

## 42 COFFRAGE

### Glossaire

Les définitions suivantes s'appliquent à l'industrie du coffrage. Certains termes communs à d'autres corps de métiers peuvent cependant différer quant au sens et selon les applications.

**Ouvrage provisoire**, en relation avec un coffrage ou une structure, réfère aux structures de soutien et de contrefort supportant la totalité ou une partie du coffrage ou de la structure.

**Le coffrage volant** est un assemblage mobile conçu pour être transporté d'un niveau à un autre en tant qu'unité.

**Les formes** sont les moules dans lesquels le béton ou un autre matériau est coulé.

**Le coffrage** est un ensemble de formes reliées entre elles.

**Les séries de coffrages** sont des assemblages de panneaux de grande dimension conçus afin d'être hissés d'un bloc, érigés, démontés et réutilisés.

**Les coffrages démontables** sont des coffrages conventionnels supportés par des ouvrages provisoires et des étais, fabriqués de matériel en vrac et démontés après une seule utilisation.

**Les panneaux** sont des sections d'un coffrage destinées à être reliées entre elles.

**Les parois** sont le matériel directement soutenu par les raidisseurs, et contre lequel s'appuie le béton.

**Le coffrage spécial** est précisément conçu pour une structure ou une technique particulière de mise en place.

**Les étaçons** sont des pièces verticales d'étagage qui résistent directement à la pression des raidisseurs.

**Les raidisseurs** sont des pièces d'étagage horizontal soutenant les parois et destinées à résister directement aux pressions issues des parois.

### Généralités

Dans la plupart des cas, ce sont les charpentiers qui fabriquent le coffrage destiné à recevoir le béton. Des étais et contrefiches soutiennent les coffrages qui contiennent le béton frais. Les coffrages doivent également soutenir le poids temporaire des matériaux, tels que l'acier d'armature, et la surcharge des ouvriers et de l'équipement.

Les travaux de coffrage s'effectuent en trois étapes :

- assemblage et érection
- mise en place du béton
- décoffrage et démontage.

Pour être exécutées en sécurité, toutes ces tâches doivent s'appuyer sur la planification, les connaissances et les compétences autant pour les superviseurs que les ouvriers. La conception et la planification sont des fonctions de direction qui peuvent être soumises à des exigences juridiques dictant l'implication d'ingénieurs diplômés. Les petits travaux de construction et de rénovation, par contre, exigent parfois la conception sur place par les ouvriers.

Lorsque des plans de devis sont fournis, il est important que la construction des coffrages les respecte. Toute ambiguïté quant à la conception doit être tirée au clair avec le concepteur.

Si l'état du chantier impose des changements, ou la conception ne semble pas convenir à la situation, des éclaircissements doivent être obtenus du concepteur. Les problèmes de coffrage découlent souvent de modifications apportées au plan initial

sans consultation avec le concepteur. Ils peuvent également découler de l'erreur humaine. Voilà pourquoi les coffrages et étais doivent toujours faire l'objet d'inspections avant le coulage du béton.

La conception de tous les ouvrages de coffrage de grande dimension en Ontario doit provenir d'un ingénieur professionnel. Il y a toujours cependant de plus petits travaux de hauteur ou profondeur plus modestes, tels que sous-sols, semelles de fondation, escaliers, pour lesquels le coffrage sera conçu et construit sur place.

Chaque charpentier doit donc connaître le type de coffrage requis et la façon de le construire, de l'installer et de le démanteler.

Les coffrages doivent toujours être construits selon des techniques de charpenterie convenables, sûres et éprouvées. Ils doivent comporter

- des contrevents et supports adéquats
- des surfaces portantes fiables, surtout là où des structures en bois sont en cause
- des tirants, des boulons ou des contreforts adéquats qui préviendront le déplacement ou le bombage.

Comme le bois est un matériau relativement tendre, il s'écrase sous le poids de lourdes charges telles que le béton, lorsque la surface portante des poutrelles sur les longerons, ou des montants sur les raidisseurs, ne suffit pas à la tâche.

On peut prévenir l'écrasement en augmentant la surface portante de support entre les pièces, à l'aide de plaques de répartition (figure 189) ou en augmentant le nombre de poutrelles ou de montants.

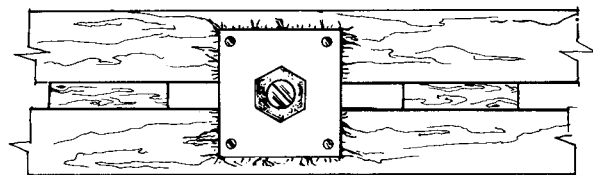


Figure 189  
Plaque de répartition sur assemblage de raidisseurs en bois

### Risques

Les risques suivants représentent les principaux dangers liés aux tâches de coffrage.

- **Chutes** – Elles représentent le plus grand risque, car elles sont **potentiellement mortelles**. Les espaces de travail exigus, l'accès inadéquat, le défaut d'installer des garde-corps, le défaut d'utiliser les dispositifs antichutes, les outils ou le matériel encombrant les pieds et les surfaces que l'huile de décoffrage rend glissantes peuvent tous mener aux chutes. Les chutes mettent souvent en cause les échelles aussi. Les travailleurs doivent utiliser l'équipement antichute chaque fois qu'ils s'exposent aux risques d'une chute sur plus de trois mètres, ou de toute hauteur vers de la machinerie, des substances ou des objets posant un danger, tels que les barres d'armature. Dans certaines situations, la protection contre les chutes s'impose lorsque la hauteur s'établit à 2,4 mètres (8 pi) ou plus. (Consultez les chapitres traitants des garde-corps et la protection individuelle contre les chutes.)
- **Manutention du matériel – L'activité la plus souvent associée aux blessures**. La manutention inappropriée ou excessive du matériel peut provoquer les entorses, les foulures et l'élongation des épaules, des bras et du dos, ainsi que des ecchymoses, des éraflures et l'écrasement des doigts.
- **Cognement** – Il est fréquent parce que les travaux de coffrage changent continuellement et font appel aux déplacements de composantes lourdes, encombrantes et

saillantes. Raidisseurs, poutres, panneaux, tirants cassables, clous, boulons et barres d'armature peuvent causer piqûres, coupures, contusions et éraflures.

- **Collision** – Une autre cause fréquente de blessures. Barres d'armature, panneaux de coffrage, bennes à béton et autres matériaux hissés par-dessus les têtes peuvent heurter les travailleurs. Les blessures par collision peuvent également être attribuables aux marteaux, barres de levier, piquets, cales et à d'autres pièces telles que les poutrelles et les panneaux durant le décoffrage.
- **Décharge électrique** – Les outils électriques, les cordons prolongateurs et les systèmes temporaires d'alimentation et de câblage utilisés dans des conditions moins qu'idéales (boue, flaques d'eau, excavations trempées, béton frais) peuvent provoquer des défauts de la mise à la masse, des courts-circuits et des chocs électriques. La loi exige que l'alimentation des outils portatifs utilisés à l'extérieur ou dans des conditions humides comporte des disjoncteurs de fuite à la terre.
- **Effondrements** – Même avec les méthodes les plus poussées de conception et d'installation, il y a toujours des risques que les coffrages, tables de coffrage, banches et autres grandes structures s'ébranlent, glissent ou basculent de façon à heurter ou écraser les travailleurs situés en dessous.
- **Risques pour la santé** – La vaporisation d'huiles de décoffrage et de composés de durcissement peut causer l'irritation pulmonaire. Le contact de ces substances avec la peau peut provoquer l'irritation cutanée et possiblement mener aux rougeurs, à l'inflammation ou à la dermatite. Les mêmes troubles peuvent découler de l'effet d'abrasion ou de corrosion du contact de la peau avec le béton ou le ciment, surtout lorsque ces matériaux sont laissés par inadvertance dans les bottes toute une journée.
- **Conditions climatiques** – La glace, la neige et la pluie peuvent rendre le sol glissant. Le vent peut représenter un grave danger. La manutention des feuilles de contreplaqué devient plus ardue, les panneaux peuvent nécessiter plus de contrefiches et le levage devient plus difficile, surtout en présence de panneaux ou de tables de grande dimension.
- **Poussière et béton** – Les tourbillons de poussière et les particules de béton volantes provenant de l'ébarbage et du nettoyage des coffrages peuvent blesser les yeux non protégés.
- **L'équipement d'accès** – L'équipement d'accès tel que les échelles et les échafaudages engendre les glissades, les trébuchements et d'autres accidents en plus des chutes. Notons parmi les dangers, les échelles non arimées, le transport par le travailleur du matériel lors de l'ascension, les échelles entravées en leur sommet ou leur pied, les échafaudages incomplètement stabilisés et les échafaudages érigés ou démontés sans protection antichute.
- **Éclairage** – Un éclairage inapproprié peut créer des risques ou les augmenter lorsque les travailleurs installent ou démontent des coffrages dans des endroits mal éclairés ou coulent le béton dans la pénombre.

