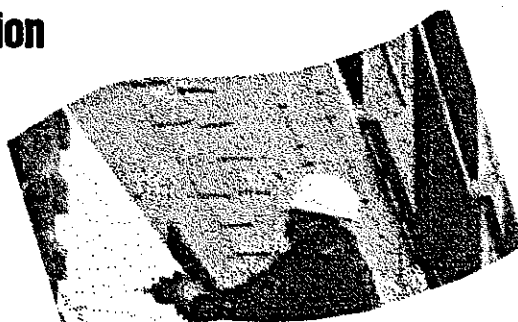


# Échafaudages pour la construction de bâtiments de quatre étages ou moins

Analyse du travail  
avec les équipements existants  
et étude de leur sécurité



## ÉTUDES ET RECHERCHES

Daniel Imbeau

Mai 1997

R-143

RAPPORT



**IRSST**  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité

## 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.

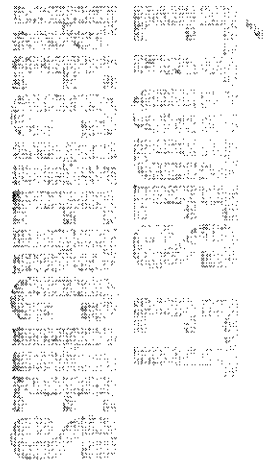
Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

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](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche en santé  
et en sécurité du travail du Québec,

# **Échafaudages pour la construction de bâtiments de quatre étages ou moins**

**Analyse du travail  
avec les équipements existants  
et étude de leur sécurité**

**Daniel Imbeau  
Université du Québec à Trois-Rivières**

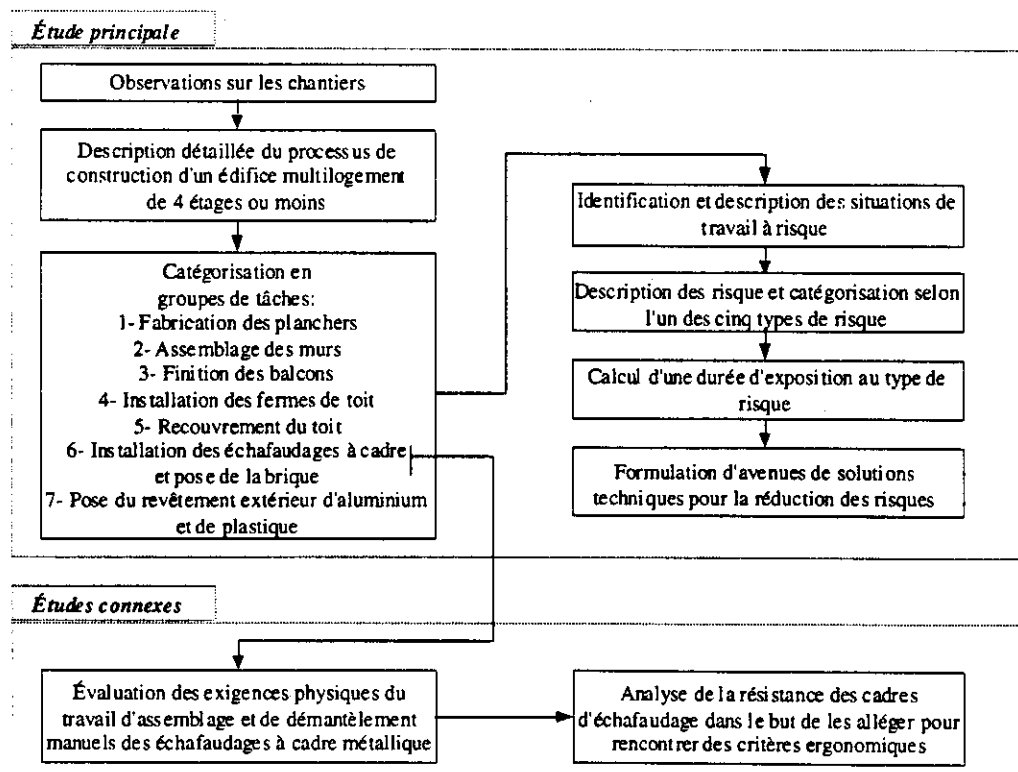


**RAPPORT**

## SOMMAIRE

Une revue de la littérature a permis de relever de nombreuses études portant sur les accidents de travail dans l'industrie de la construction de divers pays. Ces études rapportent un grand nombre d'accidents associés à l'utilisation des échafaudages ce qui met en évidence l'existence de problèmes de sécurité inhérents à ces équipements. Les accidents par chute apparaissent les plus fréquents et les plus graves avec ces équipements. Les accidents par efforts excessifs entraînent de plus, des blessures graves et sont relativement nombreux. Quelques études rapportent que le taux de prévalence des maux de dos est parmi les plus élevés chez les travailleurs spécialisés dans l'installation et le démantèlement d'équipements d'échafaudage. Ces travailleurs sont aussi parmi les plus jeunes de toute l'industrie de la construction ce qui suggère que très rapidement, ces travailleurs quittent ce métier pour un travail moins dur. Ces études décrivent les accidents par grande catégorie et selon leur fréquence. Elles décrivent aussi les causes possibles des accidents par catégories d'objet ou d'actions. Cependant, ces catégories demeurent habituellement très générales, car les études portent sur l'ensemble de l'industrie de la construction laquelle regroupe des secteurs aux caractéristiques très différentes. Par ailleurs, d'autres études soulignent le fait que dans le secteur résidentiel/domiciliaire, les mesures de sécurité sont pratiquement inexistantes et que les équipements et méthodes de travail qui y sont utilisés ne sont souvent pas adaptés aux petits chantiers. Enfin, plusieurs de ces études formulent des recommandations qui visent à améliorer la sécurité des équipements d'échafaudage.

Les études portant sur les accidents de travail ne fournissent pas d'information sur le contexte de travail au moment de l'accident. Ainsi, elles ne fournissent pas l'information nécessaire au développement de solutions techniques permettant d'éliminer sinon de réduire à la source les causes des accidents. L'utilité des études d'accidents se limite donc à fournir une information générale concernant le fait accidentel dans une industrie ou dans un secteur donné. Ainsi, une étude principale portant sur le processus de construction des édifices multilogements de quatre étages et moins a été menée en vue de fournir de l'information concernant les situations de travail à risque qui peuvent être à l'origine des accidents et blessures rapportés dans la littérature. Suite à cette étude, deux études connexes ont été menées. La première portait sur les exigences physiques du travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres métalliques. La seconde portait sur la résistance des cadres de ces équipements. La figure qui suit décrit de façon schématique les trois études.



La partie du processus incluant l'érection de la charpente, la construction et le recouvrement du toit de même que la finition extérieure du bâtiment ont fait l'objet de l'étude principale portant sur le processus de construction puisque c'est durant cette partie de la construction que des échafaudages extérieurs sont ou devraient être utilisés. Des observations échelonnées sur une période de trois ans ont été faites sur plus d'une cinquantaine de chantiers du secteur résidentiel/domiciliaire de la région de Trois-Rivières. Ces observations ont porté sur les étapes de la construction elle-même, sur les méthodes de travail en relation avec l'utilisation des équipements d'échafaudage ainsi que sur l'installation de ces équipements. Les observations faites ont permis de décrire en détail le processus de construction de sorte qu'une description des risques en relation avec l'utilisation des équipements d'échafaudage a pu être réalisée. Les résultats des observations fournissent une description relativement précise des situations de travail à risque ainsi que de la nature de ces risques selon l'étape de la construction. Plusieurs des situations de travail sont illustrées à l'aide de quelque 115 figures tirées de bandes vidéo. Bien que les risques varient selon la nature des tâches effectuées, cinq grands types de risque ont pu être identifiés. Pour chacun de ces types de risque, une durée d'exposition moyenne a été estimée pour chacun de sept groupes de tâches constituant le processus de construction étudié. Ces résultats montrent que les travailleurs sont exposés à des risques durant une majeure partie du temps travaillé. La description des situations de travail à risque permet de saisir la nature précise de ces risques durant le travail. Par la même occasion, elle permet d'identifier les lacunes de conception des équipements existants ainsi que celles des méthodes de travail utilisées. Elle permet de plus, d'apprécier les contraintes inhérentes à l'exécution du travail sur le chantier et ce, en relation avec l'utilisation des équipements d'échafaudage.

La présence de situations de travail à risque durant le processus de construction étudié est associée à deux problèmes auxquels le travailleur doit constamment faire face: l'accès à la zone de travail et la qualité du plancher de travail ou de support du travailleur durant le travail. Le bâtiment en construction ne fournit jamais au travailleur un accès à la zone de travail qui soit sécuritaire et ergonomique. Il semble que les équipements et dispositifs d'échafaudage utilisés sur les petits chantiers ne permettent pas non plus de répondre à ces deux besoins de façon satisfaisante. Les résultats des observations permettent de mettre en évidence les lacunes de conception des équipements d'échafaudage et de sécurité existants pour les petits chantiers et ce, à divers stades de la construction. Quelques avenues de solutions sont proposées dans le texte. Il ressort de cette étude que la réduction à la source des risques sur les petits chantiers ne pourra pas être accomplie simplement en ajoutant des équipements de sécurité sur les équipements d'échafaudage existants ni en forçant les travailleurs à utiliser les équipements de sécurité actuellement disponibles. Il faudra plutôt repenser le processus de construction en y intégrant pour une fois, la présence des travailleurs. Cette révision implique donc que le processus de construction devra être modifié de même que les équipements et les méthodes de travail qui y sont utilisés à l'heure actuelle. L'information fournie par cette étude, vérifiée par des intervenants de la construction, est nécessaire pour amorcer toute action efficace de prévention dans le secteur de la construction résidentielle/domiciliaire.

Plusieurs faits tendent à indiquer que l'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques constituent un risque de blessure au dos. Tout d'abord, un nombre relativement élevé d'accidents liés à la manutention de composantes d'échafaudages est rapporté dans la littérature et ces accidents se traduisent souvent par des conflits disco-ligamentaires, soit des blessures graves. Ensuite, ce travail nécessite beaucoup de manutention manuelle dans des conditions difficiles et le poids des composantes ainsi manipulées dépasse largement les valeurs de poids sécuritaires, recommandées dans la littérature sur la manutention manuelle. Aussi, certaines études rapportent que les ouvriers spécialisés dans ce travail ont un taux de prévalence de maux de dos qui est parmi les plus élevés de l'industrie. Enfin, les échafaudages à cadres métalliques sont le type d'équipement d'échafaudage de loin le plus utilisé dans l'industrie de la construction. Une première étude connexe visant à évaluer les exigences physiques du travail d'installation et de démantèlement d'échafaudages à cadres métalliques a été menée en vue de renforcer le lien entre les statistiques d'accidents associés à la manutention des échafaudages et les échafaudages à cadres métalliques. Les résultats de l'étude montrent que le travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres peut être catégorisé comme du travail physique dur à très dur. Comme ce travail consiste essentiellement en de la manutention manuelle, il constitue un risque pour le dos. Les exigences physiques élevées de ce travail sont certainement associées au poids élevé des composantes et aux conditions défavorables

dans lesquelles elles sont manutentionnées. Également, cette étude a permis de mettre en évidence que la technique de travail utilisée par les experts est beaucoup plus productive que celle des novices. Cependant, malgré une technique plus productive, le travail demeure exigeant sur le plan physiologique même pour les experts. Une avenue de solution permettant de rendre le travail plus acceptable sur le plan physiologique serait d'alléger les composantes des échafaudages à cadres métalliques.

Une seconde étude connexe portant sur la résistance des cadres de 5 pieds d'échafaudages à cadres métalliques a été menée dans le but de déterminer s'il est possible de les alléger pour en rendre la manutention manuelle plus acceptable. Cette réduction du poids des cadres ne doit cependant pas se faire au prix d'une réduction de leur capacité à supporter des charges à un point tel que la sécurité des travailleurs qui utilisent ces équipements pendant leur travail soit mise en jeu. Les observations faites sur le terrain ont permis d'identifier les cas de chargement qui sont parmi les plus sévères tout en demeurant réalistes pour ces équipements d'échafaudage. Ces cas de chargement ont été soumis à une étude analytique et ont été comparés aux résultats d'une étude expérimentale sur la résistance de cadres métalliques effectuée antérieurement par d'autres chercheurs. Globalement, les résultats obtenus démontrent qu'il est impossible d'alléger les cadres d'échafaudage étudiés sans en réduire la sécurité lorsqu'ils sont utilisés pour les travaux de maçonnerie. Pour alléger ces cadres, il semble qu'on doive se tourner vers de nouvelles conceptions et vers des matériaux autres que l'acier.

