrant au bord de la dalle de s'y accrocher à l'aide de l'anneau. Sa mobilité, grâce aux collets sur la lisse supérieure, procure la possibilité de créer des «portes» dans l'écran qui peuvent s'ouvrir et se refermer à volonté.

La révision des problèmes rencontrés lors de l'évaluation en chantier nous a permis de redéfinir le design, tout en conservant l'intégrité aux critères de performances initiaux. Les principaux changements menant à la version finale concernent alors:

- Le mode et l'installation de l'ancrage;
- Le positionnement des éléments du support sur la plaque (boulon, profilé, anneau), en fonction des contraintes techniques;
- La configuration optimale du cadre;
- L'intégration de la plinthe de bois au cadre.

Tous les éléments du système visent ainsi à optimiser les tâches, soit en libérant une zone de travail en bordure du vide, en facilitant son installation, ou en favorisant une protection supplémentaire (l'anneau). Ce n'est donc pas une quelconque intégration technique d'une méthode de protection améliorée mais bien l'insertion, dans l'organisation des tâches, des équipements nécessaires à la bonne marche du chantier.

10.0 RECOMMANDATIONS

Actuellement, la version préliminaire d'un modèle de garde-corps a été validée en chantier. Les corrections et leurs variantes étant élaborées, un modèle amélioré est proposé. Des objectifs seraient d'analyser et de tester les propositions de corrections. Ces propositions concernent entre autres la méthode d'ancrage (avant et après bétonnage), la méthode d'installation, les techniques de fabrication et les analyses de coût.

Ensuite, après validation sur plusieurs chantiers ayant des techniques de construction différentes, la conception du modèle serait finalisée et la fabrication d'une version pré-série effectuée. Des variantes du

garde-corps pourraient être utilisées sur les toits plats, les toits en pente, les dalles de béton, les coffrages volants, les mines souterraines et d'autres lieux.

RÉFÉRENCES

1. Dugas, R., «*Fréquences des dérogations aux articles du code de sécurité pour les travaux de construction enregistrés au Québec entre le 1er juin 1983 et le 1er juin 1984*», I.R.S.S.T., Montréal 1985.
2. Bertrand, R., «*Prototype de garde-corps pour l'industrie de la construction*», Rapport de stage, I.R.S.S.T., Montréal 1986.
3. Bourdoux, M. et Champoux, D., «*Étude exploratoire des accidents en construction: 9 scénarios d'accidents*», Document de travail, I.R.S.S.T., Montréal 1986.
4. Mercier, L., «*Analyse de contenu des rapports d'enquête d'accidents graves et mortels chez les charpentiers-menuisiers*», Annexe au rapport de recherche, I.R.S.S.T., Montréal 1986.
5. Lan, A., Durand, P., Toulouse, G., Ricard, S. et Chicoine, D., «*Intégration de la sécurité aux techniques de coffrages de béton dans le secteur de la construction*», Annexe au rapport de recherche, I.R.S.S.T., Montréal 1987.
6. Wang, C.H., «*Rigid Guardrail Systems*», dans Professional Safety, Février 1979, pp. 27-32.
7. Arteau, J. et Landat, D., «*Classification et sélection des équipements de positionnement et de protection reliés au travail en hauteur*, 12^e Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics», A.I.S.S., Hambourg RFA, 17 au 20 septembre 1985.

BREVETS

1. Arteau, J. et Bertrand, R. *Anchor for temporary safety fence*, États-Unis, no. 4.830.341, 16 mai 1989.
2. Arteau, J. et Bertrand, R. *Anchor for temporary fence*, Demande no. 555 155, Canada, 22 décembre 1987.
3. Arteau, J. et Bertrand, R. *Safety fence assembly for user in building under construction*, États-Unis, no. 4.787.475, 29 novembre 1988.
4. Arteau, J. et Bertrand, R. *Safety fence assembly for user in a building under construction*, Demande no. 555 156, Canada, 22 décembre 1987.