## Blessures

Voici une description des risques de blessure liés au coffrage et des mesures de prévention de ces blessures.

- **Blessures aux yeux** – Celles-ci sont très répandues dans les tâches associées au coffrage. La plupart d'entre elles proviennent de particules de bois ou de béton chutant dans les yeux ou y étant poussées durant l'ébarbage et le nettoyage. Même si ces blessures sont rarement graves, la plupart peuvent être évitées par le port de lunettes protectrices. Il est fortement conseillé à tous les travailleurs du chantier de porter des lunettes protectrices.
- **Coupures, égratignures, piqûres** – La manutention par les ouvriers nécessaire à l'installation et au démontage des coffrages peut entraîner des coupures aux mains, aux bras et aux jambes, ainsi que le pincement et l'écrasement des

doigts. Les gants aident à éviter les blessures causées par les bords rugueux ou tranchants des pièces de coffrage. Cependant, les travailleurs doivent également posséder les connaissances, compétences et capacités physiques nécessaires à la manutention sûre du matériel. Cela signifie qu'il faut connaître ses limites et solliciter de l'aide lorsque cela est nécessaire. Le coffrage fait appel à des objets saillants tels que clous, tirants cassables, conduits et boulons, qui peuvent provoquer des coupures et des piqûres. Lorsque cela est possible, on ne doit pas laisser ces objets émerger d'une surface ou à découvert.

- **Blessures au dos** – Ces blessures résultent souvent de la manutention du matériel. La mesure préventive la plus importante prend la forme du soin du dos. Des programmes d'exercice, des réchauffements avant le travail et la connaissance de ses limites peuvent aider à prévenir les foulures et les entorses. Lorsque cela est nécessaire, demandez de l'aide ou utilisez des diables, des chariots ou d'autres dispositifs mécaniques.
- **Entorses et fractures aux chevilles** – Le travail dans des endroits exigus, la marche sur les débris et le matériel, les descentes dans les excavations, les pivots en portant des charges encombrantes, les sauts à partir d'échafaudages ou de bancs sont toutes des situations qui peuvent entraîner des blessures aux chevilles ou aux autres parties du pied et de la jambe. La prévention commence par un bon rangement et une manutention appropriée du matériel.
- **Ecchymoses et contusions** – Manipuler les coffrages à la hâte, dans des endroits exigus ou sur des sols glissants, ou excéder ses limites physiques peut causer des ecchymoses. Le contact avec des éléments émergeant des coffrages peut également provoquer des ecchymoses et des contusions. Les contusions les plus graves proviennent des chutes du matériel de coffrage. Le coffrage doit être consolidé afin d'en assurer la stabilité, surtout par temps venteux. Évitez les zones où s'effectuent des manœuvres aériennes destinées au levage ou au décoffrage.
- **Blessures par chute** – Toutes les blessures évoquées plus haut et plusieurs autres peuvent découler d'une chute. La plupart des chutes surviennent lors de l'absence ou la défaillance des garde-corps, du défaut à utiliser l'équipement antichute, de l'absence de madriers ou d'autres plateformes de travail dans les échafaudages, et lorsqu'on se tient debout ou l'on monte sur des surfaces non conçues à cette fin, par exemple, le dessus des banches ou les raidisseurs de 2 x 4. Le coffrage et le décoffrage nécessitent souvent l'utilisation de dispositifs antichutes.

Les ouvertures non ceinturées ou à découvert des coffrages peuvent également provoquer les chutes. Ces ouvertures doivent être recouvertes ou ceinturées de garde-corps le plus tôt possible. Lorsque cela est impossible, la zone doit être isolée par un cordage et identifiée à l'aide de panneaux d'avertissement pour prévenir l'entrée non autorisée.

## Planification

La planification est la première et plus importante étape dans la réduction des risques et la prévention des blessures.

Étant donné que les tâches de coffrage doivent s'effectuer dans des zones achalandées où œuvrent aussi d'autres corps de métier, la planification s'avère essentielle à l'amélioration de la sécurité et de l'efficacité par l'utilisation maximale du temps et de l'espace disponibles.

La planification est indispensable à la protection antichute, aux plateformes de travail, aux zones de cueillette du matériel, au nettoyage, ainsi qu'à la manutention et au déplacement du matériel.

La planification doit viser tous les postes, depuis la direction, en passant par la supervision, et jusqu'à l'ouvrier. Il incombe aux membres de la direction et de la supervision de planifier, la main-d'œuvre, le matériel, l'équipement et les horaires de travail de manière à respecter les devis.

Les travailleurs doivent planifier les détails des tâches qui leur sont confiées selon les méthodes de travail et mesures de sécurité les plus efficaces à appliquer pour une situation donnée.

## Conception

Sécurité et économie sont les aspects clés de la conception. Ces deux facteurs doivent être considérés ensemble, car la modification de l'un influence l'autre.

Par exemple, la réduction de la structure d'appui des banches en vue d'une diminution prévue des vitesses de coulage ne peut être envisagée si la vitesse du coulage n'est pas contrôlée sur le chantier.

Le béton frais exerce une pression sur les coffrages semblable à celle des liquides. Toutefois, le béton commence à durcir dès qu'il est coulé, de sorte que la réduction de la vitesse de coulage diminuera la pression maximale, étant donné que le béton des niveaux inférieurs durcit avant celui des niveaux supérieurs. De même, si les formes sont remplies immédiatement jusqu'à l'extrémité supérieure, elles doivent pouvoir résister à la charge hydrostatique totale. Le béton liquide exerce une pression minimale de 150 livres/pied<sup>2</sup> multipliée par la hauteur en pieds.

D'autres facteurs détermineront le temps de prise du béton, tels que la température, l'affaissement, le vibrage et les adjuvants. Le béton prendra beaucoup plus rapidement, par exemple, en été par temps chaud que sous le froid hivernal. Par conséquent, un même coffrage rempli à la même vitesse de coulage sera soumis à de plus fortes pressions en hiver qu'en été.

Le pompage, et le vibrage, du béton peut augmenter la charge au niveau des formes et doit être pris en compte à l'étape de la conception. L'effet de la pompe peut diffuser des pointes de pression à travers le réseau de tuyaux qui sont souvent transmises directement aux formes, surtout celles des murs ou colonnes étroites. Le vibrage peut déplacer les formes ou détendre les contrefiches, les tirants ou les étréssillons.

La charge agit perpendiculairement sur les surfaces de coffrage (figure 190). Le résultat est une poussée latérale exercée sur les banches ou les coffrages de colonne types. Toutefois, elle peut également provoquer le soulèvement des formes talutées ou inclinées. Ces dernières requièrent des dispositifs d'ancrage ou des pièces d'arrimage. Ces ancrages préviendront le soulèvement ou le flottage des coffrages sur le béton.

Considérez l'utilisation d'ensembles de contrefiches ou d'étréssillons avec les banches. Le béton remplissant la partie inférieure du coffrage peut exercer une pression au niveau

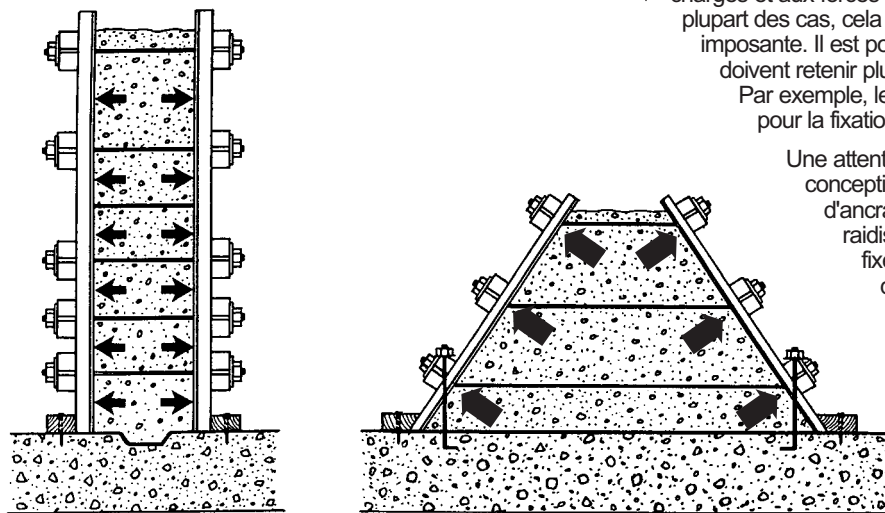


Figure 190 — Pression du béton sur coffrage vertical et coffrage taluté  
(Remarquez les ancrages d'expansion arrimant le coffrage taluté)

supérieur qui poussera les deux côtés l'un contre l'autre, à moins qu'ils soient adéquatement appuyés ou distancés à l'aide d'étréssillons. Les coffrages doivent être conçus de façon à résister à de telles pressions. Lors du coulage, assurez-vous de ne pas retirer les étréssillons avant que le béton n'ait rempli au moins les deux tiers de la hauteur du coffrage.