Les résultats de cette recherche font la lumière sur un ensemble de situations de travail à risque lors de la construction d'édifices multilogements de quatre étages ou moins qui sont susceptibles de mener aux accidents rapportés dans la littérature. Ces résultats montrent aussi que les travailleurs sont exposés à ces situations durant une majeure partie du temps travaillé. De plus, ils fournissent une information détaillée sur ces situations à risque à partir de laquelle il est possible de procéder au développement et à l'implantation de solutions techniques permettant de réduire les risques à la source. En ce qui concerne les échafaudages à cadres métalliques, il semble qu'une nouvelle conception d'échafaudage soit nécessaire pour rendre le travail d'installation et de démantèlement de ces équipements plus sécuritaire.

## **REMERCIEMENTS**

La réalisation de ce projet de recherche a été rendue possible grâce à la participation de plusieurs personnes. L'auteur tient à remercier particulièrement les personnes suivantes pour leur contribution respective à la réalisation de ce projet:

- les entrepreneurs qui ont ouvert leurs chantiers aux chercheurs;
- les travailleurs et contremaîtres qui ont participé aux observations sur les chantiers de même que ceux qui ont participé à l'enquête par questionnaire;
- Jean-René Lamothe de l'AECQ pour avoir guidé les chercheurs sur les chantiers de construction;
- les membres du Comité Prévention-Construction de la région Mauricie-Bois-Francs pour leur support lors de la préparation et le démarrage de ce projet;
- Robert Fraser pour son aide inestimable aux nombreuses collectes de données sur le terrain;
- Jean-Claude Montplaisir pour son support technique sans lequel l'étude physiologique n'aurait pas eu lieu;
- les gens de la compagnie du-For de Trois-Rivières pour avoir gracieusement prêté les équipements d'échafaudage utilisés pour l'étude physiologique;
- Louis Desjardins pour son aide à plusieurs des étapes de ce projet et particulièrement pour ses nombreux commentaires et suggestions techniques lors de la lecture des différentes versions de ce rapport;
- Gaston Plante pour ses commentaires et suggestions suite à la lecture de la première version de ce rapport et pour sa contribution au démarrage du projet;
- André Raymond pour son support technique et sa contribution lors de l'étude portant sur la résistance des cadres d'échafaudage;
- Pierre C. Dessureault pour la compilation des statistiques d'accidents de la CSST impliquant les échafaudages, présentées au Tableau 1 et au Tableau 2 de ce rapport.

L'auteur tient aussi à remercier les étudiants de maîtrise de même que les autres personnes qui ont aussi contribué à ce projet.

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                    | page |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Rappel des objectifs .....                                                                         | 1    |
| Origine de la demande .....                                                                        | 1    |
| Introduction .....                                                                                 | 1    |
| La littérature et les données d'accidents .....                                                    | 2    |
| Les principales études .....                                                                       | 2    |
| Analyse des données de la CSST .....                                                               | 6    |
| Recommandations .....                                                                              | 8    |
| Discussion .....                                                                                   | 8    |
| Références .....                                                                                   | 10   |
| Étude principale: Analyse du travail et étude des risques durant le processus de construction..... | 12   |
| Méthodologie .....                                                                                 | 12   |
| Première phase d'observations .....                                                                | 12   |
| Seconde phase d'observations .....                                                                 | 12   |
| Installation des échafaudages .....                                                                | 12   |
| Échantillonnage .....                                                                              | 13   |
| Observations continues .....                                                                       | 13   |
| Les observations .....                                                                             | 13   |
| Concours de l'AECQ .....                                                                           | 13   |
| Questionnaire .....                                                                                | 13   |
| Résultats .....                                                                                    | 14   |
| Description du processus de construction analysé .....                                             | 14   |
| Construction type .....                                                                            | 14   |
| Description des risques .....                                                                      | 17   |
| Durée d'exposition.....                                                                            | 19   |
| Résultats des observations sur le terrain: description des situations de travail à risque. ..      | 20   |
| Groupe de tâches #1: Fabrication du plancher et structure des balcons .....                        | 20   |
| Groupe de tâches #2: Assemblage des murs .....                                                     | 29   |
| Groupe de tâches #3: Finition des balcons.....                                                     | 34   |
| Groupe de tâches #4: Installation des fermes de toit .....                                         | 37   |
| Groupe de tâches #5: Recouvrement du toit .....                                                    | 48   |
| Groupe de tâches #6: Installation des échafaudages à cadres et pose de la brique .....             | 56   |
| Groupe de tâches #7: Pose du revêtement extérieur d'aluminium ou de plastique .....                | 78   |

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

|                                                                                                                                                   | page |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Résumé des risques .....                                                                                                                          | 87   |
| Discussion .....                                                                                                                                  | 89   |
| Conclusion .....                                                                                                                                  | 95   |
| Références .....                                                                                                                                  | 96   |
| Étude connexe #1: Évaluation des exigences physiques du travail d'assemblage et de<br>démantèlement d'échafaudages à cadres métalliques .....     | 98   |
| Méthodologie .....                                                                                                                                | 98   |
| Sommaire des résultats, discussion et conclusion .....                                                                                            | 99   |
| Références .....                                                                                                                                  | 100  |
| Étude connexe #2: Analyse de la résistance des cadres d'échafaudage dans le but de les alléger<br>pour rencontrer des critères ergonomiques ..... | 101  |
| Conclusions générales et retombées éventuelles .....                                                                                              | 102  |

## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                                                        | page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tableau 1 Sièges de lésion pour les deux types d'agents causals et pour la première période d'environ 2.5 années comprise entre 1987 et 1989 .....                                                                     | 7    |
| Tableau 2 Sièges de lésion pour les deux types d'agents causals et pour la seconde période d'environ 2.5 années comprise entre 1990 et 1993 .....                                                                      | 7    |
| Tableau 3 Groupes de tâches étudiés .....                                                                                                                                                                              | 15   |
| Tableau 4 Déroulement de la construction et répartition approximative des heures-hommes pour une construction type de six logements .....                                                                              | 16   |
| Tableau 5 Situations et comportements types présentant des risques de chute et d'accident durant les étapes de la construction considérées au Tableau 1 .....                                                          | 18   |
| Tableau 6 Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à la fabrication des planchers .....                                                                         | 27   |
| Tableau 7 Estimation de la proportion de la durée de la fabrication des planchers durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risques .....                                                    | 28   |
| Tableau 8 Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à l'assemblage des murs .....                                                                                | 33   |
| Tableau 9 Estimation de la proportion de la durée de l'assemblage des murs durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risques .....                                                           | 33   |
| Tableau 10 Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à la finition des balcons .....                                                                             | 36   |
| Tableau 11 Estimation de la proportion de la durée de la finition des balcons durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risques .....                                                        | 36   |
| Tableau 12 Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à l'installation des fermes de toit .....                                                                   | 45   |
| Tableau 13 Estimation de la proportion de la durée de l'installation des fermes de toit durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risques .....                                              | 46   |
| Tableau 14 Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées au recouvrement du toit .....                                                                               | 54   |
| Tableau 15 Estimation de la proportion de la durée du recouvrement du toit durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risques .....                                                           | 55   |
| Tableau 16 Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à l'installation des échafaudages à cadres et à la pose de la brique .....                                  | 72   |
| Tableau 17 Estimation de la proportion de la durée de l'étape de l'installation des échafaudages à cadres et de la pose de la brique durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risques ..... | 73   |

## **LISTE DES TABLEAUX (suite)**

|                                                                                                                                                                                         | page |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tableau 18 Estimation de la proportion de la durée de la pose du revêtement d'aluminium ou de plastique durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque .... | 87   |
| Tableau 19 Résumé de l'exposition aux divers types de risque selon le groupe de tâches pour un édifice multilogement type de 3 étages .....                                             | 88   |

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                                              | page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 1 La traverse est fixée sur le dessus et le long de la lisse supérieure du mur. Les solives sont fixées à la traverse et sont appuyées sur la lisse supérieure du mur (madrier double épaisseur sur la figure). ..... | 21   |
| Figure 2 Le travailleur dépose les madriers de solive sur le dessus des murs et s'en sert comme plancher de travail pour terminer l'approvisionnement. ....                                                                  | 21   |
| Figure 3 Installation d'une traverse sur le dessus d'un mur extérieur. ....                                                                                                                                                  | 21   |
| Figure 4 Installation d'une traverse sur le dessus d'un mur porteur. ....                                                                                                                                                    | 21   |
| Figure 5 Mesurage: détermination de la position des solives. ....                                                                                                                                                            | 22   |
| Figure 6 Clouage des solives sur la traverse d'un mur porteur. ....                                                                                                                                                          | 22   |
| Figure 7 Clouage des solives sur la traverse d'un mur extérieur à l'aide d'une cloueuse pneumatique. ....                                                                                                                    | 22   |
| Figure 8 Clouage des solives sur le dessus d'un mur porteur à l'aide d'une cloueuse pneumatique. ....                                                                                                                        | 22   |
| Figure 9 Installation des solives servant de structure aux balcons. ....                                                                                                                                                     | 23   |
| Figure 10 Installation d'un madrier de doublage sur les côtés du balcon. ....                                                                                                                                                | 23   |
| Figure 11 Clouage du madrier d'extrémité du balcon. ....                                                                                                                                                                     | 23   |
| Figure 12 Ajustement pour faire reculer l'une des solives vers l'intérieur: le madrier est utilisé pour frapper. ....                                                                                                        | 23   |
| Figure 13 Installation des croix de Saint-André par le haut. ....                                                                                                                                                            | 24   |
| Figure 14 Approvisionnement des panneaux de 4' x 8'. Un travailleur au niveau inférieur (dans la bâtisse) passe les panneaux à un travailleur debout sur les solives. ....                                                   | 24   |
| Figure 15 Installation en place des panneaux de 4' x 8'. ....                                                                                                                                                                | 24   |
| Figure 16 Clouage des panneaux de 4' x 8'. ....                                                                                                                                                                              | 24   |
| Figure 17 Le travailleur se déplace sur le dessus d'un mur pour rejoindre l'autre côté de la bâtisse. ....                                                                                                                   | 25   |
| Figure 18 Debout sur les solives. ....                                                                                                                                                                                       | 26   |
| Figure 19 Déplacement sur les solives. ....                                                                                                                                                                                  | 26   |
| Figure 20 Positionnement des pièces constitutantes du mur une fois la lisse inférieure assemblée. Noter à droite le travailleur assigné à la scie. ....                                                                      | 30   |
| Figure 21 Clouage des colombages sur la lisse inférieure du mur avec une cloueuse pneumatique. ....                                                                                                                          | 30   |
| Figure 22 Mesurage de vérification sur un mur partiellement assemblé. ....                                                                                                                                                   | 30   |