Figure 4
*Installation du garde-corps après le bétonnage:
 perçement et pose de l'encrage.*
 ("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)



Figure 5
Boulonnage du support.
 ("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)

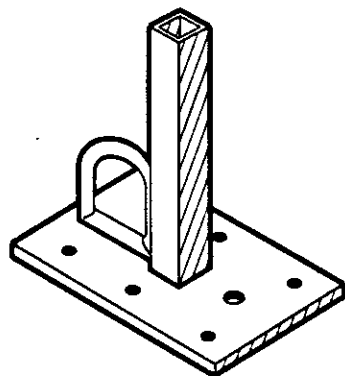
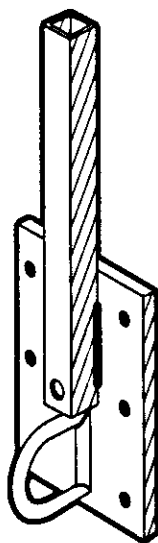
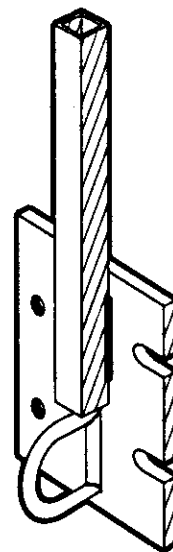


Figure 6
*Support horizontal,
 pour planchers de béton*

("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)



*Support vertical,
 pour coffrages de bois
 et dalles de béton.*



*Support vertical,
 pour rebord de coffrages .
 volants.*

I R S S T

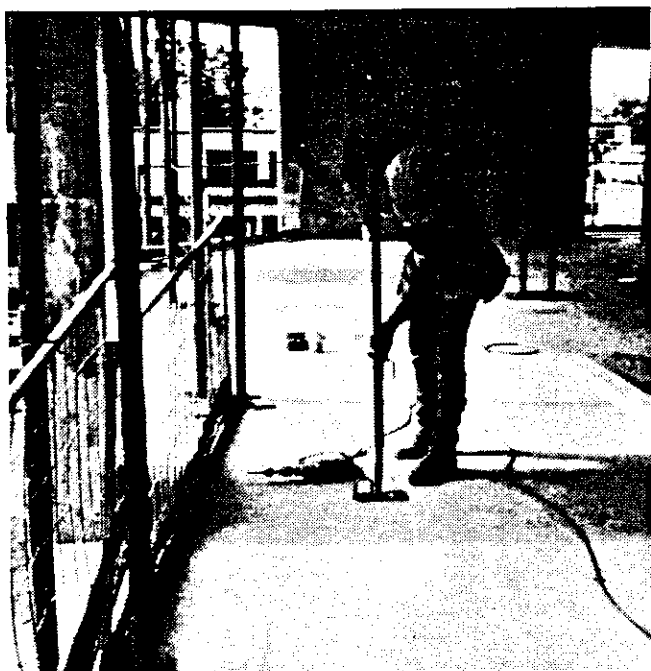


Figure 7
Pose du potelet.

("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)

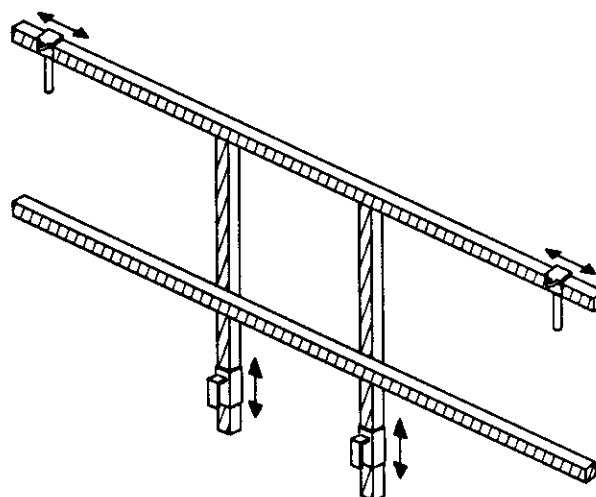


Figure 8
Cadre type et collets.

