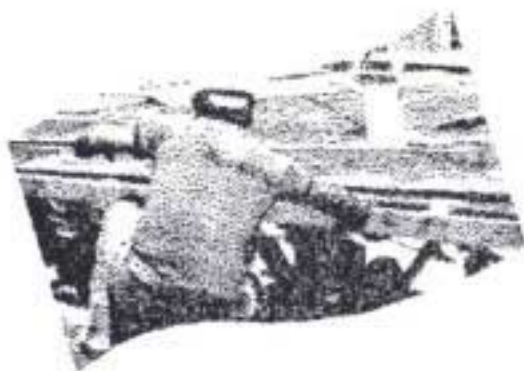


**Intégration de la sécurité
aux techniques de coffrage
du béton dans le secteur
de la construction**



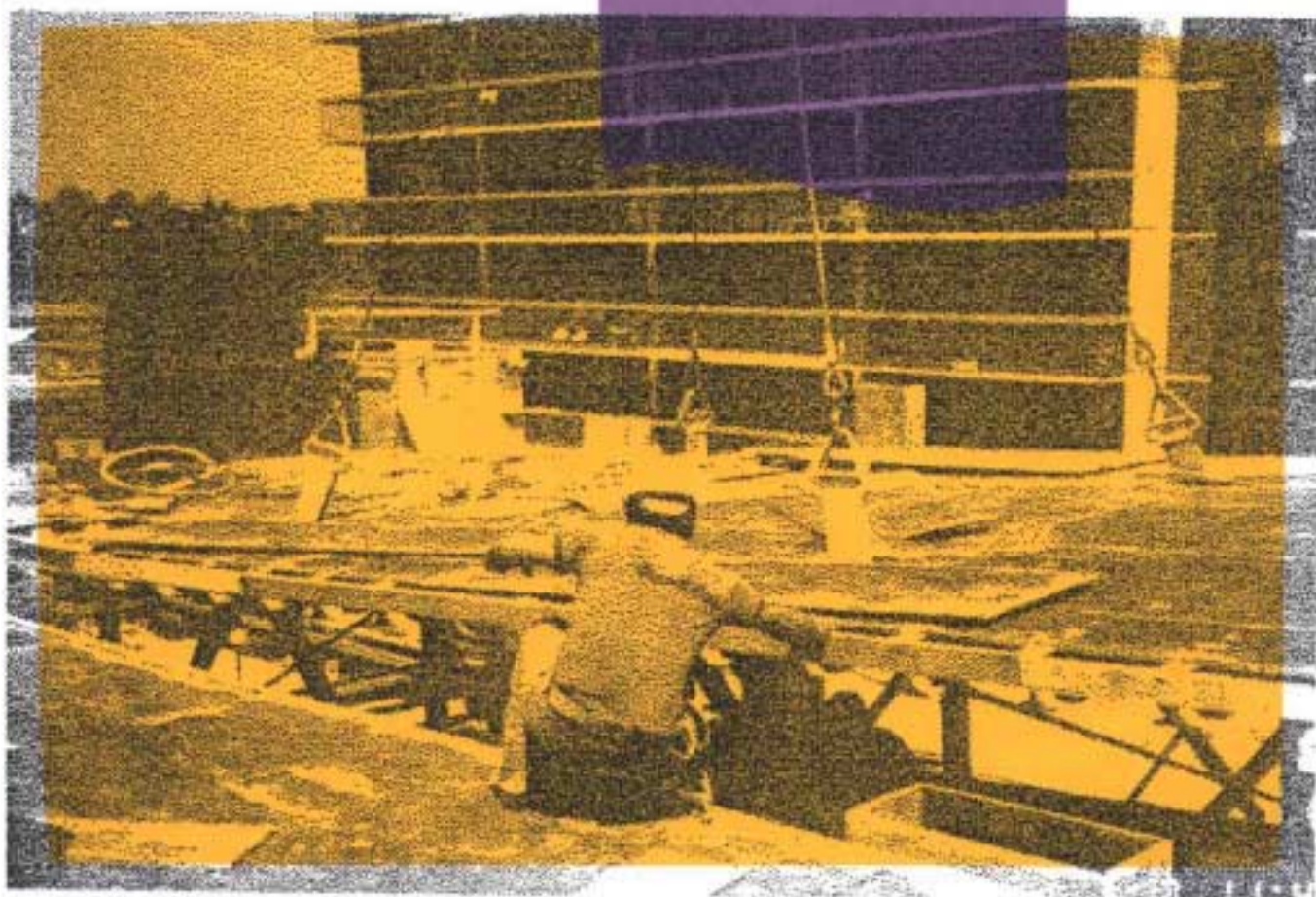
**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

André Lan
Pierre Durand
Georges Toulouse
Sylvio Ricard
Denise Chicoine

Juillet 1987

R-011

RÉSUMÉ



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,

Intégration de la sécurité aux techniques de coffrage du béton dans le secteur de la construction