## LISTE DES FIGURES (suite)

|           | page                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figure 23 | Clouage du "sheeting" à la base du mur. .... 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Figure 24 | Une fois le mur assemblé, il est levé et placé en position. Noter les béquilles retenant la section de mur éloignée. .... 31                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Figure 25 | Relevage d'un mur à l'aide de crics. Noter qu'une partie de la traverse est déjà installée ce qui est peu fréquent. .... 31                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Figure 26 | Installation d'une fenêtre de grandes dimensions dans un puits d'escalier. À partir d'un échafaudage improvisé (madrier de solive), le travailleur du haut lève et guide la fenêtre tandis que deux autres travailleurs (non visibles) l'assistent en levant par le bas aussi à partir d'échafaudages improvisés (escabeaux, échelles). .... 31                                                      |
| Figure 27 | Installation d'une porte patio. Cette opération se fait de l'intérieur et nécessite deux travailleurs (un seul est visible). .... 31                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Figure 28 | Glissement de la balustrade d'un balcon sur des madriers. .... 35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Figure 29 | Échafaudage temporaire situé à environ 1.5 m du plancher et passerelle située à 2.4 m du plancher. Le travailleur procède au mesurage. À noter que les béquilles des murs et les lieux de rencontre des madriers constituent des obstacles à la circulation sur les échafaudages. .... 37                                                                                                            |
| Figure 30 | Échafaudage temporaire installé à 2.4 m du plancher. Ici, les béquilles des murs ne constituent pas des obstacles à la circulation. À noter que lorsque les fermes sont installées, il est impossible de circuler sur les échafaudages. Le travailleur circule alors sur le dessus des murs en enjambant les fermes (plus on circule près du vide, plus les fermes sont faciles à enjamber). .... 37 |
| Figure 31 | Les fermes de toit sont livrées en paquets. Elles sont grimpées au haut de la bâtisse avec l'engin de levage installé sur le camion de livraison. .... 38                                                                                                                                                                                                                                            |
| Figure 32 | Les fermes les plus longues sont livrées en paquets et sont déposées sur le dessus des murs en travers de la bâtisse. La passerelle centrale empêche le paquet de trop se déformer. .... 38                                                                                                                                                                                                          |
| Figure 33 | Les petites fermes de toit sont déposées en paquets sur le plancher du dernier étage à l'aide de l'engin de levage. .... 38                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Figure 34 | Les fermes de toit longues sont déposées sur le dessus des murs. Il arrive que cette opération soit difficile. Ici, un travailleur sur l'échafaudage tire sur le paquet alors qu'un 2e à l'arrière sur le dessus du mur pousse avec ses jambes pendant qu'un 3e sur le plancher lève au moyen d'un madrier. .... 39                                                                                  |
| Figure 35 | Fléchissement du madrier constituant l'échafaudage sous le poids d'un travailleur se déplaçant sans charge. .... 39                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Figure 36 | Usage des échafaudages et passerelle centrale pour le transport des longues fermes de toit à trois. .... 40                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Figure 37 | Usage des échafaudages et passerelle pour l'installation des longues fermes de toit. ... 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## LISTE DES FIGURES (suite)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 38 Clouage d'une ferme de toit sur le dessus du mur en l'absence d'échafaudage temporaire ou en console. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 40   |
| Figure 39 Ajustement et clouage d'une ferme de toit à partir de celles-ci. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 40   |
| Figure 40 Transport d'une ferme de toit avec incident. Le travailleur debout sur le dessus du mur vient de saisir une ferme de toit sur le paquet couché d'un côté à l'autre de la bâtisse. En déplaçant la ferme, son pied droit heurte la ferme couchée ce qui lui fait perdre l'équilibre (figure montrée). Il tombera par la suite sur l'échafaudage temporaire quelque 90 cm plus bas sans se blesser. .... | 41   |
| Figure 41 Les déplacements sur le dessus des murs en enjambant les fermes de toit sont nécessaires puisque les échafaudages temporaires (visible par la fenêtre) deviennent inutilisables. ....                                                                                                                                                                                                                  | 41   |
| Figure 42 Détermination de la position des fermes de toit par mesurage à deux sur le dessus des murs du dernier étage d'une résidence unifamiliale de grandes dimensions (pas d'échafaudage temporaire). ....                                                                                                                                                                                                    | 41   |
| Figure 43 Détermination de la position des fermes de toit par mesurage seul sur le dessus des murs du dernier étage d'une résidence unifamiliale de grandes dimensions (pas d'échafaudage temporaire). ....                                                                                                                                                                                                      | 41   |
| Figure 44 Installation des fermes de toit sur une résidence unifamiliale de grandes dimensions (pas d'échafaudage temporaire). ....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 42   |
| Figure 45 Déplacement sur le dessus des murs du dernier étage d'une résidence unifamiliale de grandes dimensions. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 42   |
| Figure 46 Clouage de la frise avec cloueuse pneumatique. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 42   |
| Figure 47 Clouage manuel de la frise. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 42   |
| Figure 48 Clouage de la frise en travaillant sur la structure des soffites. Noter que les travailleurs ont la très rare chance de bénéficier de la présence des échafaudages des maçons pour poser la frise sur le coin du toit soit un endroit difficile d'accès par le haut (ce n'est pas leur échafaudage, car il n'y a pas de plancher). ....                                                                | 44   |
| Figure 49 Travail en bordure du vide. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 47   |
| Figure 50 Travail en bordure du vide. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 47   |
| Figure 51 Livraison des lots de panneaux 4' x 8'. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 48   |
| Figure 52 Lots de panneaux 4' x 8' installés sur le toit. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 48   |
| Figure 53 Installation des panneaux de 4' x 8' sur la charpente du toit. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 49   |
| Figure 54 Transport des panneaux pour l'installation. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 49   |
| Figure 55 Installation et clouage des panneaux de 4' x 8' sur le toit à l'aide d'une cloueuse. Noter que les travailleurs ne sont pas attachés. ....                                                                                                                                                                                                                                                             | 49   |

## LISTE DES FIGURES (suite)

|           | page                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figure 56 | Pose du larmier en bordure du toit. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé. .... 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Figure 57 | Pose du papier goudronné en bordure du toit. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé. .... 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Figure 58 | Pose du bardeau d'asphalte. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé. .... 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Figure 59 | Découpage du bardeau en bordure du toit. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé. .... 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Figure 60 | Échafaudages à consoles suspendues pour les travaux en bordure du toit. .... 51                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Figure 61 | Échafaudages à consoles suspendues pour les travaux d'extrémité du toit. Noter que la console de droite pourrait facilement pivoter vers l'ouverture dans le mur, car son appui est décentré au bas. .... 51                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Figure 62 | Échafaudages à consoles de toit (construction unifamiliale). .... 52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Figure 63 | Échafaudages à consoles de toit pour des travaux de lucarne (tiré de La Presse, Montréal, mercredi le 9 mars 1994, page D-2). À noter le travailleur en haut à droite... .... 52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Figure 64 | Utilisation d'un engin de levage pour hisser un bac de mortier sur le plancher de charge. Noter la passerelle qui relie le plancher de charge à l'échafaudage du maçon (à droite). .... 57                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Figure 65 | Utilisation de l'engin de levage pour hisser les composantes (ici des madriers) lors de l'assemblage d'échafaudages à cadres métalliques. À noter que les cadres du haut sont penchés parce que les croisillons n'ont pas encore été installés bien que le plancher de madriers sur ces cadres soit déjà installé. .... 57                                                                                                                                                                          |
| Figure 66 | Transfert du plancher de travail à un niveau inférieur. Le travailleur manipule le premier madrier à partir des échelons. Cette manipulation doit être répétée à l'autre bout de la section d'échafaudage (i.e., à droite). Une fois le premier madrier au niveau inférieur, il pourra s'en servir comme plancher pour descendre le second madrier. À noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage (ici, les pieds du travailleur sont à plus de 3.3 m ou 11' du sol). .... 58 |
| Figure 67 | Transfert du plancher de travail à un niveau inférieur. Le travailleur utilise les croisillons en se tenant sur le madrier au niveau supérieur pour se déplacer jusqu'à l'autre bout de la section d'échafaudage pour pouvoir descendre l'extrémité du madrier (celui en pente) duquel il pourra ensuite descendre le second madrier. À noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage et la présence de l'engin de levage qui n'est pas utilisé pour la manoeuvre. .... 58      |
| Figure 68 | Transfert du plancher de travail à un niveau supérieur. Ici, le transfert du dernier madrier se fait à deux. .... 59                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Figure 69 | Transfert du plancher de travail à un niveau supérieur. .... 59                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## LISTE DES FIGURES (suite)

|                                                                                                                                                                                                                                     | page |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 70 Échafaudage avec console ajustable (à cric). .....                                                                                                                                                                        | 60   |
| Figure 71 Échafaudage avec console fixe. Noter l'absence de croisillons du côté intérieur de l'échafaudage. ....                                                                                                                    | 60   |
| Figure 72 Échafaudage sans console (cadres de 5'). Les échelons sont utilisés pour supporter le plancher de travail. Noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage. ....                                        | 60   |
| Figure 73 Utilisation des échelons pour ajuster le plancher de travail, ici en pente. Noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage. ....                                                                       | 60   |
| Figure 74 Assise déficiente. La membrure inférieure du cadre et non pas la patte est appuyée sur une pile d'objets. ....                                                                                                            | 61   |
| Figure 75 Assise déficiente. Vis de mise au niveau sur petit bloc de bois. ....                                                                                                                                                     | 61   |
| Figure 76 Assise déficiente. La patte du cadre repose directement sur des blocs de madrier. ....                                                                                                                                    | 62   |
| Figure 77 Assise déficiente. La patte du cadre repose sur des pièces de madrier. ....                                                                                                                                               | 62   |
| Figure 78 Verticalité déficiente d'un échafaudage à cadres de 5' utilisé pour des travaux de finition extérieure excluant la brique. ....                                                                                           | 62   |
| Figure 79 Passerelle reliant le plancher de charge à l'échafaudage des maçons. ....                                                                                                                                                 | 63   |
| Figure 80 Approvisionnement des maçons en briques. ....                                                                                                                                                                             | 63   |
| Figure 81 Échafaudage de maçon servant aussi d'échafaudage de charge. ....                                                                                                                                                          | 64   |
| Figure 82 Plancher d'échafaudage surchargé. Un poteau est installé au centre pour empêcher le plancher de s'effondrer. ....                                                                                                         | 64   |
| Figure 83 Passerelles sans garde-corps: passerelle d'un balcon à l'autre et passerelle du balcon de droite à l'échafaudage. ....                                                                                                    | 65   |
| Figure 84 Plancher d'échafaudage sans garde-corps. Noter l'utilisation des consoles pour élargir le plancher de travail et l'absence de croisillons sur le côté extérieur de l'échafaudage. ....                                    | 66   |
| Figure 85 Échafaudages de fortune sur un mur de façade. Le balcon empêche l'installation normale des échafaudages à cadres. À noter la passerelle (un madrier) qui relie l'échafaudage sur tréteaux à l'échafaudage de gauche. .... | 66   |
| Figure 86 Installation d'échafaudage à cadres peu orthodoxe sur un mur non rectiligne. (tiré de La Presse, Montréal, samedi 9 juillet 1994, page C-3). ....                                                                         | 66   |
| Figure 87 Accès à l'échafaudage par les échelons. ....                                                                                                                                                                              | 67   |
| Figure 88 Accès à l'échafaudage par les croisillons. Noter que certains croisillons sont déformés. ....                                                                                                                             | 67   |

## LISTE DES FIGURES (suite)

|            | page                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figure 89  | Posture penchée durant la pose de la brique au bas du mur. .... 70                                                                                                                                                                                                         |
| Figure 90  | Posture penchée durant la pose de la brique. Le plancher de stockage ainsi que le plancher de travail pourraient être plus hauts ce qui favoriserait une posture plus droite. .... 70                                                                                      |
| Figure 91  | Soulèvement d'une section de plancher préfabriqué pour l'enlever. .... 75                                                                                                                                                                                                  |
| Figure 92  | Plate-forme de base d'un échafaudage "Pump Jack" transportée par deux travailleurs. .... 78                                                                                                                                                                                |
| Figure 93  | Installation de revêtement extérieur à angle. Noter que des extensions peuvent être ajoutées aux extrémités de la plate-forme de base pour l'allonger. .... 78                                                                                                             |
| Figure 94  | Utilisation d'un "Pump Jack" pour des travaux de soffite. Noter les amarrages au niveau du toit. .... 79                                                                                                                                                                   |
| Figure 95  | Patte de "Pump Jack" assise sur une pile de blocs de bois. .... 79                                                                                                                                                                                                         |
| Figure 96  | Action d'un cric pour élever l'extrémité du plancher du "Pump Jack". .... 79                                                                                                                                                                                               |
| Figure 97  | Descente du "Pump Jack" en actionnant la manivelle de chaque cric et en relâchant le frein avec la jambe. .... 79                                                                                                                                                          |
| Figure 98  | Déplacement d'une patte de "Pump Jack". Les travailleurs ont terminé le travail sur le côté de la maison (Figure 94) et déménagent maintenant l'échafaudage. .... 80                                                                                                       |
| Figure 99  | Installation de l'ancrage au niveau du toit. .... 80                                                                                                                                                                                                                       |
| Figure 100 | Déplacement d'un échafaudage roulant. .... 80                                                                                                                                                                                                                              |
| Figure 101 | Travaux de soffite sur échafaudage roulant. .... 80                                                                                                                                                                                                                        |
| Figure 102 | Amarrage de fil de fer pour un échafaudage roulant sur un chantier industriel. Noter l'absence de croisillon du côté de la bâtisse. .... 81                                                                                                                                |
| Figure 103 | Amarrage de corde pour un échafaudage roulant sur un chantier industriel. Noter l'absence de croisillon du côté de la bâtisse. .... 81                                                                                                                                     |
| Figure 104 | Verticalité déficiente d'un échafaudage roulant. À noter l'utilisation d'une nacelle pour les travaux. À titre informatif, sur l'échafaudage roulant, il n'y a que 3 croisillons installés pour trois sections de hauteur: 2 au bas, un en haut et rien au milieu. .... 81 |
| Figure 105 | Passerelles et planchers de travail de madrier reliant des tours d'échafaudage à cadres. .... 81                                                                                                                                                                           |
| Figure 106 | Utilisation d'une échelle pour supporter un plancher de travail pour des travaux de soffite et de frise. Noter que la zone de travail est à un peu plus de 6 m du sol. .... 82                                                                                             |