Lors de l'utilisation de caissons de coffrage, par exemple, pour les couvercles monopieces destinés aux tunnels à tranchée ouverte, les poussées latérales causées par la variation de la vitesse du coulage doivent être annulées par des contrefiches. La résistance à ces poussées requiert l'entretoisement et

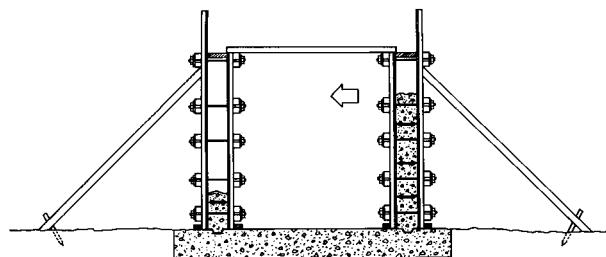


Figure 191

Coffrages de tunnel à tranchée ouverte avec contrefiches et étréssillons de chaque côté l'étayage de la structure (figure 191).

La conception des coffrages doit s'effectuer en tenant compte du décoffrage et du retrait, ainsi que du coulage. Des plaques d'écrasement et des bandes de support doivent être utilisées dans les coins des formes en bois, comme aux intersections dalle/colonne ou dalle/mur (figure 192). Les plaques et bandes se retirent facilement à l'aide d'une barre de démolition et, lorsqu'elles ont été retirées, facilitent grandement le décoffrage des panneaux adjacents.

Les bandes doivent être d'une dimension telle à offrir un espace aux abords des panneaux suffisant à y insérer une barre de démolition.

La conception doit tenir compte de la maniabilité des composantes des coffrages destinés à l'assemblage ou au démontage par manutention manuelle. En plus de leur poids élevé, les panneaux de coffrage sont encombrants (figure 193). Une conception réaliste commande la considération autant de la taille et que du poids des panneaux.

La conception d'un panneau de coffrage ou d'une banche à hisser tout d'un bloc doit prévoir une résistance adaptée aux charges et aux forces dues au levage (figure 194). Dans la plupart des cas, cela signifie la conception d'une structure plus imposante. Il est possible que les dispositifs de fixation doivent retenir plus d'attention à l'étape de la conception. Par exemple, le clouage simple peut s'avérer insuffisant pour la fixation des feuilles de contreplaqué.

Une attention particulière doit également viser la conception, la fabrication et l'utilisation de points d'ancrage destinés au levage. Renforts et raidisseurs doivent également être solidement fixés aux coffrages. Les ancrages de levage doivent se situer de façon à faciliter le positionnement des panneaux lors de l'installation, de la mise en place du béton et du démontage.

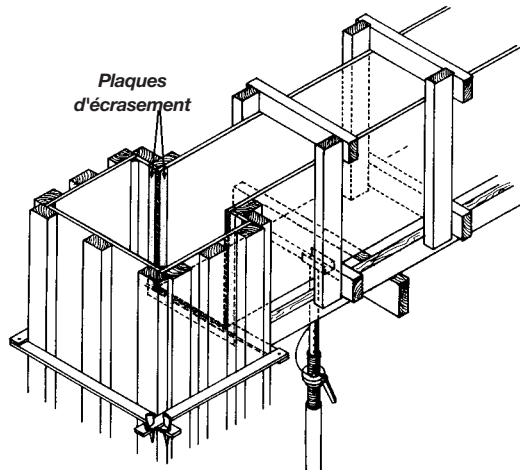


Figure 192 — Plaques d'écrasement

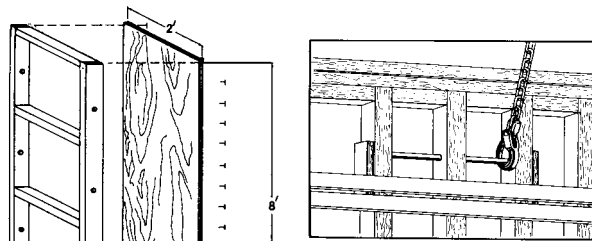


Figure 193 — Panneau de coffrage

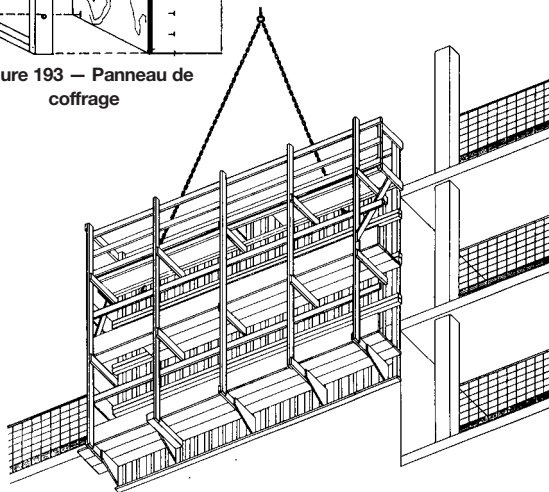


Figure 194 — Coffrages levés d'un bloc

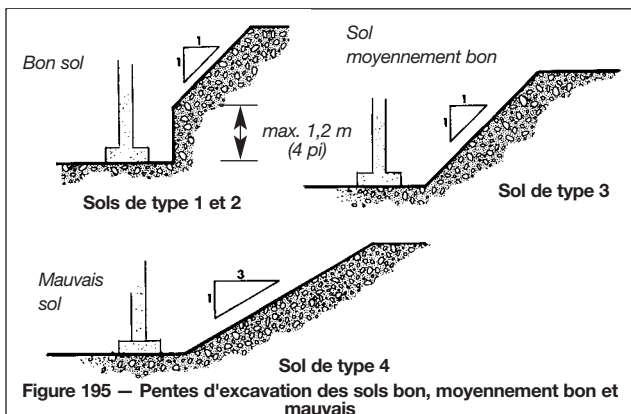


Figure 195 — Pentes d'excavation des sols bon, moyennement bon et mauvais

## Types de coffrages

### Souterrain

La stabilité des murs des excavations est l'aspect le plus important du coffrage souterrain. Les murs doivent être étayés ou inclinés selon le type de sol, tel qu'il est défini dans le règlement sur les projets de construction (règl. Ont. 213/91). La figure 195 illustre les différents types d'inclinaison.

Dans la plupart des cas, l'étayage doit être conçu par un ingénieur. Les ingénieurs peuvent également spécifier les pentes des excavations. Dans les deux circonstances, les plans des devis doivent être conservés sur le chantier.

Les excavations doivent être en grande partie maintenues sèches. L'eau doit y être évacuée. La boue dans les lieux de travail et les surfaces destinées à recevoir le béton doit être retirée et remplacée par un matériau granulaire compacté. La boue représente un danger de glissade et peut compromettre l'intégrité des structures si elle n'est pas retirée ou remplacée.

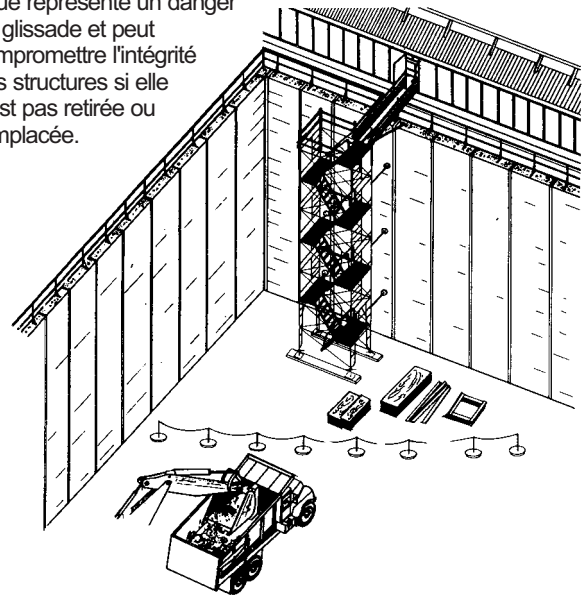


Figure 196

Coffrages isolés des autres travaux par un cordage

Étant donné que la boue doit être retirée avant le coulage du béton, aussi bien la retirer avant les travaux de coffrage, ce qui réduira d'autant les risques de glissade aux deux étapes.

L'eau et la boue ajoutent également aux dangers d'ordre électrique. La mise à la masse et l'isolation doivent être efficaces et intactes. La loi exige que tous les outils portatifs utilisés à l'extérieur ou dans des endroits exposés à l'eau soient munis de disjoncteurs de fuite à la terre (GFCI).

Le travail de coffrage des semelles de fondation et des murs porteurs débute souvent avant que l'excavation soit terminée. Les camions et la machinerie d'excavation représentent une menace de collision ou d'écrasement pour les travailleurs au sol.

Lorsque cela est possible, les travaux de coffrage doivent être isolés par cordon de sécurité des autres travaux tels que l'excavation ou le battage des pieux (figure 196). On recommande fortement d'utiliser des rampes d'accès différentes de celles des travailleurs pour les véhicules. Les escaliers sont une meilleure solution de rechange pour les ouvriers à pied.