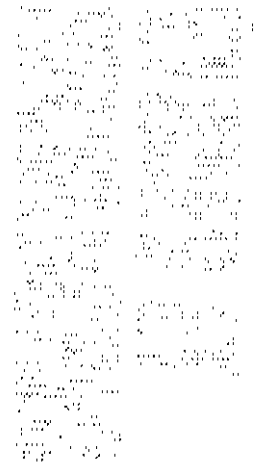
André Lan, Pierre Durand, Georges Toulouse,
Sylvio Ricard et Denise Chicoine
Programme sécurité-ergonomie, IRSST



RÉSUMÉ

Intégration de la sécurité aux techniques de coffrage du béton dans le secteur de la construction

**André Lan, Pierre Durand, Georges Toulouse,
Sylvio Ricard et Denise Chicoine
Programme sécurité-ergonomie, IRSST**



RÉSUMÉ

Intégration de la sécurité aux techniques de coffrage du béton dans le secteur de la construc- tion

Problème de sécurité:

Les accidents dans le coffrage industriel et commercial

Groupe de travailleurs concerné:

Les charpentiers-menuisiers, les manoeuvres
et les ferrailleurs

1.0 AVANT-PROPOS

Le coffrage industriel et commercial représente à plusieurs égards un des sous-secteurs les plus importants du secteur industriel du bâtiment et des travaux publics. En effet, il constitue par son importance économique et technique un apport majeur de la construction. Malheureusement, son importance se reflète aussi au niveau de la fréquence et de la gravité des accidents de travail⁽¹⁾. Il constitue également un sous-secteur représentatif sous plusieurs aspects de l'ensemble de l'industrie. Les chercheurs du programme Sécurité-ergonomie de l'IRSST se sont donc penchés, il y a deux ans, sur ce sous-secteur afin de réaliser des activités de recherche sur la dynamique de la sécurité au travail. Plusieurs projets de recherche ont vu le jour par la suite. Parmi ceux-ci, un projet s'est intéressé entre autres aux qualités techniques, matérielles et organisationnelles du chantier de construction.

Dès l'initiation de ce projet par MM. Sylvio Ricard et Pierre Durand, la nécessité de faire une revue des différentes techniques de coffrage du béton utilisées en Europe et en Amérique, des problèmes de sécurité et des moyens de prévention les concernant, s'est imposée. Par ailleurs, la recherche menée par M. Georges Toulouse et Mme Denise Chicoine sur la sécurité des accès aux plans de travail, impliquait la connaissance des différentes techniques de coffrage. Le travail de synthèse et de rédaction réalisé par M. André Lan, au sujet des techniques de coffrage a donc servi d'infrastructure à ce document. Nous avons constaté au cours de cette revue bibliographique, le manque évident d'intégration, tant au point de vue technique que de celui de la santé et de la sécurité au travail. La quantité et la richesse des informations recueillies, nous ont incités à rédiger ce document, nous

permettant de réaliser cette intégration et pouvant servir de référence de travail au concepteur de coffrage, responsable de chantier, agent et représentant en prévention.

2.0 PROBLÉMATIQUE

L'industrie de la construction a pour objet la réalisation d'ouvrages destinés à rencontrer les besoins de logement de l'homme que ce soit à des fins d'habitation ou d'activités reliées à son travail, ses loisirs ou au commerce. La variété des utilisations possibles du bâtiment influe directement sur la nature des travaux à effectuer et sur la mobilité des situations de travail. La sécurité des exécutants doit donc s'adapter à cette évolution des travaux. Dans ce contexte, il n'est pas étonnant que l'on se demande à quoi servent certaines mesures sécuritaires qui devront en peu de temps être écartées ou démontées (par exemple: garde-corps) pour faire place à l'étape suivante des travaux. Le secteur du coffrage de béton industriel et commercial est typique en ce sens. Sa fréquence spécifique d'accidents de travail¹⁾, par surcroît, nous a amenés à produire le rapport qui suit.

Certains aspects principaux de la sécurité des travailleurs attirent davantage l'attention et permettent de relever une constatation majeure énoncée par Wisniewski²⁾: "Si la sécurité ajoutée apporte une complication, elle risque fort d'être négligée car elle n'est pas indispensable à l'action". Le concept d'une sécurité intégrée de façon étroite à l'activité de production revêt donc une importance fondamentale. La réalisation en paraît toutefois complexe et difficile car elle nécessite une approche multidisciplinaire encore peu pratiquée. Cette multidisciplinarité concerne à la fois le mode d'intervention en sécurité et les phases de déroulement du projet.

Dans le premier cas, les problèmes de sécurité, comme le montre le développement de la recherche dans ce domaine, ne sont pas réductibles à des problèmes techniques mais concernent aussi, l'interrelation entre le travailleur et les moyens de travail, objet de l'étude de l'ergonomie.

Dans le deuxième cas, au sujet du déroulement du projet de construction (conception architecturale, calculs techniques, appel d'offre et soumission, exécution des travaux), la sécurité n'est finalement considérée que dans la dernière phase. Ceci a comme conséquence que des décisions importantes susceptibles d'affecter la sécurité, par exemple le design architectural, les calculs techniques, le choix des techniques et des matériaux, sont déjà prises. Cette division se reflète en particulier

durant la formation professionnelle où les éléments de techniques de construction et les éléments de sécurité sont abordés dans des ouvrages ou des cours différents. Cette situation contribue selon nous, à une vision séparée de ces deux éléments qui doivent cependant être envisagés simultanément lors de l'exécution des travaux.