## LISTE DES FIGURES (suite)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | page |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 107 Utilisation d'une tour d'échafaudage à cadres de 5' pour supporter l'autre extrémité d'une plate-forme (Figure 106). Noter l'absence de croisillons du côté de la bâtisse (ce qui pend derrière le travailleur n'est pas un dispositif de sécurité mais le boyau d'alimentation de son outil pneumatique). ..... | 82   |
| Figure 108 Accès au plancher d'un échafaudage roulant en passant entre deux planchers de madriers. ....                                                                                                                                                                                                                     | 83   |
| Figure 109 Accès au plancher d'un échafaudage roulant en contournant un plancher de madrier. ....                                                                                                                                                                                                                           | 83   |
| Figure 110 Aménagement d'un plancher de travail à partir d'un échafaudage de maçon. ....                                                                                                                                                                                                                                    | 83   |
| Figure 111 Travaux d'aménagement d'un plancher de travail au-dessus d'un échafaudage où travaille un maçon (non visible).....                                                                                                                                                                                               | 83   |
| Figure 112 Pose de revêtement sur un mur à l'aide d'une plate-forme élévatrice. ....                                                                                                                                                                                                                                        | 84   |
| Figure 113 Recouvrement de la frise et du soffite à l'aide d'une plate-forme élévatrice.....                                                                                                                                                                                                                                | 84   |
| Figure 114 Utilisation de tréteaux comme échafaudage. ....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 85   |
| Figure 115 Utilisation d'un banc comme échafaudage sur le balcon du 2e étage. ....                                                                                                                                                                                                                                          | 85   |
| Figure 116 Recouvrement du dessous du toit surplombant le balcon du 2e étage. ....                                                                                                                                                                                                                                          | 85   |
| Figure 117 Recouvrement de la frise du toit surplombant le balcon du 2e étage. ....                                                                                                                                                                                                                                         | 85   |

# **ÉCHAFAUDAGES POUR LA CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS DE QUATRE ÉTAGES OU MOINS: ANALYSE DU TRAVAIL AVEC LES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS ET ÉTUDE DE LEUR SÉCURITÉ**

## **Rappel des objectifs**

L'objectif initial de ce projet de recherche était d'étudier les échafaudages extérieurs utilisés pour la construction de bâtiments multilogements de quatre étages ou moins dans le but de formuler des recommandations quant au choix du modèle d'échafaudage, des méthodes de travail, des moyens de protection et de l'organisation du travail qui permettent d'assurer la sécurité des travailleurs. Le projet s'intéressait aussi aux situations où des échafaudages ne sont pas utilisés bien que pour des raisons de sécurité, ils devraient l'être. Les recommandations devaient être fondées sur les résultats d'une observation du travail, d'une analyse des méthodes et des équipements alors utilisés et d'entrevues auprès des différents intervenants de ce secteur d'activité économique (travailleurs, entrepreneurs, inspecteurs).

## **Origine de la demande**

Le projet de recherche dont il est question dans ce rapport est issu d'une demande formulée directement par le milieu, c'est-à-dire par le comité Prévention-Construction de la Mauricie-Bois-Francs. Ce comité regroupe des membres des associations patronales et syndicales de la construction de même que des intervenants du bureau de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (C.S.S.T.) de Trois-Rivières. L'appui du Comité de Prévention-Construction (C.S.S.T. Mauricie-Bois-Francs), de la F.T.Q. Construction Montréal, de l'Association Unie des Compagnons et Apprentis de l'Industrie de la Plomberie et de la Tuyauterie des États-Unis et du Canada (Local 144) et de l'Association des Entrepreneurs en Construction du Québec avaient aussi été obtenus pour ce projet.

## **Introduction**

Depuis le début de ce projet, les objectifs ont été maintenus mais la méthodologie originale a dû être quelque peu modifiée pour s'adapter aux réalités de l'industrie de la construction durant la durée du projet. Ainsi, trois études ont été effectuées, chacune comportant un objet propre et présentant des résultats distincts. La première étude a porté principalement sur le processus de construction des édifices multilogements de quatre étages ou moins et sur la description des situations de travail comportant des risques d'accidents. Cette première étude constitue le corps principal de ce rapport et c'est à partir d'elle que deux études connexes ont été menées. Ces deux autres études ont permis d'obtenir des résultats utiles pour la modification éventuelle des équipements d'échafaudage les plus utilisés à l'heure actuelle, soit les échafaudages à cadres métalliques. Ces études ont aussi permis de générer des résultats essentiels à la conception éventuelle de nouveaux modèles d'échafaudage plus ergonomiques et plus sécuritaires. La première de ces études connexes a porté sur l'évaluation des exigences physiques du travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres métalliques. La seconde étude connexe a porté sur l'analyse de la résistance des cadres d'échafaudage dans le but de déterminer la possibilité de les alléger afin de rendre leur manutention plus sécuritaire.

Le rapport comprend cinq parties dont la première passe en revue la littérature et fait état de quelques statistiques d'accident qui permettent d'apprécier l'ampleur du problème traité dans ce rapport. La seconde partie fait état de la méthodologie, des résultats et de la discussion de l'étude principale portant sur le processus de construction d'un édifice multilogement de quatre étages ou moins. Les troisième et quatrième parties résument les deux études connexes. Enfin, la cinquième partie fait état des conclusions de ce rapport. Comme la lecture le montrera, il n'a pas été possible de réduire la longueur du texte du rapport à celle préconisée par l'IRSST sans perdre une quantité importante d'information. À cause de son ampleur et de son niveau de détail, ce rapport s'adresse aux intervenants désireux d'entreprendre des actions efficaces en vue de solutionner à la source les risques sur les chantiers résidentiels/domiciliaires.

## LA LITTÉRATURE ET LES DONNÉES D'ACCIDENTS

La construction de bâtiments à logements multiples de quatre étages ou moins (30 000 mises en chantiers en 1988) et de petits bâtiments commerciaux (ex. centres d'achats) représentent des secteurs d'activité importants de l'industrie de la construction au Québec. À titre indicatif, le secteur de la construction résidentielle/domiciliaire a été en progression constante depuis les dernières années principalement en raison de l'augmentation de la rénovation. En 1993, le secteur de la construction domiciliaire représentait environ 45% des dépenses et 23% des heures travaillées de l'ensemble de l'industrie de la construction selon l'Association provinciale des constructeurs en habitation du Québec (A.P.C.H.Q.).

La littérature fait état de plusieurs études portant sur les accidents dans le secteur de la construction et ce, dans différents pays. Ces études portent généralement sur l'ensemble du secteur de la construction de sorte que des liens avec le type particulier de chantiers visés par le présent projet (résidentiel/domiciliaire) sont difficiles sinon impossibles à établir. En effet, les caractéristiques des chantiers, des matériaux utilisés et des méthodes de travail varient considérablement entre le secteur industriel/commercial et le secteur résidentiel/domiciliaire lesquels représentent les deux principaux secteurs de l'industrie de la construction (Mercier, 1986). Cette difficulté fait en sorte que les résultats de ces études risquent d'avoir un contenu informatif limité dans le cadre du présent projet. Mentionnons que les études portant sur le travail ou sur les accidents spécifiques au secteur domiciliaire sont inexistantes.

Malgré cette difficulté, il est tout de même intéressant de dégager de ces études certaines informations qui pourront a posteriori, être interprétées à la lumière des résultats d'une observation détaillée du processus de construction d'un édifice multilogement de quatre étages ou moins. Cette interprétation permettra d'une part, d'établir un parallèle entre certaines données d'accidents publiées et certaines situations de travail observées sur le terrain. Ainsi, il sera possible d'associer à certains résultats d'accidents des conditions de travail précises. D'autre part, cette interprétation permettra de constater dans quelle mesure plusieurs des recommandations faites dans les études publiées sont souvent trop globales et trop éloignées de la réalité du chantier de construction pour être utiles à des fins de prévention.

Dans les lignes qui suivent, les résultats des principales études d'accidents publiées dans la littérature sont décrits de même qu'une analyse des données de la CSST sur le sujet qui nous occupe. Afin d'éviter d'alourdir inutilement le texte, seuls les résultats apparaissant pertinents au contexte du présent rapport (construction résidentielle/domiciliaire) sont présentés.

### Les principales études

Bourdouxhe, Champoux et Mercier (1987) ont effectué une étude exploratoire des accidents en construction sur l'île de Montréal survenus entre août 1984 et avril 1985. Cette étude portant sur 357 accidents compensés par la CSST est considérée comme représentative de tous les genres de chantiers. En tout, neuf grands types d'accidents ont été identifiés pour lesquels des scénarios sont décrits. Parmi ceux-ci, les accidents par efforts excessifs (18% des cas), les chutes (14% des cas) et les trébuchements et glissades (8% des cas) apparaissent les plus pertinents pour le contexte du présent projet. Les accidents par efforts excessifs sont nombreux et graves. Ils sont généralement associés à des gestes qui demandent force et mouvement en particulier lors des tâches de transport, de préparation et d'installation. Ces tâches sont souvent manuelles dans des lieux difficiles d'accès et dans des postures inconfortables. Près de la moitié des travailleurs interrogés affirment que ces accidents pourraient être évités avec l'aide d'équipement approprié. Selon cette étude, les chutes entraînent: des blessures graves aux séquelles les plus importantes, la durée d'absence du travail la plus longue, les cas d'hospitalisation et d'invalidité les plus nombreux et le coût moyen par accident le plus élevé. Selon Bourdouxhe et al. (1987) les chutes de faible hauteur (moins de 3 m) ont des conséquences aussi graves que celles qui arrivent à des hauteurs plus importantes. Les tâches en hauteur les plus

risquées apparaissent être les déplacements de personnes, les transports de charge et l'installation de matériaux. Les chutes sont des accidents qu'on peut éviter selon les travailleurs qui mettent en cause entre autres, des procédés de travail inadéquats, des comportements individuels dangereux et surtout des équipements, matériaux et machineries défectueux. Enfin, les trébuchements et glissades représentent un risque généralisé qui est étroitement associé à la saison et à la tâche et son contexte. Par exemple, en été les trébuchements surviennent entre autres, lors de déplacements en hauteur.

Les auteurs établissent des liens entre certains types d'accidents fréquents et certaines tâches. Ainsi, les types d'accidents les plus fréquents qui sont associés aux déplacements sont les chutes, les entorses, les trébuchements et glissades. Les transports de charges produisent des accidents par efforts excessifs ainsi que des trébuchements et glissades. Enfin, le montage et le démontage d'installations temporaires tel que les échafaudages produisent des accidents par efforts excessifs et par trébuchements et glissades.

Les auteurs concluent que les accidents les plus graves se produisent principalement lors de tâches connexes —transport de charge, et déplacements des personnes—. Les problèmes d'organisation les plus fréquemment cités sont l'encombrement, l'espace de travail restreint, les problèmes d'échéancier et ceux liés aux équipements, outillages et à la machinerie. Les recommandations issues de cette étude sont au nombre de six dont les plus pertinentes pour le présent rapport ont généralement trait à:

- la formation et à l'information des travailleurs concernant la qualité et la sécurité de l'environnement de travail;
- l'intégration de la sécurité à la planification, à la gestion et à l'organisation du travail sur le chantier;
- l'augmentation de la disponibilité des équipements et des outillages permettant d'accroître la sécurité et de diminuer les efforts liés à la manutention ainsi que l'inspection de ces équipements;
- l'organisation de la sécurité sur le chantier; et
- le développement de solutions techniques nouvelles par la recherche et le développement et l'établissement de normes (ex. manutention).

Mercier (1986) a effectué une analyse de contenu des rapports d'enquêtes d'accidents graves et mortels chez les charpentiers-menuisiers. De cette analyse, six scénarios d'accident ont été identifiés dont l'un est particulièrement pertinent au contexte de ce projet soit, la chute de personnes dans la construction domiciliaire. Les principales causes techniques de ces accidents sont les installations temporaires (échafaudages, échelles). L'auteur rapporte également que ces accidents se caractérisent par l'absence de toute mesure de sécurité. De façon générale, cette étude conclut au fait que sur les chantiers domiciliaires "... la variété des faits accidentels qui s'y produisent conjuguée à l'absence presque totale de mécanismes de sécurité font de ces chantiers des lieux à haut risque. Les disparités entre grands et petits chantiers rappellent la nécessité d'adapter et de développer des mesures de sécurité appropriées aux petits chantiers et surtout aux chantiers domiciliaires" (Mercier, 1986, p. 8). L'auteur rapporte de plus que les problèmes d'utilisation d'équipement (principalement les échelles, les échafaudages et les rallonges) sont très fréquents lors d'accidents graves et mortels. Les causes techniques d'accidents se rattachent aux installations temporaires et moyens de protection collectifs et à la résistance insuffisante des matériaux et des équipements. Les recommandations issues de cette étude sont au nombre de huit. Celles qui intéressent particulièrement le présent projet sont:

- que les entreprises fassent un effort pour respecter la réglementation générale concernant particulièrement les installations temporaires et les moyens de protection collectifs;
- que les entreprises veillent à la qualité des matériaux utilisés et à l'usage d'équipements appropriés;
- que des mécanismes de sécurité particulièrement adaptés aux petits chantiers et aux chantiers domiciliaires fassent partie des priorités de recherche.

Une étude antérieure sur les accidents de travail dans la construction au Québec (O.C.Q., 1983) avait déjà rapporté des résultats analogues à ceux de Bourdouxhe et al. (1987) concernant les chutes. Cette

étude précise de plus, que les échafaudages et plates-formes sont associés à plus du quart des chutes. Dans 94% de toutes les chutes, la surface de travail est identifiée comme l'agent causal. Une étude effectuée pour le secteur du bâtiment et des travaux publics (A.S.P. - Construction, 1988) montre que les chutes ont compté en moyenne pour 14% des accidents durant les années 1985, 1986 et 1987. Pour ces mêmes années, les surfaces de travail ont causé en moyenne près de 13% de tous les accidents.