Des lisses d'assise doivent soutenir toute structure d'étayage ou de contreforts posée sur le sol de l'excavation (figure 197). La lisse doit porter sur le sol sur toute sa longueur. Les lisses ne doivent pas servir d'ouvrages de franchissement des trous ou des surfaces irrégulières. Pour assurer l'appui uniforme, le sol doit être nivelé avant d'accueillir les lisses.

Le sol doit avoir la capacité de soutenir les charges qui y sont posées. Une telle information peut ou non être indiquée dans les plans du devis.

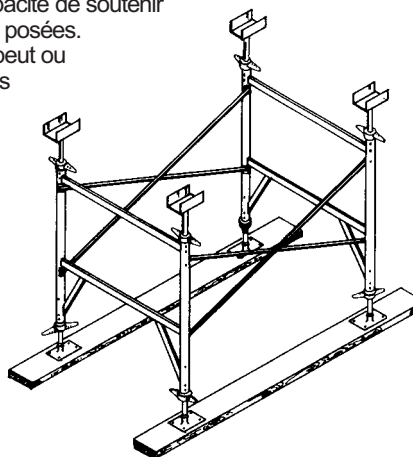


Figure 197  
Lisses d'assise de 2 po x 10 po sous cadres d'étagage  
Capacité portante du bon sol – Charge moyenne

Réaction d'appui in situ des sols secs (estimation prudente)	
Argile et glaise	1 200 lb/pi <sup>2</sup>
Sable	4 000 lb/pi <sup>2</sup>
Sable pierreux	6 000 lb/pi <sup>2</sup>
Gravier	8 000 lb/pi <sup>2</sup>

Les sols soutenant des contrefiches ou des étais doivent être compactés et classés comme étant au moins bons (sol cohérent, dur et dépourvu d'eau). On recommande les conseils d'un expert, qui pourraient s'avérer nécessaires pour des structures massives telles que les assises du matériel élevé, étayées au niveau du sol ou sous ce niveau.

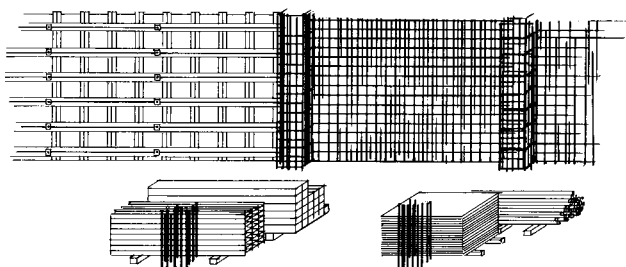


Figure 198  
Entreposage, accès et emplacement bien planifiés

Dans de telles circonstances, les coffrages sont souvent construits sur place. Doivent faire l'objet d'une planification, l'entreposage adéquat du matériel et de l'équipement, le retrait des déchets et des débris, ainsi que l'assurance d'un accès sûr et efficace (figure 198). Parce qu'on travaille souvent à l'étroit et que les déchets s'accumulent rapidement, il est important de nettoyer à mesure que le travail progresse.

**Banches**

La construction des banches érigées sur place se révèle dangereuse. Notons parmi les risques

- goujons émergeant des dalles de béton ou des semelles de fondation
- surfaces de travail et aires d'accès instables à cause d'une mauvaise planification
- manutention manuelle du matériel lourd tel que feuilles de contreplaqué, panneaux, raidisseurs, contenants de tirants cassables, cales et plaques
- surfaces glissantes au niveau du sol et sous ce niveau
- conception inadéquate
- vices de construction.

La meilleure protection contre les goujons prend la forme d'encadrements de bois d'œuvre d'au moins 1 1/2 pouce d'épaisseur, maintenus en place par des fils métalliques (figure 199).

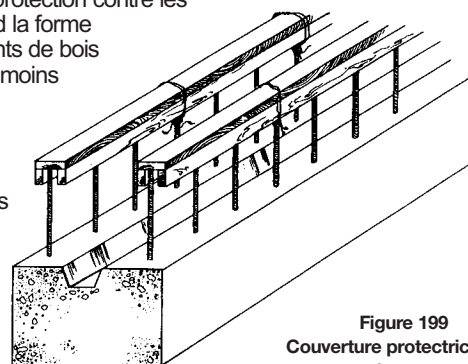


Figure 199  
Couverture protectrice sur goujons

**Début du coffrage**

Les premières étapes du coffrage demandent toujours un effort manuel intense et exigeant. Elles requièrent un nombre de travailleurs suffisant à éviter le surmenage et les blessures.

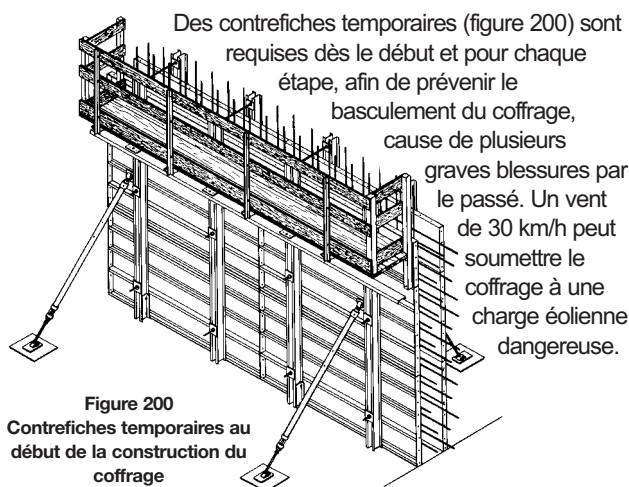


Figure 200  
Contrefiches temporaires au début de la construction du coffrage

Des contrefiches temporaires (figure 200) sont requises dès le début et pour chaque étape, afin de prévenir le basculement du coffrage, cause de plusieurs graves blessures par le passé. Un vent de 30 km/h peut soumettre le coffrage à une charge éolienne dangereuse.

La planification de l'accès aux banches est souvent déficiente. Les coffrages de plus de deux mètres de hauteur devront comporter des plateformes pour les ouvriers de mise en place du béton. Ces plateformes peuvent également servir à finaliser les sections supérieures du coffrage.

Une autre solution est l'échafaudage modulaire, qui peut aussi

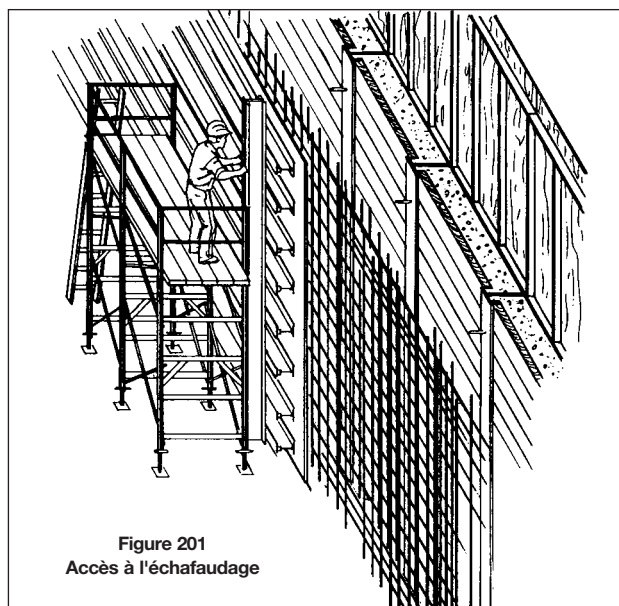
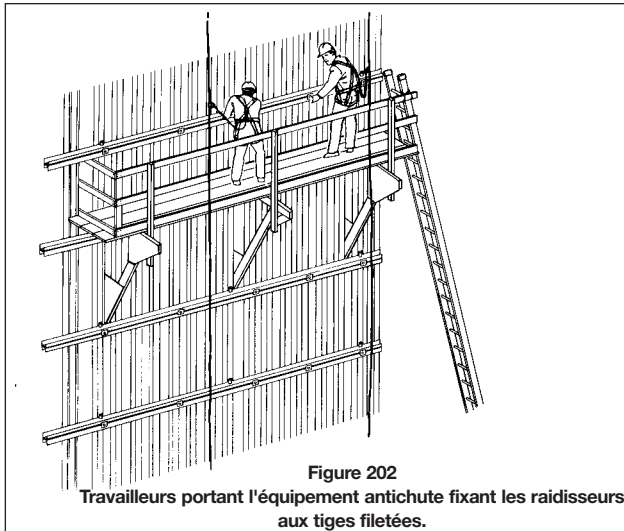


Figure 201  
Accès à l'échafaudage

servir à l'installation de l'armature d'acier.

Un système antichute ou des garde-corps sur l'échafaudage doivent être utilisés pour le travail à une hauteur de plus de 3 mètres (10 pieds) ou lorsqu'il y a risque de chute sur une structure dangereuse telle que les goujons saillants (figure 202). Dans certaines situations, la protection contre les chutes s'impose lorsque la hauteur s'établit à 2,4 mètres (8 pi) ou plus. (Consultez le chapitre traitant des garde-corps.)