Le présent document a donc été rédigé par une équipe multidisciplinaire regroupant les connaissances disponibles en ingénierie, en ergonomie, en santé et en sécurité. Il intègre dans les principaux chapitres les éléments de techniques et les principaux éléments d'ergonomie et de sécurité. Cette multidisciplinarité reste limitée au niveau du travailleur et de sa tâche et n'aborde pas les facteurs de type économique ou sociologique.

3.0 OBJECTIFS

L'objectif principal du travail réalisé est l'intégration de pratiques sécuritaires préventives, aux différentes étapes du coffrage.

Les objectifs spécifiques suivants ont donc été développés pour la production de ce rapport:

1. présenter une revue des principales techniques de coffrage du béton utilisées en Europe et en Amérique;
2. expliquer les modes d'exécution de ces techniques et en cerner les avantages et les désavantages;
3. identifier les problèmes de sécurité et les exigences du travail de coffrage associés aux différentes techniques existantes;
4. proposer des avenues de solution basées sur une approche de sécurité du travail, intégrée aux exigences de la production sur le chantier de construction.

4.0 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie adoptée comportait donc deux phases chronologiques. Une première phase consistait à réaliser une recherche bibliographique sur les techniques de coffrage du béton utilisées, à partir d'une revue de la littérature internationale.

Une recherche automatisée dans plusieurs banques de références (DIALOG, PASCAL) a permis d'identifier plus

de 460 références d'intérêt. Une sélection des références les plus pertinentes auxquelles s'ajoutaient des communications personnelles transmises par des experts reconnus dans le domaine, ont été citées dans l'annexe au rapport de recherche. Ces références directement reliées à la conception et à l'érection de coffrages, ont été complétées par une sélection d'ouvrages traitant de la sécurité du travail en général, et plus spécifiquement dans le secteur de la construction.

Une deuxième phase a consisté à établir des liens entre les caractéristiques du travail et les conditions de sécurité, pour chaque technique de coffrage recensée. Dans l'annexe au rapport de recherche, sans mentionner de solutions précises, excepté dans les cas connus, nous signalons des voies de prévention possibles. Celles-ci concernent aussi bien les éléments techniques que la conception ou l'organisation du travail. En effet, le sujet traité est vaste et il serait difficile de prétendre à l'exhaustivité. Les limites de l'ouvrage sont donc à la fois relatives à la revue des connaissances sur le sujet à partir de l'étude bibliographique et aux champs spécifiques de compétence des membres de l'équipe. Certains sujets, comme la santé physique et mentale, n'ont pas été abordés.

De plus, ce document est davantage limité au contexte québécois. Il vise principalement à proposer une approche différente basée sur l'intégration de la sécurité dès les phases de conception, de choix et de calculs techniques d'organisation. En ce sens, il amorce une réflexion sur cet aspect et il constitue un outil de référence pour les concepteurs et les entrepreneurs de coffrage. Il peut être également utile aux responsables sur le chantier et aux différents intervenants en sécurité.

5.0 RÉSULTATS: TABLEAUX

Plusieurs tableaux ont été conçus afin de faciliter l'utilisation des informations colligées au cours de nos travaux. Ces tableaux visent à résumer les principaux facteurs de risque et solutions possibles spécifiques à chacun des types de coffrage du béton.

Chaque tableau réfère à une des opérations particulières avec un des problèmes de sécurité qui suivent: accès aux plans de travail, manutention manuelle, manutention mécanique - grue à tour/mobile, effondrements verticaux ou horizontaux de structure, outils, efforts, contraintes d'équilibre et risques de chute, frappé ou heurté par du matériel. Le tableau est d'abord divisé en fonction de facteurs de risque qui correspondent à des composantes de la situation de travail susceptibles d'être à l'origine

d'un accident soit de façon isolée soit, dans la majorité des cas, en interaction avec d'autres composantes. Ainsi, par exemple, le poids d'un matériel peut être à lui seul la cause d'un mal de dos, mais le plus souvent il sera associé à une posture contraignante, à une surface glissante ou à un autre facteur.

En deuxième lieu, à chacun des facteurs de risque énuméré correspondent un ou plusieurs types de coffrage ou travaux inhérents à celui-ci.

Enfin, des éléments de prévention correspondant à chaque facteur de risque sont proposés. Certains comportent des variantes adaptées à un ou des types de coffrage en particulier. Les éléments proposés constituent des solutions applicables directement (par exemple, la protection du travailleur en recouvrant par un bouchon l'extrémité des armatures en attente) ou nécessitent de la recherche et du développement (par exemple, la conception d'outils pour décoffrer), ou encore nécessitent de la recherche en ergonomie (par exemple, l'étude des problèmes de communication entre le grutier et l'élingueur ou l'étude de la répartition des espaces de travail et d'entreposage du matériel sur la dalle). Les tableaux qui suivent ne sont, par conséquent, pas nécessairement présentés par ordre d'importance des facteurs de risque.