Une étude des statistiques d'accidents et de décès dans l'ensemble de l'industrie de la construction de divers pays effectué par Helander (1991) révèle que le coût global moyen des accidents dans cette industrie équivaut à environ 6% du coût total des constructions. L'auteur indique que l'industrie de la construction cause six fois plus d'accidents mortels par heure travaillée que l'industrie manufacturière et deux fois plus d'incapacité physique. L'auteur rapporte les résultats d'une étude portant sur 739 décès en Grande-Bretagne, qui révèlent que les chutes à partir du toit sont responsables de la plus forte proportion des décès (19.2%). Les chutes d'un échafaudage arrivent en second avec 16.4% des décès. Selon les résultats d'une étude effectuée en Suède portant sur 11 882 accidents, l'objet impliqué dans la plus grande proportion des accidents est l'échafaudage. Selon cette étude, les accidents par chute ont été les plus coûteux en termes de jours perdus. Selon une étude effectuée en Californie, les décès les plus fréquents impliquent les échafaudages, les toits et les échelles. Une autre étude américaine portant exclusivement sur les accidents impliquant les échafaudages montre que 40% des chutes sont dues à la rupture d'un élément de structure alors que le reste (60%) seraient dus à la perte d'équilibre. Une autre étude de Grande Bretagne montre qu'un grand nombre d'accidents impliquant les échafaudages se produisent durant leur érection, leur déplacement et leur démantèlement. Enfin, les résultats d'une troisième étude américaine montrent que les assembleurs d'échafaudage représentent le corps de métier le plus jeune de l'industrie de la construction. Ceci indique qu'assez rapidement ils transfèrent vers un travail physique beaucoup moins exigeant. Selon Helander (1991), les accidents associés aux chutes représentent les dangers les plus importants de l'industrie. Ce résultat est corroboré par Murphy (1994) qui rapporte que les résultats d'une vaste étude portant sur les chutes aux États-Unis montrent que dans l'industrie de la construction entre autres, les chutes sont responsables des pertes les plus importantes.

Une enquête par questionnaire portant spécifiquement sur un peu plus de 1200 accidents reliés aux échafaudages pour une période allant du mois de mai 1978 à la mi-novembre 1978 dans 17 états américains a été effectuée par le Bureau of Labor (1980). Les états considérés représentent 47% de la population aux États-Unis. Le taux de réponse a été d'environ 70% de sorte que l'étude est basée sur un peu plus de 800 questionnaires. Les principaux résultats de cette étude sont à l'effet qu'une majorité des victimes étaient charpentiers. Les accidents associés aux échafaudages sont survenus dans les proportions et les situations suivantes: en travaillant directement sur l'échafaudage (59%), en montant ou en descendant de l'échafaudage (15%), en accédant au plancher ou en le quittant (10%), et en déplaçant l'échafaudage (5%). Le type d'échafaudage impliqué le plus souvent dans des accidents est l'échafaudage à cadres métalliques (65% des cas) suivi des échafaudages roulants (28%) qui sont en général des échafaudages à cadres montés sur roues. On n'indique toutefois pas les taux d'utilisation d'un type d'échafaudage par rapport à un autre dans l'industrie de la construction de sorte qu'il est difficile de pondérer les risques relatifs de chaque type d'échafaudage. Quatre-vingt pour-cent des accidents rapportés sont des chutes à partir de l'échafaudage. Dans l'ensemble, ces chutes sont associées à un madrier qui a glissé (16%), un madrier qui a cédé (8%), un support incliné ou renversé (7%), un croisillon qui a cédé (6%), etc. Il est intéressant de noter cependant que 27% des accidents par chute ont été causés par des chutes de l'échafaudage sans dommage apparent à cet équipement. Les chutes de faible hauteur (moins de 3 m) sont aussi fréquentes que les chutes de hauteur plus importante (plus de 3 m). De tous les planchers d'échafaudage, 83% étaient faits de bois, 45% avaient une largeur allant de 60 à 120 cm, 34% avaient une largeur inférieure à 60 cm et 45% présentaient une condition dangereuse, notamment des madriers mal fixés ou libres. Des échafaudages utilisés au moment de l'accident, 64% n'avaient pas de garde-corps et 54% présentaient des côtés exposés. Enfin, une forte proportion des victimes (60 à 70%) ont rapporté qu'elles avaient reçu, pendant leurs heures de travail, une formation concernant divers aspects de la sécurité associés à l'utilisation d'échafaudages. Cette formation concernait entre autre, l'assemblage sécuritaire des échafaudages, leur stabilité, les charges maxima admissibles et les circonstances pour lesquelles des garde-corps sont requis. Par ailleurs, une proportion de 30 à 35% des victimes, selon le cas, ont rapporté n'avoir reçu

aucune formation. Un sondage effectué en 1987 auprès des travailleurs et employeurs de la construction au Québec a montré que 96% et 91% de ceux-ci respectivement avaient suivi un cours sur le Code de sécurité dans les six années précédentes (Gauthier et Boulva, 1987).

Fattal, Mullen, Hunt et Lew (1980) ont effectué une étude portant sur les données publiées par le Bureau of Labor (1980), décrites plus haut ainsi que sur des données d'accidents impliquant des échafaudages qui se sont soldés par des décès. Dans le second cas, les données ont été compilées sur une période de quatre ans et proviennent du Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Dans cette étude, les auteurs ont catégorisé les accidents en fonction de trois grands agents causals: un défaut du système (absence de protection collective ou individuelle, conception inadéquate, instabilité, glissement, résistance insuffisante, flambement, bris de diverses parties dont le plancher, les éléments de support, les connexions, les amarrages, les assises, les voies d'accès, etc.), un facteur environnemental (explosion, vent, pluie, bruit, obstruction, etc.) et le facteur humain (médicament/drogue, maladie/faiblesse, incapacité, comportement inadéquat, manque d'attention, manque de formation, etc.). Selon les résultats, le défaut du système d'échafaudage est de loin la cause majeure de ces accidents (environ 3 cas sur 4). Le facteur environnemental cause 17% des accidents alors que le facteur humain en cause 10%. Parmi les accidents associés aux défauts du système, près de la moitié auraient été causés par le bris d'un dispositif de connexion ou d'un amarrage. Les problèmes associés à l'absence ou à une mauvaise utilisation ou à un défaut des équipements de protection auraient causé près du quart des accidents associés aux défauts du système. Les auteurs notent que ces problèmes apparaissent associés au non respect des normes et procédures de sécurité ayant trait aux équipements de protection.

Une analyse des accidents survenus en France lors de l'utilisation d'échafaudages durant les années 1981 à 1992 (Martinez, 1993) montre que les chutes sont à l'origine d'une majorité des accidents soit 30.5%. Viennent ensuite les défauts d'amarrage (19.5%), les ruptures d'éléments (18.5%) et les montages et démontages (13.9%). Enfin, les accès aux différents niveaux et les déplacements d'échafaudages représentent respectivement 10.2% et 7.3% des accidents. Dans 39.4% des cas, les échafaudages de pied sont impliqués, dans 24.8% des cas ce sont des échafaudages roulants et dans 14.5% des cas, les échafaudages en console sont impliqués. Dans le cas des échafaudages de pied, les chutes sont à l'origine de la majorité des accidents soit 47.6% des cas. Elles sont principalement dues à des planchers d'échafaudage incomplets (largeur insuffisante et absence de garde-corps) ou encombrés. Les glissades et les pertes d'équilibre seraient à l'origine de ces chutes. L'auteur rapporte qu'une partie importante des accidents lors des montages et démontages de l'échafaudage sont associés à une mauvaise procédure de travail et à l'absence du port de protections individuelles. Les accès aux différents niveaux représentent 12% des accidents associés aux échafaudages de pied. Ces accidents sont associés à l'ascension des échafaudages par les éléments de leur structure (ex. échelons) à cause de l'absence de moyens normaux d'accès (ex. échelles) ou simplement pour éviter un détour. Les accidents associés aux défauts d'amarrage de l'échafaudage représentent 12% des cas. Enfin, les accidents provoqués par la rupture ou déformation d'un élément de structure, de garde-corps, de planchers comptent pour 9.8% des accidents associés à ces échafaudages. Ces accidents sont principalement dus à des surcharges de plancher dont les appuis sont trop espacés que ce soit par un excès de matériaux ou de personnel.

Toujours selon l'étude de Martinez (1993), les accidents associés aux échafaudages roulants sont provoqués principalement par le renversement ou le contact avec une ligne à haute tension lors du déplacement de l'échafaudage. Dans le cas des échafaudages roulants, on retrouve par ailleurs les mêmes causes d'accidents que pour les échafaudages de pied. Enfin, en ce qui concerne les échafaudages sur consoles, la majorité des accidents (45.5%) sont associés à la rupture d'éléments (ex. crochet de support, montant de garde-corps). Une forte proportion des accidents avec ces équipements (29.8%) est associée à des défauts d'amarrage. Martinez (1993) conclut son étude en formulant 7 recommandations dont:

- s'assurer de la qualité des surfaces sur lesquelles seront placés les systèmes de stabilisation, d'ancrage ou d'amarrage;

- effectuer les montages et démontages en respectant les modes opératoires préconisés par les manufacturiers et en prenant soin d'utiliser les protections individuelles dès que nécessaire;
- utiliser les échafaudages en fonction de leur capacité de charges: si elles ne sont pas indiquées par le manufacturier, éviter les stockages importants, les concentrations de personnel et les portées excessives.

L'Institut national de recherche en sécurité (France)(INRS, 1985) fait état, dans un document portant sur l'utilisation des échafaudages, de résultats d'une analyse de 650 accidents prélevés au hasard parmi ceux qui sont survenus dans l'industrie de la construction. Parmi ces accidents, 11% sont reliés aux échafaudages. Il est intéressant de noter que la tâche effectuée au moment de l'accident impliquant l'échafaudage était dans 21% des cas le montage ou le démontage de l'échafaudage et dans près de 7% des cas, la circulation. Les chutes sont responsables de plus de 73% des accidents. Enfin, cette analyse montre que 44% des accidents sont dus à la perte d'équilibre, 18% à la rupture d'une pièce ou à l'effondrement et enfin, 16% au renversement. Les pertes d'équilibre sont attribuées à l'absence de protection structurelle ou fortuite alors que les renversements sont associés à des défauts dans l'amarrage. Il est important de noter que les équipements utilisés sur une base régulière en Europe apparaissent différents de ceux qui sont utilisés en Amérique du Nord. Par exemple, les échafaudages à tube et raccord semblent d'utilisation beaucoup plus répandue en Europe qu'ici, où les échafaudages à cadres métalliques sont privilégiés. Aussi, les travaux effectués semblent différer dans une certaine mesure. Par exemple, les travaux de maçonnerie apparaissent beaucoup plus fréquents en Europe qu'en Amérique du Nord. Contrairement aux Européens, nos constructions et ce, particulièrement dans le secteur résidentiel/domiciliaire, impliquent généralement pas ou peu de travaux de maçonnerie (ex. brique, pierre). Par ailleurs, malgré les différences entre les équipements utilisés et les travaux réalisés, le travail impliquant les échafaudages demeure une activité comportant des types de risque qui se retrouvent tant en Europe qu'en Amérique.

Helander (1991) rapporte que les travaux de toiture sont les plus dangereux de toute l'industrie. L'une des explications fournies est le fait que le travail se déroule généralement sur quelques jours de sorte que la sécurité est négligée: les échelles et les échafaudages ne sont pas bien amarrés et fixés. Aussi, ce type de travail implique la manutention de matériaux de toiture qui représentent habituellement des charges relativement lourdes. Bien que la meilleure façon d'éviter les accidents associés à ce genre de travaux soit de fournir des garde-corps en bordure du vide et autres dispositifs de sécurité, il apparaît que ces équipements ne sont pas toujours fonctionnels ni adéquats.

Une étude portant sur la prévalence des problèmes musculosquelettiques de 1772 travailleurs de la construction choisis au hasard montre que les travailleurs spécialisés dans l'érection des échafaudages sont ceux pour qui la prévalence de douleurs aiguës au bas du dos ("severe LBP") est la plus élevée (Holmström, Lindell et Moritz, 1993). De façon générale pour tous les groupes de travailleurs, ces douleurs sont associées aux postures penchées et agenouillées prolongées.

Enfin, une étude portant sur les fréquences de dérogation aux articles du Code de sécurité pour les travaux de construction a été effectuée par Dugas (1985). Cette étude basée sur les dérogations enregistrées au Québec entre le 1er juin 1983 et le 1er juin 1984 par les inspecteurs de la CSST, porte sur tous les types de chantiers de construction et démontre que près de 20% de ces dérogations sont associées aux installations temporaires et aux équipements de protection collective dont les échafaudages, les garde-corps, les planchers d'échafaudages et les échelles.