**Figure 202**  
Travailleurs portant l'équipement antichute fixant les raidisseurs aux tiges filetées.

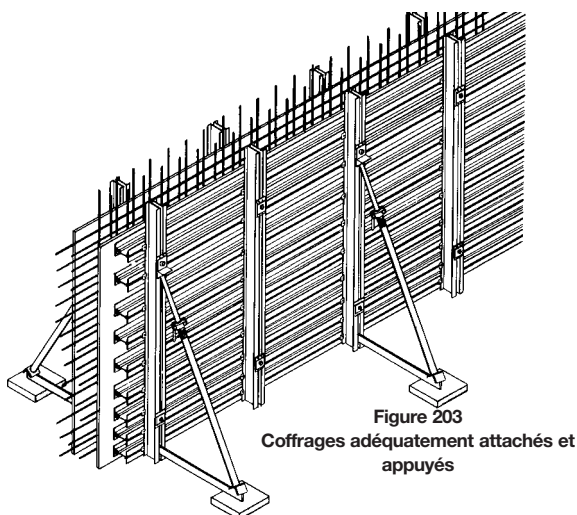
Les pièces de matériel doivent être distribuées le long du lieu de l'ouvrage pour éviter la manutention redondante. Les zones de circulation et de travail doivent cependant demeurer dégagées pour assurer la sécurité du déplacement et de l'installation du matériel.

### Fabrication du coffrage

Les banches doivent être érigées conformément à la conception. La conception doit clairement indiquer ce qui est requis.

Certaines banches sont conçues pour des vitesses précises de coulage du béton exprimées en mètres à l'heure (m/h). Une banche où le béton est coulé à une hauteur d'un mètre en une heure aurait une vitesse de coulage d'un m/h. Les vitesses de coulage inférieures réduisent les pressions sur le coffrage parce que le béton des niveaux inférieurs a commencé à prendre.

Assurez-vous que les tirants et pièces d'appui sont installés là où l'indiquent les dessins du devis. Les tirants doivent être tendus. Les jambes de force doivent être fixées fermement aux coffrages et calées ou bloquées sur des assises qui ne pourront s'enfoncer ni se déformer sous la charge (figure 203).



**Figure 203**  
Coffrages adéquatement attachés et appuyés

Les plateformes de coffrage doivent être

- en mesure de supporter une charge d'au moins 50 livres/pied<sup>2</sup>
- adéquatement supportées
- munies de garde-corps
- fixées à chaque niveau où s'effectueront des travaux tels que le coulage ou le décoffrage.

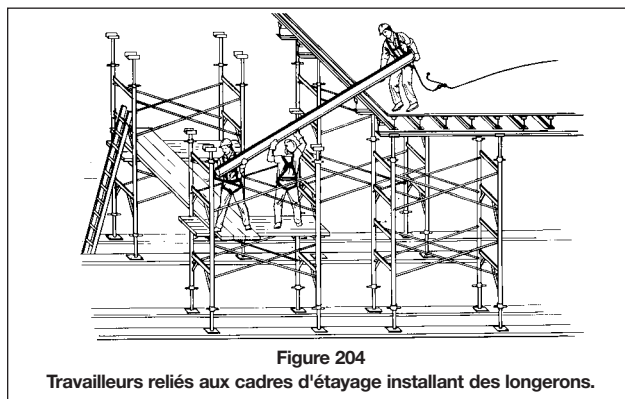
Les pressions de conception recommandées pour les différentes vitesses de coulage et conditions climatiques sont indiquées dans la norme S269.3 *Coffrage pour béton* de la CSA. La norme définit un certain nombre d'autres aspects liés à la conception que le personnel sur le terrain doit consulter.

### Tables de coffrage et ouvrages provisoires construits sur place

Les chutes représentent le plus grand danger lié aux tables de coffrage. Les blessures sont également liées à la manutention manuelle du matériel et des éléments lourds.

Les coffrages construits sur place doivent habituellement être démontés sur place. Il faut tenir compte de cette règle à l'étape de la construction. La stabilité peut également être un facteur déterminant lorsque la structure est élevée, lorsqu'elle supporte de lourdes charges ou lorsqu'elle repose sur une pente, comme dans le cas des ponts ou des passerelles.

Il est difficile d'offrir une protection antichute aux travailleurs construisant des tables de coffrage sur place. Voilà pourquoi il est essentiel de planifier lors des étapes de conception et d'érection.



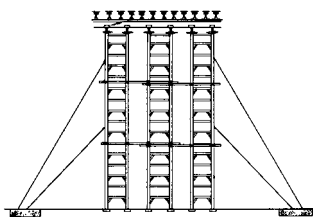
**Figure 204**  
Travailleurs reliés aux cadres d'étagage installant des longerons.

Les travailleurs doivent porter un harnais de sécurité muni d'un cordage reliant la structure du coffrage (figure 204). Cela signifie s'attacher à la structure d'appui là où sont construites des structures d'étagage, à un filin de sécurité lors de la mise en place des panneaux de contreplaqué depuis les bords d'attaque, ceinturer les coffrages de garde-corps ou s'attacher à la structure d'appui lors de sa consolidation à l'aide de tubes et de brides. N'attendez pas que la structure soit terminée avant de vous attacher. Assurez-vous d'utiliser l'équipement antichute à toutes les étapes de la construction des coffrages.

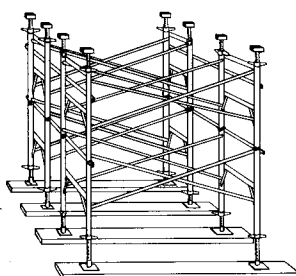
Lorsque cela est possible, des grues ou autres machineries doivent être utilisées pour le déplacement du matériel afin d'éviter les tâches manuelles de transport, de levage et de la manutention.

Les tours d'étagage commandent une attention particulière.

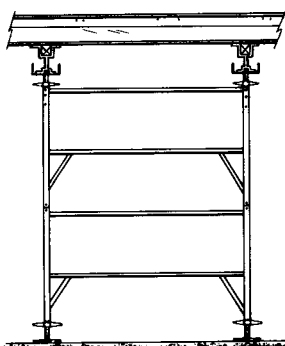
- Les tours doivent demeurer stables au cours de la construction et du démontage. Le maintien de leur stabilité peut exiger l'installation de haubans (figure 205).
- Si les tours doivent être reliées ensemble et étayées horizontalement, la tâche doit s'accomplir à mesure que progresse le travail (figure 206).
- L'inclinaison maximale des tours d'étagage et des étais ne doit pas s'écarter du fil à plomb de plus de 1/8 po aux 3 pieds.
- Les tours d'étagages doivent être serrées contre les longerons à l'aide de plaques d'assise et d'étriers réglables (figure 207).



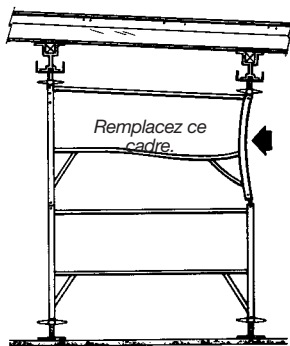
**Figure 205**  
Tours élevées haubanées



**Figure 206**  
Traverses de fixation tubulaires à brides pour tours d'échafaudage



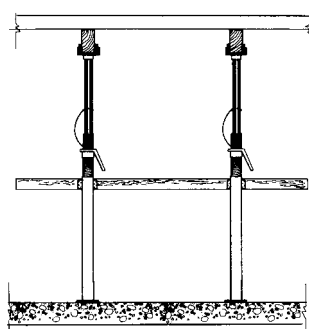
**Figure 207**  
Tour d'échafaudage type à longerons, plaques d'assise et étriers réglables



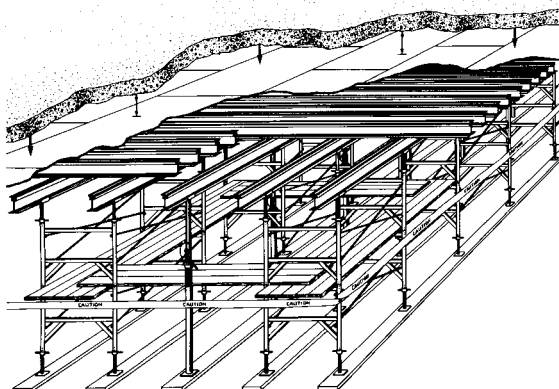
**Figure 208**  
Cadre déformé

- Si les cadres ne s'appuient pas fermement les uns sur les autres après le resserrement, l'un ou plusieurs d'entre eux présentent un faux équerage et doivent être remplacés.
- Les étais à montant unique doivent être correctement appuyés sur les côtés (figure 209). Les structures d'échafaudage à montants individuels dans les puits d'escalier et balcons peuvent nécessiter des contrefiches latérales.