6.0 LISTE DES TABLEAUX

- **ACCÈS AUX PLANS DE TRAVAIL**
- **MANUTENTION MANUELLE**
- **MANUTENTION MÉCANIQUE - GRUE À TOUR /MOBILE**
- **EFFONDREMENTS VERTICAUX OU HORIZONTALS DE STRUCTURE**
- **OUTILS**
- **EFFORTS**
- **CONSTRAINTES D'ÉQUILIBRE ET RISQUES DE CHUTE**
- **FRAPPÉ OU HEURTÉ PAR DU MATÉRIEL**

ACCÈS AUX PLANS DE TRAVAIL

FACTEURS DE RISQUE

- Étroitesse des surfaces d'appui

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Ferrailage du mur
- Coffrage traditionnel de plancher; pose des solives

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Prévoir des échafaudages de service , lors de la pose de l'acier d'armature d'un coffrage de mur par les ferrailleurs.
- Choix de méthodes de travail évitant les postures sur les surfaces étroites (par exemple le coffrage de dalle avec des étais métalliques à partir d'escabeaux plutôt qu'en équilibre sur les solives).

- Qualité du matériel pour les accès

- Ensemble des types et des travaux de coffrage
- Décoffrage de plancher soutenu par des échafaudages portants

- Prévoir des matériaux supplémentaires dont la qualité est prescrite par le Code de sécurité à utiliser pour les moyens d'accès, éviter d'utiliser les matériaux de rebut inutilisables pour les structures de coffrage.
- L'échafaudage portant utilisé lors du décoffrage doit être pourvu de plancher en aluminium.

- Travail près du vide

- Bétonnage de mur
- Décoffrage des tables volantes
- Coffrage de plancher
- Coffrage de mur avec des panneaux; coffrage grim pant et auto-grim pant
- Coffrage grim pant et auto-grim pant

- Prévoir des garde-corps de chaque côté du mur lors de la coulée du béton.
- Prévoir un système de protection collective avec un filet souple placé à l'étage inférieur.
- Placer les garde-corps non pas uniquement en fonction du plancher, mais en fonction de la hauteur du travail.
- Placer les passerelles en fonction des diverses tâches à effectuer sur le panneau.

- Prévoir des moyens d'accès permettant de quitter la passerelle lors du déplacement du panneau par la grue (par exemple une plate-forme pourrait être reliée à la dalle, un ascenseur, des échelles auto-grim pantes).

- Position de travail en équilibre

- Bétonnage de mur

- Hauteur de la passerelle suffisamment élevée afin d'éviter aux manoeuvres-cimentiers de monter sur le coffrage du mur.

- Accès aux passerelles

- Coffrage avec des banches

- Concevoir un portillon d'échelles continu afin de favoriser l'accès à la passerelle.

MANUTENTION MANUELLE

FACTEURS DE RISQUE

- Caractéristiques du matériel: poids, dimensions, formes

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Ensemble des coffrages traditionnels pour mur, plancher, colonne et poutre
- Coffrages de mur, plancher, colonne, poutre par petits panneaux
- Coffrage de plancher avec poutrelle extensible et petits panneaux
- Assemblage de table coffrante au chantier

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Choix des matériaux lors de l'élaboration des plans de coffrage, par exemple en tenant compte des critères économiques et de production, des limites des travailleurs à manutentionner le matériel sans risque dans des conditions de travail données. Les études actuelles sur les limites de poids ne sont pas transposables du fait de la spécificité du matériel (forme, dimension) et de la variété des postures de manutention. Il existe peu de recherches sur ce sujet dans le bâtiment.

- Coffrage de plancher élevé soutenu par des échafaudages portants
- Coffrage traditionnel de mur de hauteur élevée

- Prévoir des aides mécaniques tels que cabestans, petits monte-charges.

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Planification et répartition de l'utilisation de la grue en fonction des tâches à effectuer.

- Coffrage traditionnel
- Ferrailage
- Décoffrage

- Transport de charge à deux, particulièrement pour les longues barres d'acier évitant ainsi l'effet de balancement.

MANUTENTION MANUELLE (suite)

FACTEURS DE RISQUE

- Postures de travail penchées, en torsion ou instables

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Coffrage traditionnel de mur, plancher
- Coffrage de plancher et mur par petits panneaux
- Décoffrage de coffrage monté d'une façon traditionnelle

- Coffrage de plancher; pose de longérons

- Coffrage traditionnel de mur et de plancher

- Coffrage de plancher élevé soutenu par des échafaudages portants
- Coffrage traditionnel de mur de hauteur élevée

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Choix d'équipements d'accès de travail adaptés selon la hauteur du travail et de la tâche: marches, échafaudages de service (coffrage de mur), plancher en aluminium pour des échafaudages portants. Éviter l'échelle ou la structure d'acier comme poste de travail.