("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)

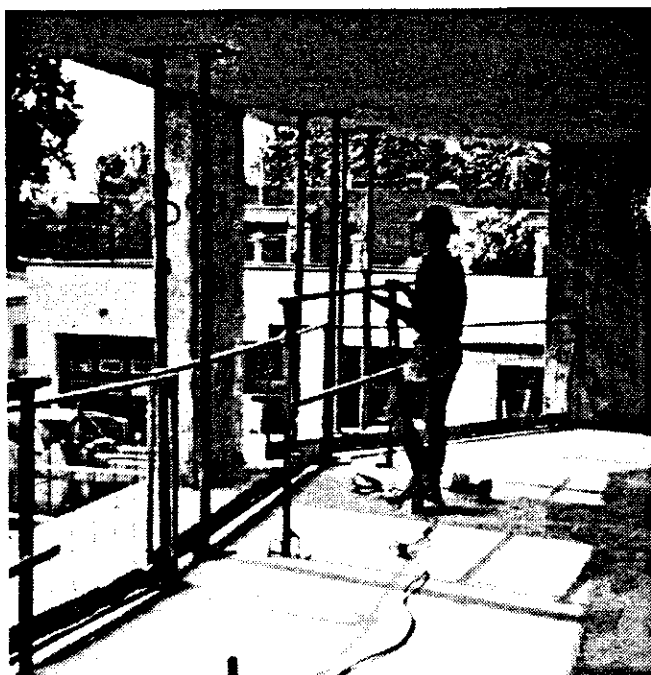


Figure 9
Pose d'un cadre.

("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)

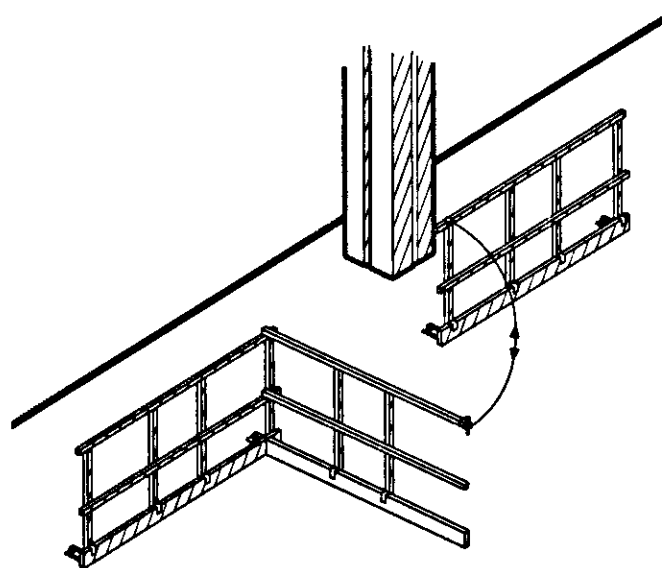


Figure 10
Mobilité du garde-corps.

("US patent 4830 341", "US patent 4787 475", «En instance de brevets au Canada»)



Figure 11

Garde-corps sur une dalle de béton.

(^oUS patent 4830 341^o, ^oUS patent 4787 475^o, «En instance de brevets au Canada»)



Figure 12

Anneau en «D» soudé sur le côté extérieur de la plaque du support.

(^oUS patent 4830 341^o, ^oUS patent 4787 475^o, «En instance de brevets au Canada»)

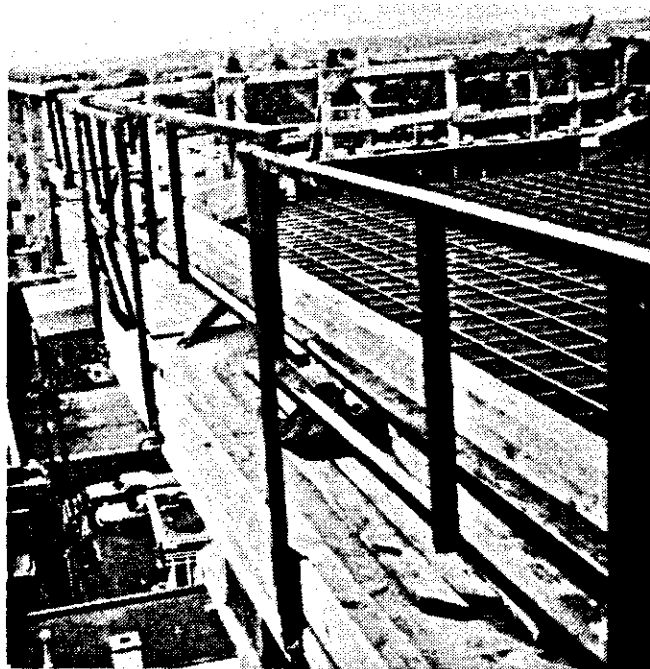


Figure 13

Garde-corps sur des coffrages volants.

(^oUS patent 4830 341^o, ^oUS patent 4787 475^o, «En instance de brevets au Canada»)