Les appuis destinés aux coffrages construits sur place sont souvent mis de côté délibérément afin de permettre l'exécution d'autres travaux. Il pourrait s'agir d'une rangée d'étais à montants individuels mise de côté jusqu'à la fin d'une tâche à effectuer plus bas. Inversement, une zone peut être temporairement appuyée d'étais individuels durant la construction



**Figure 209**  
Échafaudages à montants uniques et contrefiches latérales



**Figure 210**  
Deux rangées de cadres d'échafaudage avec étais centraux

qui seront plus tard remplacés par une tour d'échafaudage.

Dans ces situations et d'autres cas de coffrage partiel, les lourdes charges posées temporairement, telles que des lots de barres d'armature ou piles de contreplaqué, ne doivent pas être déposées sur la structure. Même avec des coffrages complets, assurez-vous que le matériel déposé ne surcharge pas la structure.

**Coffrages volants**

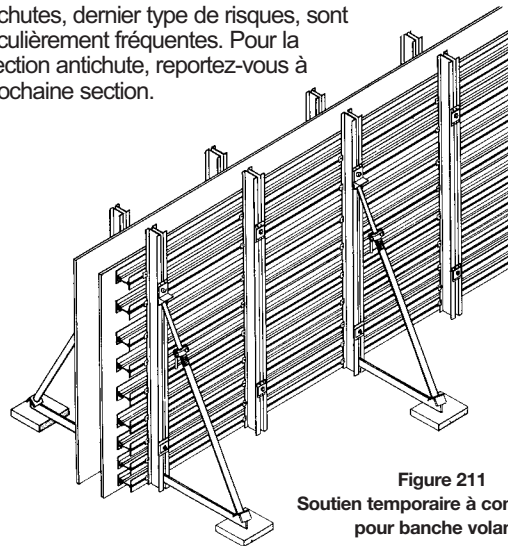
Les coffrages volants doivent toujours être conçus par un ingénieur accrédité et construits, hissés, transportés et mis en place exactement selon les directives du concepteur ou du fabricant.

Des utilisations de coffrages conçus pour des planchers typiques à des fins non typiques ont provoqué de graves accidents. Avant d'utiliser un coffrage volant dans des conditions non typiques, consultez le concepteur ou le fabricant. Les banches ne doivent pas être rallongées ou élargies, par exemple, et les panneaux ne doivent pas servir de coffrage à porte à faux sans qu'on ait d'abord consulté un professionnel. De telles situations se rencontrent habituellement dans les appartements-terrasses ou locaux d'installations mécaniques, où les hauteurs des murs et des plafonds dépassent celles destinées aux planchers typiques.

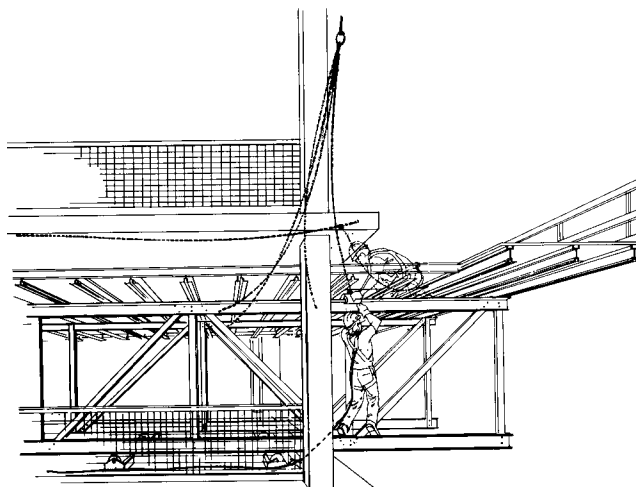
À part l'utilisation impropre, les dangers associés aux coffrages volants sont liés

- à la stabilité durant la fabrication initiale
- aux pièces installées entre les panneaux de coffrage
- au décoffrage, au déplacement et à la réinstallation.

Les chutes, dernier type de risques, sont particulièrement fréquentes. Pour la protection antichute, reportez-vous à la prochaine section.



**Figure 211**  
Soutien temporaire à contrefiches pour banche volante



**Figure 212** – Aide du travailleur plus haut

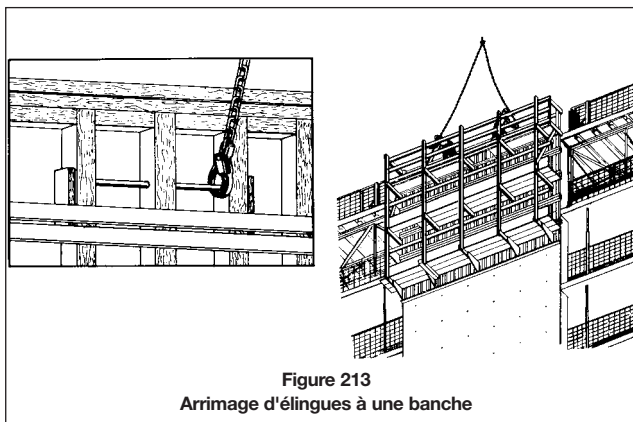


Figure 213  
Arrimage d'élingues à une banche

Bien que le coffrage volant est conçu de façon à demeurer stable lorsqu'il est terminé, il est possible que cette stabilité fasse défaut lors de sa fabrication ou de son érection. Des contreforts ou l'appui temporaire à l'aide d'une grue peuvent s'avérer nécessaires à assurer sa stabilité durant certaines étapes de la construction (figure 211).

On peut installer, par exemple, des poutres-fermes supportant une assise de coffrage volant. Les poutres-fermes doivent être maintenues à la verticale afin d'être reliées ou détachées. Si elles ne sont pas bien supportées, elles peuvent chuter sur les ouvriers. Le vent peut aussi projeter les poutres-fermes et les panneaux muraux durant le montage ou le démontage.

Le travail avec les coffrages volants requiert l'espace suffisant à l'empilage du matériel et des composantes. En plus d'être difficile, le travail dans les espaces restreints reste dangereux.

## Protection contre les chutes — Coffrages volants

Un dispositif antichute doit être utilisé lorsqu'un travailleur

- installe un coffrage
- pousse un panneau en direction du bord du coffrage
- reçoit un panneau provenant du bord du coffrage
- aide d'autres travailleurs à fixer des ferrures de montage telles que les élingues (figure 212)
- monte ou quitte la structure
- boulonne ou déboulonne les banches des murs extérieurs et des cages d'ascenseur (figure 213)
- monte un panneau pour fixer des élingues aux ancrages de levage (figure 214).

Le dispositif antichute de chaque ouvrier doit relier un point d'ancrage individuel non situé sur le coffrage volant. Les entrepreneurs peuvent créer des points d'ancrage en coulant des barres d'armature dans les colonnes ou autres surfaces devant être subséquentement recouvertes ou remplies (figure 215).

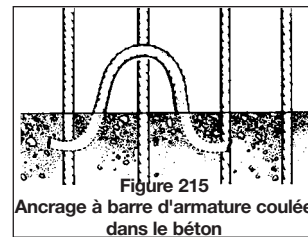


Figure 215  
Ancrage à barre d'armature coulée dans le béton

## Sécurité sous les coffrages volants

La section précédente traitait des travailleurs œuvrant à la mise en place des coffrages. Mais il faut également prendre des précautions pour protéger autant les travailleurs œuvrant sous les opérations de levage que le public en général, car les coffrages survolent souvent les trottoirs et les rues. La protection la plus efficace des travailleurs est d'encercler d'un cordage la zone au sol afin d'y empêcher l'accès. La circulation des piétons sur les trottoirs, ainsi que celle des véhicules le cas échéant, doit être déviée de la zone pendant que s'effectue le levage.

## Communication

Les coffrages volants sont lourds, volumineux et encombrants. Leur levage et leur déplacement en sécurité supposent une

communication claire et fiable. Même la signalisation manuelle est souvent nécessaire, la communication radio directe entre l'équipe de travail et l'opérateur de la grue s'avère plus précise et efficace. Il n'est pas recommandé de recourir seulement aux signaux manuels.

## Décoffrage

### Généralités

Le décoffrage représente probablement la tâche la plus dangereuse de la construction avec le béton. Notons parmi les risques

- chute de matériel
- matériel et équipement sous les pieds
- manutention manuelle de coffrages, panneaux ou autres ouvrages lourds ou encombrants
- décoffrage à l'aide de leviers appuyés sur le béton présentant des risques d'étendue excessive, de perte d'équilibre, de glissements et de chutes.