- Utilisation d'outils pour mettre en place ou tenir le matériel avant d'être fixé, par exemple: fourche (profilé en U au bout d'un manche) pour placer les longérons lors du coffrage de plancher avec des étais métalliques.
- Planification de l'approvisionnement des matériaux et des tâches de façon à assurer des surfaces de travail suffisamment larges et stables en fonction de l'avancement des travaux. Exemple: pose de feuilles de contre-plaqué coordonnée avec la pose des solives dans le coffrage traditionnel de plancher.
- Répartition des tâches entre équipes de métiers identiques ou différents, de façon à éviter le travail dans des zones restreintes ou encombrées.
- Prévoir des aides mécaniques tels que cabestans, petits monte-charges.

- Coffrage traditionnel
- Ferrailage
- Décoffrage

- Transport de charge à deux.

MANUTENTION MANUELLE (suite)

FACTEURS DE RISQUE

- Distances de manutention

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Coffrage traditionnel de plancher, de mur
- Ferrailage
- Décoffrage

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Répartition spatiale des matériaux en fonction de la planification des tâches, de façon à minimiser les déplacements du transport de charges.
- Gestion de la grue en fonction de la planification des tâches

- État des surfaces de déplacement et encombrement

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Entretien des surfaces glissantes: nettoyage fréquent (manoeuvre(s) affecté(s) principalement à cette tâche), épandage de produits anti-glissants (sable, sels).
- Permettre aux travailleurs de différents corps de métier ou d'occupation de nettoyer les lieux de travail avant d'entreprendre ou de continuer la tâche à exécuter.
- Prévoir des voies de passage, ce qui nécessite en particulier:

- coordination entre équipes de métiers identiques ou différents afin de déterminer les lieux de passage;
- planification des horaires des travaux en conséquence;
- éviter de définir les lieux de passage dans des zones possibles de travail, par exemple: près du mur de coffrage, d'une table de sciage, d'une colonne;
- planification de l'approvisionnement en matériaux de façon à éviter l'engorgement de matériaux dans un endroit donné. La grue pourrait être utilisée pour des longues périodes à la coulée du béton, il est nécessaire d'optimiser le stockage de matériel en fonction à la fois de la distance de déplacement et de l'encombrement.
- Tenir compte dans les soumissions d'une provision pour l'entretien des surfaces de travail durant les travaux d'hiver.

- Répartition de la charge de manutention

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Formation d'équipes de charpentiers-menuisiers de même niveau de compétence, de façon à pouvoir alterner les tâches de manutention.
- Répartition des travailleurs, en particulier des manoeuvres sur le chantier, de façon à établir une rotation des tâches les plus pénibles (par exemple: rotation toutes les heures ou 2 heures).

MANUTENTION MANUELLE (suite)

FACTEURS DE RISQUE

- Vent

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Coffrage traditionnel de plancher et de mur
- Montage de table coffrante au chantier
- Ensemble des types et des travaux de coffrage

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Transport des feuilles de contre-plaqué à deux.
- Éviter les surfaces glissantes et encombrées.

- Contraintes de temps (influence des méthodes de travail, utilisation d'équipements, des matériaux)

Coffrage traditionnel

- Ferrailage
- Décoffrage
- Coffrage traditionnel et coffrage par petits panneaux
- Ferrailage
- Décoffrage
- Décoffrage en cas de réutilisation de matériaux

- Disponibilité des plans du bâtiment et du coffrage plusieurs semaines à l'avance.
- Commander les matériaux à l'avance (2 à 3 semaines).
- Améliorer le système de commandes de béton.
- Tenir compte dans les soumissions des difficultés de construction, des intempéries et d'autres éléments pouvant interférer avec les échéanciers.

- Prévion de matériaux en quantité suffisante pour éviter le décoffrage accéléré du fait du manque de matériaux en cas de réutilisation.

- État des surfaces - Armatures d'acier posées sur le coffrage de plancher

Coffrage de plancher

- Éviter de circuler sur le plancher dont l'acier d'armature a déjà été installé (2 rangées), ou alors, prévoir des voies de passage suffisantes avec des feuilles de contre-plaqué appuyées sur des chaises et non directement sur l'acier d'armature.

MANUTENTION MÉCANIQUE - GRUE À TOUR / MOBILE

FACTEURS DE RISQUE

- Résistance structurale de la grue

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- S'assurer que les réparations de la structure de la grue (par exemple la soudure) sont conformes aux normes en vigueur.
- Choisir de préférence une grue un peu plus puissante que nécessaire, afin de parer aux imprévus.
- Prévoir, sur la grue, les emplacements de travail permettant à l'opérateur d'adopter des postures stables, non contraignantes et facilement accessibles pour effectuer ces différentes tâches.
- Mettre en place des équipements de protection contre les chutes.

- Accès pour le montage, démontage, entretien et réparation de la grue

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Conception du poste de conduite

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Surveiller le choix de la grue pour que le grutier puisse travailler dans une position confortable: champ visuel non restreint, commandes bien placées, siège confortable (dossier, appui-bras), dispositif permettant d'éviter les éblouissements du soleil, dispositif rendant impossible la descente de la charge en chute libre, limitation de la vitesse de descente, interdiction de surcharge, arrêt de divers mouvements en fin de course.
- Importance de la standardisation des commandes, du respect des stéréotypes de manipulation et du temps de réponse des commandes.