### **Analyse des données de la CSST**

Une première étude des données d'accidents de la CSST pour la période de 2.5 années allant de 1987 à 1989 révèle 911 accidents reliés à la manutention des échafaudages et 1531 accidents reliés aux chutes à partir d'un échafaudage. La répartition des sièges de lésion selon le type d'accident est donnée au Tableau 1. Les blessures aux membres inférieurs et à la colonne vertébrale représentent 50% de toutes les blessures conséquentes aux chutes d'un échafaudage. Une proportion importante de ces blessures soit 45%, se traduit par des conflits disco-ligamentaires et des entorses diverses. Concernant les

manutentions d'échafaudages, la colonne vertébrale est le siège de plus de 40% des blessures. Une forte proportion des blessures associées aux manutentions d'échafaudages est conséquente à des efforts excessifs (48%) et une majorité se traduit par des conflits disco-ligamentaires (52%). Ce sont donc des blessures graves.

Si on utilise les chiffres de l'O.C.Q. (1983) et de l'A.S.P. - Construction (1988) donnés plus haut on arrive, par une simple règle de trois, à la conclusion que les chutes d'un échafaudage ont causé près de 4% de tous les accidents de la construction et que les manutentions d'échafaudages, à elles seules, ont causé un peu plus de 2% de tous les accidents de la construction. Étant donné la très grande variabilité des équipements et des méthodes de travail dans cette industrie, ces chiffres apparaissent importants. En ce qui a trait aux accidents par chute, la proportion de 4% est trois fois moins élevée que celle rapportée par l'étude de l'INRS (1985). Ce résultat est fort probablement associé à l'utilisation beaucoup plus répandue des échafaudages en Europe en raison du fait que les travaux de maçonnerie y sont beaucoup plus fréquents.

**Tableau 1**

Sièges de lésion pour les deux types d'agent causal et pour la première période d'environ 2.5 années comprises entre 1987 et 1989

| Siège de la lésion        | Type d'accident                                  |                                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                           | Manutention de l'échafaudage<br>(N = 911)<br>(%) | Chute d'un échafaudage<br>(N = 1531)<br>(%) |
| Tronc (autre que colonne) | 15.5                                             | 16.3                                        |
| Membres supérieurs        | 13.2                                             | 11.2                                        |
| Membres inférieurs        | 21.4                                             | 32.9                                        |
| Colonne vertébrale        | 42.3                                             | 19.9                                        |
| Siège multiple            | —                                                | 14.0                                        |
| Autres                    | 7.6                                              | 5.7                                         |

Une étude des données d'accidents de la CSST pour une seconde période comprise entre 1990 et 1993 et couvrant elle aussi une période d'environ 2.5 années, révèle 543 accidents reliés à la manutention des échafaudages et 908 accidents reliés aux chutes à partir d'un échafaudage. Cette seconde période est représentative d'une activité économique ralentie (récession). Néanmoins, le rapport entre les accidents par chute et les accidents par manutention sont identiques pour les deux périodes étudiées. Le Tableau 2 indique la répartition des sièges de lésion selon le type d'accident pour cette seconde période. On y constate que les distributions sont très semblables à celles du Tableau 1.

**Tableau 2**

Sièges de lésion pour les deux types d'agent causal et pour la seconde période d'environ 2.5 années comprises entre 1990 et 1993

| Siège de la lésion        | Type d'accident                                  |                                            |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                           | Manutention de l'échafaudage<br>(N = 543)<br>(%) | Chute d'un échafaudage<br>(N = 908)<br>(%) |
| Tronc (autre que colonne) | 18.0                                             | 15.9                                       |
| Membres supérieurs        | 18.4                                             | 12.7                                       |
| Membres inférieurs        | 19.9                                             | 30.3                                       |
| Colonne vertébrale        | 36.5                                             | 17.8                                       |
| Siège multiple            | 3.1                                              | 16.4                                       |
| Tête                      | 2.2                                              | 2.3                                        |
| Autres                    | 1.9                                              | 4.6                                        |

## Recommandations

Dans plusieurs des documents dont il a été question précédemment, des recommandations visant à améliorer la sécurité lors de l'utilisation des échafaudages sont formulées. Parmi les principales recommandations touchant aux échafaudages et qui concernent plus particulièrement le type de chantier d'intérêt du présent rapport, on retrouve les suivantes (CSST, 1990; CSST, 1991):

- s'assurer que les échafaudages reposent sur des assises solides et que celles-ci permettent de compenser pour les irrégularités du terrain;
- s'assurer que les échafaudages soient contreventés et bien amarrés;
- s'assurer que les charges soient réparties conformément aux instructions du fabricant ou aux plans de l'ingénieur le cas échéant;
- s'attacher durant le montage et le démontage des échafaudages sur l'ouvrage en construction ou sur l'échafaudage lui-même;
- ériger l'échafaudage aussi près que possible du bâtiment sur lequel on travaille;
- disposer les éléments du plancher (madriers) de façon à éviter les basculements ou les glissements;
- s'assurer que les planchers aient une portée en rapport avec leur résistance et les charges à supporter;
- s'assurer que les planchers aient une largeur minimale de 48 cm;
- veiller à ce que les aires de travail soient facilement accessibles par le bâtiment ou par une échelle ou des paliers;
- munir les côtés extérieurs des échafaudages de garde-corps constitués d'une lisse (main courante) et d'une plinthe, tous deux solidement fixés aux montants;
- effectuer un entretien des composantes et éliminer celles qui sont déformées.

En plus de ces recommandations, la littérature formule un ensemble de conseils concernant des comportements ou actions à éviter. À titre d'exemple:

- lorsqu'on circule sur un échafaudage, il ne faut pas courir, sauter, jeter des objets lourds;
- lors du démontage, ne pas laisser les éléments constitutifs tomber sur le sol pour ne pas les endommager;
- ne pas déplacer un échafaudage roulant avant que tous les travailleurs en soient descendus.

Il est important de noter qu'il existe dans la littérature plusieurs documents faisant état de recommandations et de dispositifs visant à améliorer la sécurité. Cependant, l'ampleur des moyens préconisés dans ces documents montrent qu'ils visent définitivement les travaux effectués sur les gros chantiers. Leurs résultats apparaissent donc difficilement applicables au contexte des petits chantiers (ex. Her Majesty's Stationery, 1979; Her Majesty's Stationery, Office, 1980).

## Discussion

Tel que le mentionne Helander (1991), les résultats publiés dans les études d'accidents sont souvent peu informatifs, car ils ne sont pas accompagnés d'une description du travail effectué (tâche effectuée, outils et équipements utilisés, façon dont les équipements d'échafaudage et autres sont installés, etc.) au moment de l'accident. Une telle information permettrait pourtant de formuler des recommandations concrètes concernant les modifications à apporter à la conception des équipements utilisés pour des travaux spécifiques dans des conditions précises. Sans cette information, les résultats ont un contenu informatif très général et les recommandations issues de ces résultats demeurent difficiles sinon impossibles à mettre en pratique. À titre d'exemple, des études mentionnent que les accidents par efforts excessifs se produisent principalement durant les tâches de transport, de préparation et d'installation. Elles mentionnent aussi que dans le cas des chutes, les tâches en hauteur les plus risquées sont les déplacements de personnes, les transports de charge et l'installation de matériaux. Tel que l'observation du travail le montre (section suivante), le processus de construction d'un bâtiment est en fait un processus continu durant lequel des matériaux sont préparés puis transportés à leur lieu

d'installation et enfin installés en place définitivement. Aussi, la partie de la construction qui a trait à la charpente, au toit et à la finition extérieure se fait essentiellement en hauteur puisque tout le travail se fait au-dessus du niveau du sol dès qu'on a terminé les travaux de fondation. Par conséquent, dire que les accidents par efforts excessifs et par chutes se produisent durant les tâches de préparation, de transport de charge, de déplacement des personnes et d'installation des matériaux revient à dire que ces accidents se produisent durant ... la construction. Ces résultats n'apportent aucune nouvelle information; ils ne font malheureusement qu'utiliser des termes différents pour décrire des faits déjà connus.

Les études d'accidents permettent simplement de connaître les grands types d'accidents qui se produisent et d'en comparer les fréquences ou proportions: elles permettent d'informer de façon très générale sur la présence d'un phénomène. Les études d'accidents ne fournissent pas les informations nécessaires au développement de solutions qui permettent de réduire les accidents. Elles sont donc peu utiles à une démarche efficace de prévention des accidents qui passe par le développement de solutions techniques. Seule une observation du travail (section suivante) permet d'apporter des informations précises concernant les lacunes des équipements et méthodes de travail existants lesquelles informations sont essentielles au développement de solutions et de correctifs. Aussi, l'observation du travail permet d'identifier les situations à risque qui mèneront tôt ou tard à des accidents. La lecture de la section suivante de ce rapport permet de constater que l'analyse des accidents ne remplacera jamais une observation du travail réel.

Néanmoins, à partir des résultats de ces études sur les accidents dans l'industrie de la construction, il est possible de tirer quelques grandes lignes plus particulièrement pertinentes à l'objectif du présent rapport. D'abord, les chutes apparaissent comme les accidents aux conséquences les plus graves et qui entraînent les coûts les plus élevés. Ensuite, les chutes de faible hauteur, c'est-à-dire de moins de 3 m, ont des conséquences aussi graves que les chutes de hauteurs plus importantes. Enfin, les chutes sont de façon générale, associées aux déplacements des personnes, aux transports de charges et à l'installation de matériaux... Si d'autre part, les chutes sont associées plus d'une fois sur quatre aux installations temporaires dont les échafaudages, les échelles et les plates-formes de travail, il demeure que la majorité des chutes ne sont pas associées à un dispositif d'échafaudage. Quant à l'avis des contremaîtres et des travailleurs, il est à l'effet que les chutes peuvent être évitées.

Les objets les plus souvent impliqués dans les accidents de la construction sont les échafaudages, les échelles et les escaliers. Les échafaudages à cadres métalliques sont impliqués dans la presque totalité des accidents impliquant les échafaudages survenus en Amérique du Nord (95%), si on considère que les échafaudages roulants sont aussi en général, des échafaudages à cadres métalliques (CSST, 1991). Bien que les taux d'utilisation des divers types d'échafaudage ne soient pas connus, on s'entend pour dire que les échafaudages à cadres métalliques sont de loin les plus utilisés de tous. Ainsi, une amélioration de la sécurité de ces équipements permettrait probablement de réduire les accidents de façon significative. Concernant les accidents survenus en Europe, il semble que la proportion correspondante soit relativement différente soit, environ 64%. Ce résultat peut probablement s'expliquer par le fait que les équipements européens et nord-américains sont relativement différents de même que la nature des travaux effectués sur ces équipements. La très grande majorité des accidents impliquant les échafaudages survenus en Amérique du Nord (80%) sont associés à des chutes. Les chutes à partir d'un échafaudage représentent près de 4% de tous les accidents de travail dans l'industrie de la construction au Québec. Ces chutes sont associées dans 40% des cas à la rupture d'un élément de structure et dans 60% des cas, à la perte d'équilibre. Dans une proportion importante des accidents impliquant les échafaudages (45%), le plancher présentait une condition dangereuse. Dans 2 accidents sur 3 impliquant les échafaudages, les garde-corps sont inexistantes. Les chutes à partir d'installations temporaires sont souvent associées à l'absence de toute mesure de sécurité associée à un problème d'utilisation de ces mesures. Une forte proportion des accidents impliquant les échafaudages (40%) surviennent lors de travaux connexes tels que les déplacements de personnes, les transports de charges et lors de l'accès ou en quittant l'échafaudage. Une majorité des victimes d'accidents impliquant les échafaudages (60 à 70%) avaient reçu une formation concernant l'utilisation sécuritaire de ces équipements. Une dérogation sur cinq au Code de sécurité pour les travaux de construction est

associée aux installations temporaires dont les échelles, les échafaudages, les garde-corps, les planchers d'échafaudage, etc. Un problème important semble donc exister en ce qui concerne les installations temporaires dont principalement les échafaudages à cadres métalliques de même qu'en ce qui concerne les dispositifs de sécurités associés à ces équipements.

Les décès sont le plus souvent associés aux chutes d'un échafaudage ou aux chutes à partir du toit. Les travaux de toiture sont les plus risqués de toute l'industrie de la construction. Pour ces travaux, les dispositifs de sécurité apparaissent souvent peu fonctionnels.

Les accidents associés à des efforts excessifs apparaissent globalement un peu plus fréquents que les chutes. Ces accidents sont souvent associés au transport de charge, aux travaux de préparation et d'installation. Ces efforts sont associés à des tâches manuelles effectuées dans des lieux restreints ou dans des postures contraignantes. Les accidents dus aux efforts excessifs sont souvent associés aux installations temporaires dont les échafaudages. De tous les travailleurs de la construction, les travailleurs spécialisés dans l'érection des échafaudages sont ceux pour qui la prévalence de maux de dos graves est la plus élevée. Les accidents dus aux efforts excessifs qui sont associés aux échafaudages représentent près de 2.5% de tous les accidents de l'industrie de la construction au Québec. L'installation des équipements d'échafaudage de même que leur déplacement et leur démantèlement sont reconnus comme des travaux exigeants sur le plan physique. Ces travaux sont associés à un nombre important de blessures graves à la colonne vertébrale. L'utilisation d'équipements de levage appropriés pourrait, selon les travailleurs et contremaîtres, réduire de façon significative les accidents associés aux efforts excessifs.