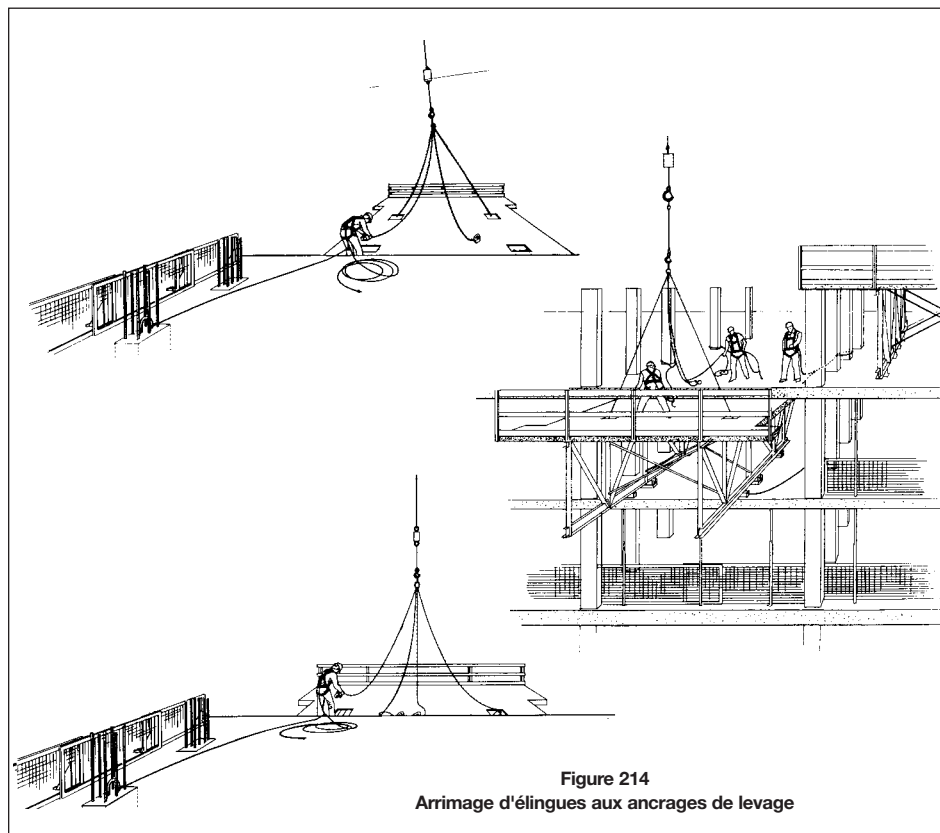


Figure 214  
Arrimage d'élingues aux ancrages de levage



On peut diminuer les risques en

- planifiant et prévoyant le décoffrage lors de la conception et de la construction des coffrages
- fournissant les installations et l'équipement destinés au retrait du matériel à mesure que progresse le décoffrage
- procurant à l'équipe de décoffrage les outils et l'accès appropriés à la tâche
- formant adéquatement le personnel sur cet aspect et les autres aspects du coffrage.

La conception des formes peut incorporer des plaques d'écrasement et des bandes de support pour faciliter le retrait aux intersections difficiles des colonnes, des poutres et des banches. Ensuite, une utilisation généreuse d'huiles de décoffrage facilitera davantage le retrait.

Lorsque cela est possible, le matériel et les débris doivent être retirés de la zone à mesure que la tâche progresse. Cela évitera de marcher sur des obstacles laissés derrière sur le sol ou le plancher, ou de les contourner.

Des chariots ou des conteneurs mis à la disposition de l'équipe peuvent aider au retrait du matériel et éviter le soulèvement et le portage. Les chariots chargés du matériel peuvent être poussés à l'écart. Une grue peut retirer les conteneurs chargés du matériel.

En plus d'être inutile, gravir des coffrages partiellement décoffrés représente un danger. Du matériel d'accès sécuritaire, tel qu'échafaudages sur roues ou plateformes élévatrices motorisées, doit être fourni lors du décoffrage en hauteur.

L'insuffisance de l'éclairage peut quelquefois représenter un danger lors du décoffrage. La meilleure solution réside probablement dans l'utilisation de supports d'éclairages mobiles, puisque les guirlandes d'ampoules peuvent facilement chuter et se briser lorsqu'elles sont heurtées lors du décoffrage.

Lorsque cela est possible, l'équipe de décoffrage doit être restreinte. Cela est particulièrement important en présence de coffrages démontables. Les petites équipes permettent à chaque membre de savoir ce que les autres effectuent. Les travailleurs risquent moins d'interférer dans le travail des autres. On recommande des équipes de deux ou trois ouvriers pour les coffrages démontables. Si plusieurs travailleurs sont requis, ceux-ci peuvent toujours être divisés en petites équipes destinées à des endroits séparés.

Les zones où s'effectue le décoffrage doivent être inaccessibles aux autres corps de métiers et autres travaux. Étant donné le nombre des risques en cause, la zone doit être encerclée d'un cordage et identifiée par des panneaux d'avertissement.

### Systèmes de tables démontables

Le fait que la plus grande part du travail s'effectue sous le coffrage complique la tâche. L'aménagement type fait appel à des cadres d'étagage ou une combinaison de cadres d'étagage et de vérins.

Lorsque cela est possible, le travail doit débuter sur l'un des côtés. Cela revient à retirer une rangée de coffrages supportés par une rangée de longerons des cadres d'étagage.

La première étape consiste à dégager les plaques d'assise réglables et étriers de l'une des sections, ce qui abaissera en conséquence les longerons, les poutrelles et le contreplaqué (figure 216).

Dans la pratique, toutefois, le contreplaqué collera, surtout autour des poutres, des dessus des colonnes et aux endroits semblables. Lorsque cela est possible, les panneaux coincés doivent être retirés avant le démantèlement de la structure d'étagage.

Le décoffrage doit s'effectuer dans un ordre inverse à celui de l'érection. Le contreplaqué doit être enlevé en premier, ensuite les poutrelles et les longerons. Les derniers éléments à retirer seront les cadres d'étagage.

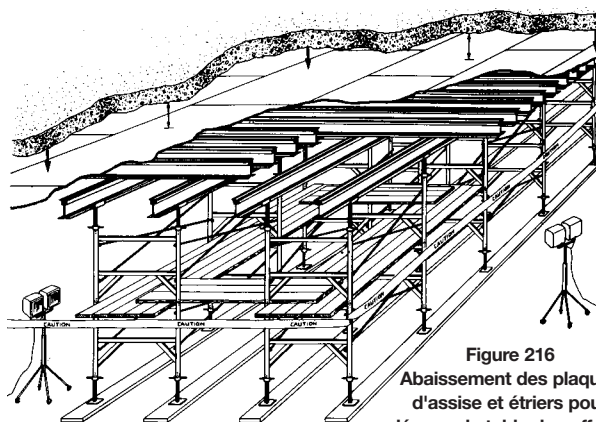


Figure 216  
Abaissement des plaques  
d'assise et étriers pour  
dégager la table de coffrage

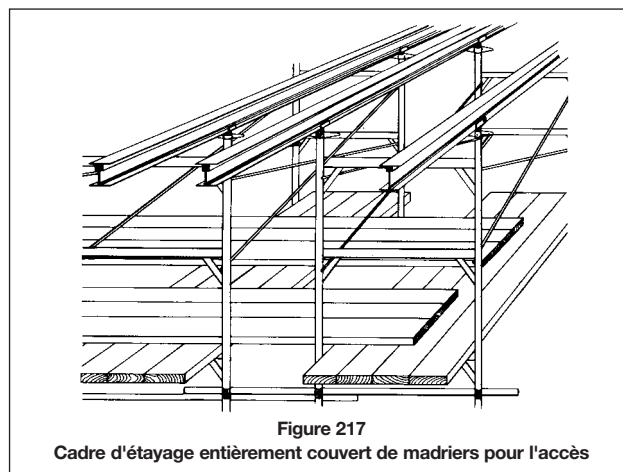


Figure 217  
Cadre d'étagage entièrement couvert de madriers pour l'accès

Lorsque des échafaudages ou des cadres d'étagages servent à l'accès, la plateforme doit être entièrement couverte de madriers (figure 217). Sinon, les madriers peuvent se déplacer et glisser lorsque les travailleurs tirent ou font levier sur les pièces de coffrage au risque de perdre l'équilibre ou de chuter. Plusieurs blessures ont été causées de la sorte.

La zone où débute le décoffrage doit permettre un accès destiné au retrait du matériel à mesure qu'il est démonté.

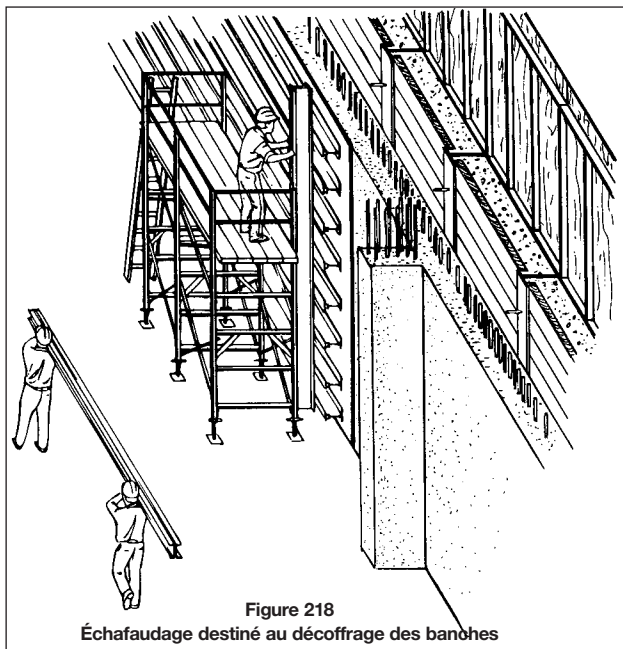


Figure 218  
Échafaudage destiné au décoffrage des banches

Une bonne formation, des coffrages bien conçus, des installations d'accès sécuritaires et le nettoyage immédiat en continu peuvent contribuer à réduire les risques liés au décoffrage des tables démontables.