- Élingage

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Vérification et inspection périodiques des élingues.
- Utilisation des types d'élingues suivant la charge à manutentionner, par exemple, éviter de transporter des petites charges au bout de longues élingues car il se produit alors un effet de balancier.
- Les charges doivent être élinguées uniquement par les signaleurs.
- Les crochets doivent comporter un clapet de sécurité.
- Application des articles 2.15 à 2.15.10 du Code de sécurité.

MANUTENTION MÉCANIQUE - GRUE À TOUR / MOBILE (suite)

FACTEURS DE RISQUE	TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS	ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION
- Les communications grutier-élingueur	- Ensemble des types et des travaux de coffrage	- Éviter, sur le chantier, que tout le monde signale. Souvent un signaleur ne suffit pas à la tâche, il est donc nécessaire de désigner une autre personne pour l'aider, particulièrement pour les bâtiments de grande hauteur. - Formation d'équipe de travail grutier-signaleur, stable d'un chantier à l'autre.
- Apprentissage	- Ensemble des types et des travaux de coffrage	- Formation pratique et théorique avant d'opérer la grue sur le chantier. - Standardisation des commandes de façon à faciliter l'utilisation de grues différentes par les opérateurs d'un chantier à l'autre.
- Entreposage des coffrages-outils	- Coffrage de mur avec des banches - Coffrage de mur avec des panneaux - Coffrage de plancher avec des tables volantes	- Dans le cas de banches, éviter d'utiliser des contreventements de fortune, il existe des stabilisateurs incorporés aux banches. - Il est préférable de stocker les panneaux de bois à plat, et d'éviter de les entreposer verticalement ou sur des terrains en pente. - Éviter l'empilement trop important des tables coffrantes.
- Vent	- Coffrage-outils: banches, panneaux, tables volantes - Coulée de béton	- Éviter d'opérer la grue par des vents de 60 km/heure et plus.

EFFONDREMENTS VERTICAUX OU HORIZONTAUX DE STRUCTURE

FACTEURS DE RISQUE	TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS	ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION
<ul style="list-style-type: none">- Problèmes dans la conception et les calculs du coffrage	<ul style="list-style-type: none">- Coffrage traditionnel pour mur, plancher, colonne, poutre	<ul style="list-style-type: none">- Mise en place d'un système de vérification des plans et des calculs.- Utiliser les services d'ingénieurs.
<ul style="list-style-type: none">- Utilisation non prévue de la fausse charpente de coffrage lors de la conception	<ul style="list-style-type: none">- Ensemble des types et des travaux de coffrage	<ul style="list-style-type: none">- Informer le surintendant de chantier, le contremaître, des charges prises en considération pour les calculs.
<ul style="list-style-type: none">- Non respect des plans de coffrage	<ul style="list-style-type: none">- Ensemble des types et des travaux de coffrage	<ul style="list-style-type: none">- Prévoir du matériel en fonction des plans du coffrage.- Vérification et inspection de la fausse charpente par l'ingénieur, avant la coulée du béton.- Prévoir, lors de l'élaboration des plans du coffrage, des espaces suffisants entre les étais, afin de permettre le déplacement des travailleurs.
<ul style="list-style-type: none">- Bombage du coffrage lors de la coulée du béton	<ul style="list-style-type: none">- Coulée du béton	<ul style="list-style-type: none">- Surveillance lors de la coulée.

OUTILS

FACTEURS DE RISQUE

- Usure de l'outil, mauvaise isolation électrique

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Disponibilité de pièces de rechange sur le chantier ou d'autres outils supplémentaires.
- Vérification et inspection périodiques des outils électriques et pneumatiques.
- Tout outil dont les dispositifs de sécurité doivent être retirés pour être réparés (garde, frein d'arrêt instantané).

- Câble électrique en contact avec l'humidité

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Choisir des câbles et des prises étanches comme extension des outils électriques.

- Posture contraignante pour scier

- Coffrage traditionnel

- Prévoir une table de sciage pour chaque équipe de charpentiers-menuisiers.
- Surface de travail suffisamment large et stable pour scier une pièce déjà en place.

- Mauvaise conception de la table à scier

- Coffrage traditionnel

- Concevoir une table à scier comprenant des éléments de sécurité suivants:
 - Système de blocage pour retenir la pièce;
 - Système d'aspiration de poussière ou garde pour éviter les poussières.
 - Table permettant de scier des petites et des grandes pièces.

- Entretien et utilisation inadaptés du pistolet de scellement

- Ensemble des types de coffrage

- Application des articles 7.1.1 à 7.4.2 du Code de sécurité.

- Postures fortement penchées

- Ferrailage de plancher

- Développement d'un outil permettant de brocher l'acier d'armature sur la dalle sans se pencher (voir Bygghälsan - Survey of working environment in concrete construction).

OUTILS (suite)

FACTEURS DE RISQUE

- Postures fortement penchées
- Inadaptation d'outils pour arracher le matériel au décoffrage ou servant de levier, ou pour aider à placer le matériel

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Coulée du plancher
- Décoffrage du coffrage monté traditionnellement
- Coffrage-outils

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Utilisation d'appareil pour niveler la surface de béton de la dalle.
- Conception d'outils (poids, longueur, parties en contact avec le matériel); voir aussi efforts.