Les accidents graves apparaissent souvent associés à des problèmes d'échéancier. Aussi, le secteur de la construction résidentielle/domiciliaire apparaît comme un secteur à haut risque en raison du fait que les mesures de sécurité sont généralement absentes. Une forte proportion des accidents apparaît associée au non respect des normes de sécurité bien qu'une majorité des accidentés rapportent avoir suivi une formation concernant l'utilisation sécuritaire de ces équipements. Beaucoup de recommandations sont formulées dans la littérature en vue d'améliorer la sécurité du travail sur les échafaudages. Par ailleurs, on souligne la nécessité d'adapter et de développer des mesures de sécurité appropriées aux petits chantiers et surtout aux chantiers domiciliaires.

Dans la section qui suit, les résultats de l'observation du processus de construction sont présentés et discutés en établissant lorsque possible, des liens avec la littérature portant sur les accidents dans l'industrie de la construction.

## Références

- Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur construction (1988). *Bâtiments et travaux publics - statistiques sur les lésions professionnelles - 1985 à 1987*.
- Bourdouxhe, M., Champoux, D. et Mercier, L. (1987). *Étude exploratoire des accidents en construction sur l'île de Montréal*. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- Bureau of Labor (1980). *Survey of scaffold accidents*. Washington, D.C.: Bureau of Labor.
- Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (1990). *Les échafaudages sur cadres métalliques - Alerte Action Fiche #56*. Québec: CSST.
- Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (1991). *Choisissez vos outils et machines pour exécuter un travail déterminé - Guide Série 4 - Echafaudages*. 2e édition revue et augmentée. Québec: Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec.
- Dugas, R. (1985). *Fréquences des dérogations aux articles de Code de sécurité pour les travaux de construction*. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- Fattal, S.G., Mullen, C., Lew, H. S. et Lew, B. J. (1980). *Analysis of scaffolding accident records and related employee casualties*. (Rapport # NBSIR 79-1955). Washington, D.C.: National Institute for Occupational Safety and Health.

- Gauthier, C. et Boulva, A. (1987). *Évaluation des besoins du milieu de la construction en santé et sécurité du travail*. Montréal: C.R.O.P.
- Helander, M. G. (1991). Safety hazards and motivation for safe work in the construction industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 205-223.
- Her Majesty's Stationery, Office (1979). *Safety in construction work: Scaffolding*. Londre, G.B.
- Her Majesty's Stationery, Office (1980). *Roof work: prevention of falls*. Londre, G.B.
- Holmström, E.B., Lindell, J. et Moritz, U. (1993). Low back and Neck/shoulder pain in construction workers: occupational workload and psychosocial risk factors. Part 1: relationship to low back pain. *Spine*, 17(6), 663-671.
- Institut National de Recherche en Sécurité (1985). *Conseils aux utilisateurs d'échafaudages de service*. Paris: INRS.
- Martinez, A. (1993). Les accidents survenus lors de l'utilisation d'échafaudages. *Cahier des Comités de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics*, #278, 19-23.
- Mercier, L. (1986). *Analyse de contenu des rapports d'enquête d'accidents graves et mortels chez les charpentiers-menuisiers*. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- Murphy, P. (1994). The fatal flaw of fatal falls. *Industrial Ergonomics Newsletter*, 16(1), 4-5.
- Office de la Construction du Québec (1983). *Les accidents du travail dans la construction au Québec*. Bibliothèque nationale du Québec.

## ÉTUDE PRINCIPALE: ANALYSE DU TRAVAIL ET ÉTUDE DES RISQUES DURANT LE PROCESSUS DE CONSTRUCTION

Cette section du rapport présente les principaux résultats obtenus suite aux observations effectuées directement sur des chantiers de construction d'édifices multilogements de quatre étages ou moins. Les observations faites sur le terrain ont tout d'abord servi à décrire les principales étapes de ces constructions. Parmi ces dernières, seules celles où des échafaudages de service sont utilisés, pourraient être utilisés ou devraient être utilisés étaient pertinentes. Pour chacune des étapes retenues, les corps de métiers impliqués et les équipements d'échafaudage utilisés, sont notés. Une description des avantages et des inconvénients liés à l'utilisation des échafaudages de service est également présentée.

Les observations réalisées ont par la suite été utilisées pour effectuer une étude des risques associés au travail. Cette étude a permis d'identifier et de décrire avec précision les situations à risque pour chacune des étapes de la construction. Les situations à risque ont été regroupées en types de risque, ce qui facilite la compréhension de cette section du rapport. Pour chacun de ces regroupements, une estimation de la durée d'exposition des travailleurs est donnée.

Les observations et l'analyse présentées ici permettent de bien situer le contexte et le terrain dans lesquels le projet s'est déroulé. Un minimum de connaissances en construction sera fort utile au lecteur pour bien comprendre le contenu du texte.

### Méthodologie

#### *Première phase d'observations*

Des observations directes ont été effectuées sur une quinzaine de chantiers de construction durant la période allant de juillet 1990 à la fin de novembre 1990, soit durant la seconde (et dernière) période de mise en chantiers de l'année. Tous ces chantiers ont été visités sur une base presque quotidienne. Sur les chantiers visités, on procédait à l'érection d'édifices de quatre et de six logements principalement. Les chantiers appartenaient à des entrepreneurs différents. Cette première phase d'observations a permis aux chercheurs de se familiariser avec le processus et les méthodes de construction utilisés dans le secteur résidentiel/domiciliaire.

#### *Seconde phase d'observations*

Une seconde phase d'observations a été effectuée durant toute la saison de construction de 1991 et de 1992 —du printemps jusqu'à l'automne—. Durant cette seconde phase d'observations, une trentaine d'autres chantiers ont été visités de façon plus ou moins régulière. Cette phase a surtout servi à compléter les observations effectuées durant la saison 1990 et à obtenir des informations plus précises concernant divers aspects d'intérêt. Les chantiers visités durant la seconde phase incluaient des édifices de huit logements et de grosses maisons unifamiliales à deux étages. Ces dernières ont également été considérées, car les techniques de construction, les équipements et les matériaux de construction utilisés sont à toutes fins pratiques identiques à ceux des édifices multilogements de quatre étages ou moins. D'autre part, les situations comportant des risques d'accident apparaissent les mêmes dans les deux types de construction.

Installation des échafaudages. Durant la saison 1991 (deuxième phase d'observations), des observations systématiques des échafaudages et de leur installation sur des chantiers de construction résidentielle de la région de Trois-Rivières ont également été réalisées. Au total 15 chantiers, appartenant à des entrepreneurs différents ont été visités à cette fin. Étant donné que les échafaudages des maçons sont installés sur des périodes plus longues et que les maçons sont les plus importants utilisateurs d'équipements d'échafaudage (ils n'ont pas le choix d'en utiliser ou non), ils ont été plus fréquemment observés de sorte qu'ils représentent 80% des observations.

**Échantillonnage.** Aucun chantier n'a été observé en continu du début à la fin. Cette approche aurait monopolisé les ressources limitées en personnel et en matériel de notre équipe sur un seul et même chantier. Afin d'assurer une représentativité des observations, on a plutôt visité plusieurs chantiers. Même si les observations sont discontinues, la fréquence des visites était suffisamment élevée pour assurer un suivi adéquat de l'évolution de chacun des chantiers. Il est important de noter qu'il n'existe pas de données fiables concernant les caractéristiques des types de chantier, le nombre de travailleurs oeuvrant en même temps sur chaque chantier, le nombre d'heures travaillées par corps de métier et les tâches précises effectuées par chaque corps de métier. Ceci est dû entre autres, aux particularités architecturales des diverses constructions mises en chantier, aux conditions météorologiques et à la planification propre des divers entrepreneurs. Par conséquent, il a été impossible d'établir a priori une stratégie d'échantillonnage permettant de réaliser une étude systématique de tous les types de chantiers de la région Mauricie-Bois-Francs: l'équivalent des données de production d'une usine n'était pas disponible aux chercheurs.

**Observations continues.** Par ailleurs, durant la saison 1991 (deuxième phase d'observations), un chantier a été observé en continu uniquement durant les phases d'érection de la charpente et de construction du toit excluant la pose des bardeaux d'asphalte. Le chantier ainsi observé était une résidence multifamiliale (11 m sur 18 m) de quatre logements répartis sur deux étages avec un toit en pente à deux faces. Cette construction d'une architecture sobre, ne présentait aucun défi particulier pour les charpentiers menuisiers. Les observations effectuées en continu ont été enregistrées avec du matériel vidéo, ce qui a permis d'évaluer des durées d'exposition à diverses situations à risque ainsi que la durée de chacune des étapes. Ces évaluations ont par la suite été validées par des entrevues avec des entrepreneurs en construction oeuvrant principalement dans le secteur résidentiel. Ces derniers ont une excellente idée de temps requis pour chacune des étapes de la construction, la compétition étant très vive dans ce secteur.

### *Les observations*

**Concours de l'AECQ.** Les observations directes ont été rendues possibles grâce à la participation d'un conseiller de l'AECQ (Association des entrepreneurs en construction du Québec), Monsieur Jean-René Lamothe. Il faut souligner que sans le support de cette association, il aurait été à toutes fins pratiques impossible d'effectuer les observations directes des chantiers du secteur domiciliaire sur lesquelles est fondé ce rapport. Sans la présence du conseiller, les entrepreneurs et les travailleurs refusent systématiquement d'être observés à moins que les observations ne soient très brèves, qu'elles n'impliquent pas l'usage d'un matériel photographique ou vidéo et qu'elles ne les dérangent pas dans leur travail. De plus, le conseiller connaissant chacun des entrepreneurs et le site des chantiers dans son secteur d'action, peut guider les chercheurs vers des chantiers appartenant à des entrepreneurs différents et ainsi assurer une représentativité dans la collecte des données.

Il faut également souligner que malgré les représentations et les recommandations de l'AECQ, les entrepreneurs et les travailleurs de la construction ont difficilement accepté d'être observés avec du matériel vidéo ou photographique durant leur travail. Cela demeure le cas même après plusieurs semaines de visites des chercheurs sur le chantier. Néanmoins, la coopération a été relativement bonne sur les chantiers visités et plusieurs heures d'observations pour les différentes phases de la construction d'édifices multilogements de quatre étages ou moins ont pu être réalisées. Ces observations ont été enregistrées avec du matériel vidéo lorsque cela était possible. Beaucoup d'observations ont dû être notées de façon plus ou moins formelle sous forme d'un journal de bord. Les observations ont enfin été faites par la même équipe de chercheurs.

**Questionnaire.** Un questionnaire sur l'utilisation générale des échafaudages sur les chantiers de construction résidentielle a été administré à un groupe de 82 travailleurs et 34 entrepreneurs de la région Mauricie-Bois-Francs. L'expérience des répondants variait entre 11 et 20 ans. Ce questionnaire visait à obtenir l'opinion des utilisateurs d'équipements d'échafaudage et éventuellement de permettre une certaine comparaison entre les opinions des intervenants du milieu et celles faites sur le terrain par

l'équipe de chercheurs. Le questionnaire a été administré à l'automne 1991, soit à la fin de la deuxième phase d'observations.

La section qui suit présente les résultats de toutes les observations effectuées sur le terrain durant ce projet. Pour faciliter la lecture, les résultats concernant les divers types d'observations (questionnaire, observations en chantier, observations visant à mesurer les durées d'exposition) sont présentés lorsque le contexte s'y prête. Une discussion sur la sécurité des travailleurs accompagne la présentation des résultats.

## Résultats

### *Description du processus de construction analysé*

À partir des observations faites sur le terrain, une description détaillée du processus de construction a été effectuée. Cette description met en relief les diverses opérations ou tâches composant le processus de construction. Le lecteur intéressé pourra consulter les annexes du mémoire de Jean Côté (1991). Ces annexes décrivent en détail sous forme de diagramme de cheminement chacune des tâches ainsi que leur séquence durant la construction.