## Banches construites sur place

Ces coffrages sont souvent de hauteur moyenne. Les types plus élevés font habituellement appel à de grands panneaux érigés et retirés à l'aide d'une grue plutôt que manuellement.

Les banches de coffrage construites sur place sont habituellement un assemblage de montants et raidisseurs reliés par un certain type d'attaches.

Là où les ouvriers ne peuvent accéder au haut d'un mur, on doit prévoir des échafaudages destinés au retrait des raidisseurs des niveaux supérieurs (figure 218). L'accès sécuritaire est primordial au démontage et à la manutention manuelle des raidisseurs, souvent longs, lourds et gorgés d'eau.

Le matériel doit ensuite être immédiatement mené vers une zone de cueillette.

## Inspection

Avant le début du coulage, les coffrages doivent être inspectés et approuvés par le concepteur ou une personne de compétence pour assurer que leur fabrication favorise le travail sécuritaire et respecte les exigences de l'ouvrage.

En Ontario, les coffrages nécessitant la conception par un ingénieur doivent être inspectés par un ingénieur ou un travailleur de compétence désigné. Ce travailleur peut ne pas être un ingénieur.

Il doit y avoir une production d'un rapport indiquant que les coffrages ont été ou non construits selon la conception. Toute irrégularité doit être discutée avec l'ingénieur concepteur avant le début des travaux de coulage.

Peu importe la responsabilité particulière, il est dans l'intérêt de tous d'assurer que les coffrages ont été inspectés par une personne de compétence quant à leur fabrication, leur stabilité et leur conformité aux plans et spécifications des devis.

L'inspection doit débiter au moment de la construction des coffrages et durer jusqu'à la fin de la mise en place du béton.

Il est préférable de vérifier inclinaisons et pentes à l'étape de construction des coffrages. Les structures d'étagage doivent respecter les limites d'alignement indiquées dans les plans des devis. L'inclinaison et la pente doivent également être vérifiées à l'étape du coulage pour déterminer si le coffrage subit ou non un glissement ou un gondolage.

Il est préférable de vérifier les éléments spéciaux comme les poutres, les chapiteaux de colonne et les accessoires insérés durant la construction. Retarder l'inspection jusqu'à la fin de la fabrication du coffrage peut masquer certains éléments ou compliquer leur vérification.

## Colonnes

Vérifiez que

- les bonnes dimensions et bons types de matériel sont utilisés
- les fixations ou les brides des colonnes sont conformes aux plans du devis
- l'espacement des fixations ou des brides s'effectue au vu d'une évaluation raisonnable de la pression du béton (habituellement, les colonnes sont conçues pour soutenir une charge hydrostatique totale de 150 livres/pied<sup>2</sup> multipliée par la hauteur en pieds)
- les colonnes sont convenablement appuyées là où elles ne sont pas fixées à une structure de table de coffrage.

**Remarque :** Pour obtenir plus de renseignements, consultez la norme S269.3 de la CSA, intitulée *Coffrage pour béton* ou la norme de l'American Concrete Institute (ACI), intitulée *Formwork for Concrete* (SP-4).

## Banches

Vérifiez que

- le matériel et toute composante fabriquée en usine respectent les plans du devis (taille et espacement des montants, raidisseurs et tirants essentiels à la sécurité)
- les tirants sont resserrés avant le début du coulage
- les cales des assemblages de calage sont serrées
- les écrous des dispositifs filetés sont serrés
- les contrefiches sont conformes aux plans du devis
- les coffrages autoportants sont consolidés afin d'assurer la stabilité et la résistance aux charges durant le placement du béton
- les vitesses de coulage spécifiées ne sont pas dépassées (les banches sont souvent conçues pour des vitesses de coulage précises; le dépassement de ces vitesses peut provoquer la rupture ou l'effondrement).

## Tables de coffrage

Ce type de coffrage représente la plus grande menace à la sécurité des coffreurs. Qu'ils soient attribuables aux vices de conception, aux modifications sur place ou à l'absence d'inspections, les effondrements de table de coffrage ont été la cause de nombreuses blessures et pertes de vie.

Une inspection appropriée exige la connaissance, l'expérience et l'aptitude permettant

- 1) de distinguer les différents types de matériel et d'éléments d'étagage
- 2) de lire et interpréter les plans des devis
- 3) d'identifier et d'examiner avec le concepteur toute irrégularité apparente ou réelle des composantes telles que les cadres d'étagage.

Vérifiez que

- les poutres sous mur portant et les lisses d'assise sont adéquatement dimensionnées et situées
- les situations de sol à risque, telles que l'humidité excessive, le gel et les sols non compactés, sont rapportées et examinées avec le concepteur
- les cadres d'étagage et les vérins sont situés et alignés conformément aux tolérances spécifiées dans les plans
- les cadres d'étagage et vérins ne s'écartent du fil à plomb pas plus de 1/8 po aux 3 pieds
- les plaques d'assise réglables des cadres d'étagage et vérins sont resserrés
- les étriers sont calés en place
- les longerons sont des dimensions et numéros spécifiés, et les supports correctement espacés
- les longerons d'aluminium ne comportent pas des rebords tordus ou d'autres dommages
- les poutrelles sont des dimensions spécifiées et correctement espacées
- les structures de consolidation et d'étagage au bas des poutres et aux chapiteaux sont construites conformément au devis
- les contrefiches latérales sont pourvues là où il y a besoin (par exemple, pour les coffrages autoportants des ponts et des viaducs)
- les surfaces portant des contrefiches latérales sont adéquates, c'est-à-dire, semelles fermes ou sols bien compactés
- les charges temporaires, telles que les barres d'armatures, n'exercent pas une surcharge évidente sur l'ouvrage.

## Placement du béton

L'inspection des coffrages doit continuer durant le placement du béton. Tout signe de déplacement, d'écrasement ou de gondolage représente une menace. Le coulage doit s'interrompre jusqu'à ce que la situation soit corrigée.

Surveillez les signes avant-coureurs suivants :

- déplacement d'un étau à montant unique d'une table de coffrage
- déplacement ou gondolage des contrefiches latérales des étais à montant unique
- déplacement des longerons sur les étriers
- écrasement des longerons en bois sur les étriers (figure 219)
- étayages mal appuyés sous les longerons
- gondolage des longerons entre les supports (figure 220)
- gondolage des raidisseurs ou des renforts des banches
- bombage des banches
- écrasement des raidisseurs ou des renforts au niveau des plaques de répartition des tirants
- déplacement des banches
- soulèvement des coffrages talutés
- vitesses de coulage dépassant les spécifications de la conception.

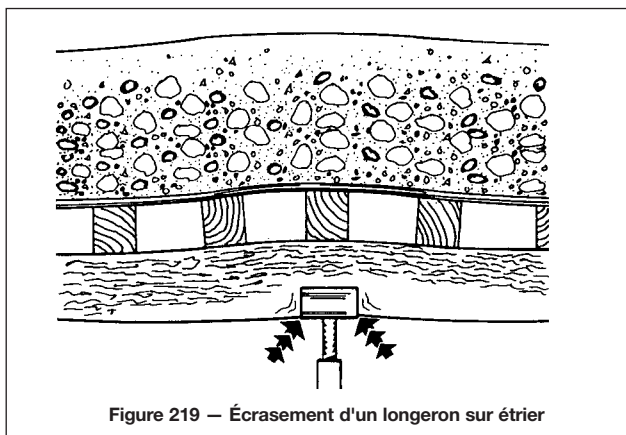


Figure 219 — Écrasement d'un longeron sur étrier

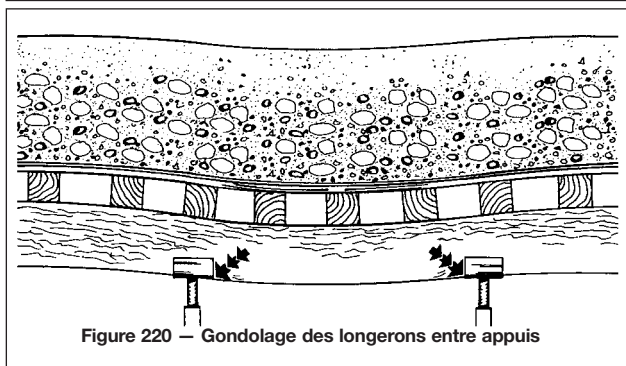


Figure 220 — Gondolage des longerons entre appuis