EFFORTS

FACTEURS DE RISQUE

- Outils pour déplacer et ajuster des coffrages outils
- Difficulté de coordination des efforts entre plusieurs travailleurs

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Coffrage-outils: banches, coffrage grim pant et auto-grimpant, tables coffrantes
- Coffrage-outils

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Il n'existe pas d'outil réellement adapté à ces tâches, dans ce domaine il existe un besoin de recherche.
- Avant d'effectuer les déplacements, il est nécessaire de recourir à un nombre suffisant de travailleurs, sous peine d'efforts excessifs. Un chef d'équipe doit coordonner les efforts pour qu'ils s'effectuent en même temps et dans la même direction.

- Postures de travail penchées, en torsion ou instables, à cause de l'inadaptation d'outils

- Décoffrage de coffrage monté d'une façon traditionnelle
- Ensemble des types et des travaux de coffrage
- Coffrage traditionnel

- Utilisation d'outils de dimensions adaptées.

- Disposition des travailleurs de façon à éviter qu'ils ne se gênent mutuellement.
- Éviter l'encombrement et les zones restreintes.
- Amélioration des outils existants et de leur choix en fonction de la longueur du manche, du poids et de la conception de la partie servant à arracher les matériaux.

- État des surfaces et encombrement

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- Entretien des surfaces glissantes: nettoyage fréquent (manoeuvre(s) affecté(s) principalement à cette tâche), épandage de produits anti-glissants (sable, sel).
- Permettre aux travailleurs de différents corps de métier de nettoyer les lieux de travail avant d'entreprendre ou de continuer la tâche à exécuter.

- Usure ou mauvais entretien des outils (scie ronde, berne pour béton, etc.)

- Coffrage traditionnel pour mur, plancher

- Entretien préventif.

- Disponibilité de pièces de rechange au chantier.

CONTRAINTES D'ÉQUILIBRE ET RISQUES DE CHUTE

FACTEURS DE RISQUE

- Étroitesse des surfaces

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Ensemble des types de coffrage traditionnel pour: mur, plancher, colonne, et poutre
- Panneaux pour murs et planchers
- Coffrage-outils
- Ensemble des types et des travaux de coffrage

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Prévoir dès la conception des plans de coffrage des équipements d'accès suivant les tâches à accomplir:
 - échafaudage de service pour monter un coffrage de mur;
 - plancher d'échafaudage en aluminium dans le cas de coffrage de plancher avec des échafaudages portants;
 - marches, escabeaux pour accéder à des hauteurs peu élevées;
 - éviter l'échelle comme poste de travail;
 - escabeaux pour assembler les longerons dans le coffrage de dalles avec des étais métalliques.
- Planification de l'approvisionnement des matériaux et des tâches de façon à assurer des surfaces de travail suffisamment larges et stables en fonction de l'avancement des travaux. (exemple: pose des feuilles de contre-plaqué coordonnée avec la pose des solives dans le coffrage traditionnel de plancher).
- Prévoir des matériaux supplémentaires dont la qualité est prescrite par le Code de sécurité à utiliser pour fabriquer les moyens d'accès, éviter d'utiliser les matériaux de rebut inutilisables pour les structures de coffrage.
- Exigence d'un plan approuvé par un ingénieur et de son respect sur le chantier en ce qui concerne la conception des passerelles, des échafaudages et de leurs planchers.
- Entretien des surfaces glissantes: nettoyages fréquents (manoeuvre(s) affecté(s) principalement à cette tâche), épandage de produits anti-glissants (sable, sel).
- Permettre aux travailleurs de différents corps de métier de nettoyer les lieux de travail avant d'entreprendre ou de continuer la tâche à exécuter.

- Qualité des matériaux utilisés

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

- État des surfaces de déplacement et encombrement

- Ensemble des types et des travaux de

CONTRAINTES D'ÉQUILIBRE ET RISQUES DE CHUTE (suite)

FACTEURS DE RISQUE

- État des surfaces de déplacement et encombrement

TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS

- Coffrage traditionnel de mur, plancher, colonne et poutre
- Ferrailage
- Coulée de béton
- Décoffrage

ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION

- Prévoir des voies de passage, ce qui nécessite en particulier:
 - coordination entre équipes de métiers identiques ou différents afin de déterminer les lieux de passage;
 - planification des travaux en conséquence;
 - éviter de définir les lieux de passage dans des zones possibles de travail, (exemple: près du mur de coffrage, d'une table de sciage, d'une colonne);
 - planifier l'approvisionnement en matériaux de façon à éviter l'engorgement de matériaux dans un endroit donné. La grue pourrait être utilisée pour de longues périodes à la coulée du béton. Il est nécessaire d'optimiser le stockage de matériel en fonction à la fois de la distance de déplacement et de l'encombrement.
- Tenir compte dans les soumissions d'une provision pour l'entretien des surfaces de travail, durant les travaux d'hiver.
- Planification des tâches à accomplir par les différents métiers, de manière successive, afin que ces derniers ne se gênent pas mutuellement.

- Coactivité

- Ensemble des types et des travaux de coffrage

FRAPPÉ OU HEURTÉ PAR DU MATÉRIEL

FACTEURS DE RISQUE	TYPES DE COFFRAGE OU TRAVAUX CONCERNÉS	ÉLÉMENTS DE PRÉVENTION
- Postures de travail en équilibre		- Voir tableau concernant les contraintes d'équilibre.
- Jeter du matériel à l'étage inférieur	- Ensemble des types et des travaux de coffrage	- Utilisation de la grue. - Placer un travailleur à l'étage inférieur pour avertir. - Délimiter la zone de chute du matériel avec un ruban rouge.
- Absence de lisse inférieure au garde-corps	- Ensemble des types et des travaux de coffrage	- Appliquer le Code de sécurité.
- Mauvaise coordination entre travailleurs	- Ensemble des types et des travaux de coffrage	- Éviter des charges de travail excessives. - Former des équipes stables.
- Acier d'armature en attente, tirants qui dépassent du mur	- Ensemble des types et des travaux de coffrage	- Moyens de protection et de signalisation aux extrémités des tiges et des tirants (capot, bouchon, ruban de couleur vive, etc.).
- Raidisseurs qui dépassent du coffrage du mur	- Coffrage traditionnel de mur, plancher	- Utiliser des pièces aux dimensions du coffrage.
- Clous en saillies	- Coffrage traditionnel - Décoffrage	- Éviter les retards de production qui peuvent entraîner la non-exécution de tâches secondaires pour le charpentier-menuisier.

7.0 CONCLUSION

La revue des techniques de coffrage du béton a permis de mettre en lumière l'évolution de l'intégration de la sécurité aux diverses techniques utilisées. Cette évolution se remarque particulièrement dans certains ouvrages, tels le coffrage de murs d'ascenseur, avec l'emploi de plus en plus généralisé de panneaux de coffrage réutilisables, le coffrage de planchers, avec des tables volantes dans le cas d'édifices élevés. Il ne s'agit pas d'une révolution technologique mais d'une évolution, le coffrage traditionnel continuant à être utilisé parallèlement aux nouvelles techniques.

Qu'en est-il alors de la sécurité? Elle suit, de façon minime il est vrai, cette évolution. Par exemple, lorsqu'on aborde la sécurité intégrée au matériel de coffrage, les passerelles avec gardes sont incorporées aux banches. Les gardes sont également présents sur les tables volantes et se trouvent ainsi mis en place pour toute la durée des travaux, ce qui n'est pas le cas dans le coffrage traditionnel. Cependant, ces solutions de sécurité intégrée sur le plan technique concernent principalement certaines protections et ne sont en définitive que marginales par rapport aux véritables problèmes de sécurité qui eux ne sont pas pris en compte par l'évolution technique et peuvent même être accentués par cette dernière. Ainsi, le positionnement des banches ou des tables volantes s'effectue encore avec l'aide de leviers rudimentaires, de même la formation des travailleurs aux nouvelles techniques de coffrage est dispensée "sur le tas".

C'est en considérant ces aspects que notre document propose des bases pour aller plus loin que la simple intégration technique de moyens de protection. Il veut attirer l'attention sur le travail et les moyens de l'exécuter, lesquels ne s'améliorent pas obligatoirement avec l'évolution technologique. Ils progressent plutôt avec la prise en considération de l'importance du phénomène "accident" qui témoigne non seulement d'un drame humain mais également de problèmes de productivité et de qualité du travail. Dans ce cas, la sécurité n'est pas uniquement affaire d'intégration technique de moyens de protection mais aussi d'intégration, dès les premières phases de la conception, des conditions d'exécution du travail: choix des techniques, des matériaux, des équipements, des outils, des méthodes de travail, du découpage des tâches, du mode d'organisation et du style de direction.

Cette énumération montre l'étendue des problèmes lorsque l'on parle de sécurité sur les chantiers, lesquels sont encore rarement abordés dans la construction au Québec. Ce document apporte des avenues de solutions à certains de ces problèmes.

Références

- 1- TRUDEL, S. et al. "La structure informationnelle de déclaration d'accidents dans le coffrage industriel", compte-rendu des travaux du 12^e colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics, Hambourg, 17-20 septembre, pp. 600-607.
- 2- WISNEWSKI, J. "L'intégration de la sécurité sur les chantiers des grandes entreprises du bâtiment", Ministère de l'Urbanisme et du Logement, France, Étude pré-expérimentale subventionnée no 8399, juin 1984.
- 3- LAN, A., DURAND, P., TOULOUSE, G., RICARD, S., CHICOINE, D. "Intégration de la sécurité aux techniques de coffrage du béton dans le secteur de la construction", Annexe au rapport de recherche, Montréal, IRSST, 1987, 240 p.

Publication reliée à la recherche

LAN, A., DURAND, P., TOULOUSE, G., RICARD, S., CHICOINE, D. "Intégration de la sécurité aux techniques de coffrage du béton dans le secteur de la construction", Annexe au rapport de recherche, Montréal, IRSST, 1987, 240 pages, 10\$.