Les portions du processus de construction d'un édifice multilogement de quatre étages ou moins considérées par ce projet ont été regroupées en sept groupes de tâches qui sont présentés au Tableau 3. Cette catégorisation a été choisie parce qu'elle est simple et qu'elle permet le regroupement de tâches qui sont semblables ou qui sont effectuées par le même corps de métier (les mêmes ouvriers le plus souvent), en un minimum de groupes. D'autres groupements des tâches auraient pu être utilisés mais celui choisi apparaissait comme l'un des plus simples. Par exemple, l'installation des fenêtres et des portes coulissantes aurait pu constituer un groupe de tâches distinct puisqu'en général toutes les "ouvertures" étant livrées en même temps, elles sont installées le même jour et ce, une fois que la couverture est terminée le plus souvent. Ces tâches sont généralement effectuées par les ouvriers qui assemblent le reste de la structure (planchers et murs). De plus, les conditions dans lesquelles les ouvertures sont installées sont souvent très semblables à celles dans lesquelles les murs sont assemblés en ce qui a trait aux risques associés aux échafaudages (ex. travail de l'intérieur de la bâtisse et travail sur le plancher de l'étage). Il apparaissait donc plus pratique de regrouper toutes ces tâches ensemble (assemblage des murs et pose des ouvertures) dans un même groupe de tâches. Par conséquent, l'ordre des groupes décrit au Tableau 3 ne correspond pas nécessairement à celui dans lequel se déroulent les étapes de la construction. Ainsi, certains groupes sont répétés autant de fois qu'il y a d'étages à la construction (ex. fabrication du plancher). Ajoutons enfin que les groupes 6 et 7 sont souvent présents pour une même construction, car de plus en plus, maçonnerie et revêtement d'aluminium ou de vinyle sont combinés.

Certains groupes de tâches n'ont pas été considérés dans ce projet lequel ne porte que sur les équipements d'échafaudage extérieurs. Les travaux qui sont effectués à l'intérieur du bâtiment (ex. la construction des murs de division, l'électricité, la plomberie, la finition intérieure, l'installation des armoires de cuisine, etc.) et qui n'impliquent pas l'utilisation d'équipements d'échafaudage de service ont été exclus. Ces travaux requièrent principalement des escabeaux, tréteaux, bancs, etc. Ces types d'équipement ne sont pas visés par la présente étude. Les ressources ont donc été consacrées aux tâches qui nécessitent (ou devraient nécessiter) l'usage d'équipements d'échafaudage extérieurs.

**Construction type.** Pour les besoins de ce rapport, la construction type est un édifice simple (i.e., toit à quatre faces et à faible pente sans lucarne) de six logements, de 15.3 m (50 pi) de façade sur 12.2 m (40 pi), de trois étages (le premier étage étant au niveau du sol). Ce type de construction correspond relativement bien à ce qui a été observé le plus souvent. Les observations archivées sur bande vidéo de même que le concours des travailleurs et des entrepreneurs ont permis d'estimer la durée de cette construction type. Ainsi, la réalisation des groupes de tâches 1 à 5 décrits du Tableau 3 nécessite approximativement 335 heures-homme.

Le Tableau 4 donne une répartition approximative type des heures-homme selon les étapes du déroulement de la construction. Il est important de souligner que les matériaux et les techniques de construction utilisés pour les étapes décrites au Tableau 4 sont à toutes fins pratiques identiques peu importe le type de construction domiciliaire —édifice multilogement ou grande maison unifamiliale—. Dans tous les cas, le processus général de construction se déroule de la même façon. Une majorité des travailleurs observés avaient une expérience des deux types de constructions. Plusieurs avaient aussi une expérience de la construction industrielle. Des travailleurs interrogés par questionnaire, tous avaient une expérience des deux secteurs —résidentiel/domiciliaire et industriel/commercial—.

**Tableau 3**  
Groupes de tâches étudiés

| Groupe de tâches                                               | sous-groupe                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1- Fabrication du plancher et de la structure des balcons      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1• Fabrication du plancher                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Faire la structure du plancher de l'étage (traverses, soliveaux, croix de Saint-André)</li> <li>-Poser les feuilles du plancher de l'étage</li> </ul>                                                                                                        |
| 2• Fabrication de la structure des balcons                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Charpenter les balcons de l'étage</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |
| 2- Assemblage des murs                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Assembler les murs de l'étage incluant les murs porteurs</li> <li>-Soulever les murs de l'étage incluant les murs porteurs</li> <li>-Installer les fenêtres et portes coulissantes de l'étage</li> <li>-Installer les escaliers entre deux étages</li> </ul> |
| 3- Finition des balcons                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1• Recouvrement des structures du balcon                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Poser les recouvrements des balcons de l'étage</li> </ul>                                                                                                                                                                                                    |
| 2• Installation des balustrades                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Placer les balustrades de l'étage</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |
| 4- Installation des fermes de toit                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Installer les fermes de toit</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                      |
| 5- Recouvrement du toit                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1• Recouvrement du toit                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recouvrir les fermes de toit de panneaux de 4' x 8'</li> </ul>                                                                                                                                                                                               |
| 2• Recouvrement du toit                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recouvrir le toit de bardeaux d'asphalte</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          |
| 6- Installation des échafaudages à cadres et pose de la brique |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1• Assemblage d'un échafaudage à cadres métalliques            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Préparer les assises</li> <li>-Assembler les composantes</li> </ul>                                                                                                                                                                                          |
| 2• Finition extérieure (brique)                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Transport et pose de la brique</li> <li>-Transport du mortier</li> </ul>                                                                                                                                                                                     |
| 3• Démantèlement de l'échafaudage                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7- Pose du revêtement extérieur d'aluminium et de plastique    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1• Finition extérieure (soffite)                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Poser les soffites</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| 2• Finition extérieure (contour des ouvertures, ex. fenêtres)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Poser de l'isolant pour les fenêtres, portes et autres</li> <li>-Poser le contour des ouvertures</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| 3• Finition extérieure (installation des parements)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Poser les parements</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| 4• Finition extérieure (calfeutrage)                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Poser le calfeutrage autour des ouvertures</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |

**Tableau 4**  
**Déroulement de la construction et répartition approximative des heures-hommes**  
**pour une construction type de six logements**

| Étape du déroulement                                                                                    | heures-hommes | %          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| •installation des lisses sur les fondations et préparation du carré                                     | 25            | 4          |
| •construction des divisions portantes du 1er étage (le premier étage est au niveau du sol)              | 15            | 2          |
| •installation des solives du plancher du 2e étage et structure des balcons                              | 20            | 2          |
| •recouvrement du plancher du 2e étage (pose des panneaux de 4' x 8')                                    | 10            | 1.5        |
| •traçage des lisses et construction des murs porteurs du 2e étage<br>(murs extérieurs et murs centraux) | 60            | 7.2        |
| •installation des solives du plancher du 3e étage et structure des balcons                              | 20            | 2          |
| •recouvrement du plancher du 3e étage (pose des panneaux de 4' x 8')                                    | 10            | 1.5        |
| •traçage des lisses et construction des murs porteurs du 3e étage<br>(murs extérieurs et murs centraux) | 60            | 7.2        |
| •installation des fermes de toit et pose des frises                                                     | 35            | 5          |
| •recouvrement du toit (pose des panneaux de 4' x 8')                                                    | 15            | 2          |
| •recouvrement du toit (pose des bardeaux d'asphalte et des larmiers)                                    | 20            | 3          |
| •installation des ouvertures (fenêtres et portes coulissantes)                                          | 30            | 9          |
| • finition et recouvrement des 6 balcons (pose des panneaux de 4' x 8')                                 | 15            | 2          |
| •pose de la brique                                                                                      | 320           | 46.3       |
| •installation et démantèlement des échafaudages à cadres pour la pose de la brique                      | 16            | 2.3        |
| •travaux de soffite, de dessous de balcons et de calfeutrage des ouvertures                             | 20            | 3          |
| <b>Total:</b>                                                                                           | <b>691</b>    | <b>100</b> |

La durée des travaux des groupes de tâche 6 et 7 est souvent difficile à estimer à cause de la grande variabilité des combinaisons et des utilisations de différents revêtements. Le type d'équipement d'échafaudage utilisé lors de ces groupes de tâche, particulièrement pour le revêtement d'aluminium ou de plastique (vinyle), a aussi un impact important sur la durée des travaux. Dans le cas simple où le revêtement est constitué uniquement de brique sur les quatre faces de la bâtisse, on peut estimer la durée de la pose de la brique (groupe de tâches #6) à environ 320 heures-hommes pour la construction type décrite plus haut. Dans cette estimation, on assume qu'un maçon pose entre 600 et 700 briques par jour et qu'un manoeuvre fournit quatre maçons. On doit aussi ajouter le temps nécessaire pour installer et démanteler les échafaudages des maçons tout autour de la bâtisse, soit environ 16 heures-hommes lorsqu'un engin de levage est disponible. Dans le cas où une ou quelques faces sont en revêtement d'aluminium ou de vinyle, la finition extérieure est beaucoup plus rapide. Cependant, ce type de revêtement n'est jamais utilisé seul: il y a généralement une face ou des parties de faces en maçonnerie, pour des raisons d'esthétique. Les travaux de briquetage prennent alors beaucoup moins d'importance.

Lorsqu'on utilise de la brique sur les quatre faces, les tâches de finition extérieure du groupe de tâches #7 se résument généralement aux travaux de soffite, de frise et au calfeutrage autour des ouvertures. La durée de ce groupe de tâches peut alors être estimée à environ 20 heures-hommes ce qui porte le total à 691 heures-hommes pour les étapes considérées (au Tableau 3) de notre construction type. La partie de la construction qui n'est pas considérée ici inclut l'isolation (laine), les divisions intérieures, l'électricité, la plomberie, le placoplâtre, le tirage de joints, la finition (portes intérieures, cadres de fenêtre, plinthes), les recouvrements de sol, la peinture et l'installation des armoires et comptoirs divers. Pour cette partie, on doit aussi compter environ 700 heures-hommes.

Il est important de noter que tous ces chiffres, particulièrement en ce qui concerne la finition extérieure, sont des estimations qui peuvent varier considérablement selon les méthodes de travail, les particularités architecturales de la construction, les matériaux utilisés pour la finition et les équipements de travail utilisés pour ne nommer que quelques-uns des facteurs de variation. Les valeurs du Tableau

4 fournissent un cadre de référence général en ce qui concerne la durée du processus de construction type. Des estimations plus précises auraient nécessité des observations beaucoup plus étendues sur un échantillon représentatif de constructions domiciliaires avec un échantillon représentatif d'entrepreneurs et de travailleurs de ce domaine. De telles observations dépassaient clairement les objectifs et les ressources de la présente étude qui se voulait exploratoire comme son titre l'indique. Cependant, les valeurs données au Tableau 4 sont typiques de la bonne pratique dans ce domaine.

La durée des travaux (en jours) peut aussi varier considérablement d'un chantier à l'autre et d'un entrepreneur à l'autre puisque la taille des équipes varie beaucoup selon l'étape et dans le temps. Néanmoins, une équipe comprend toujours au minimum deux travailleurs. De plus certains travaux sont parfois effectués en parallèle avec d'autres, ce qui a pour effet de raccourcir la durée de la construction.

Description des risques. Pour chaque groupe de tâches, un enregistrement résumant les nombreuses observations faites sur le terrain a été réalisé. Cette méthode a été choisie pour deux raisons principales. D'une part, à cause de la grande redondance des observations: par exemple, l'assemblage d'un mur se fait toujours plus ou moins de la même façon peu importe le type de construction domiciliaire. D'autre part, à cause du grand nombre d'observations disparates enregistrées sur les cassettes vidéo durant la phase d'observations: par exemple, pour une même journée d'observations, donc sur une même cassette, plusieurs chantiers tous à des stades d'avancement de leur construction plus ou moins différents peuvent avoir été filmés.

Tel que mentionné plus haut, une description détaillée des tâches et des méthodes de travail impliquées durant le processus de construction a été effectuée à partir des observations faites sur le terrain. Par la suite, une étude des risques, analogue à une analyse sécuritaire des tâches, a été menée. Cette étude, également présentée dans les annexes du mémoire de Jean Côté (1991), avait pour but d'identifier les risques potentiels d'accident pour chacune des tâches inhérentes au processus de construction d'un édifice multilogement de quatre étages ou moins et ce, en relation avec les équipements d'échafaudage extérieurs utilisés. Cette étude a permis l'identification de 21 situations ou comportements types présentant des risques de chute et 5 situations présentant des risques d'accidents ou de blessures variés associés aux groupes de tâches décrits au Tableau 3. Les risques de chute sont associés tant aux chutes de plain-pied qu'aux chutes de hauteur. Ces situations et comportements types sont présentés au Tableau 5.

Il est important de noter que plusieurs de ces situations ou comportements sont particuliers à certaines étapes de la construction. Par exemple, la situation C5 "Marcher à reculons en bordure du vide" est particulière à la fabrication des planchers (groupe de tâches #1) et à l'installation des fermes de toit (groupe de tâches #4). Afin de faciliter l'interprétation de ces résultats et d'en simplifier la présentation, les situations et comportements décrits au Tableau 5 ont été regroupés en six types de risque:

- 1- Risques de chute de hauteur (situations C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C11, C12, C13, C14, C18, C19, C20, C21);
- 2- Risques de chute de plain-pied (au même niveau) (situations C2, C4, C5, C7, C8, C9, C11, C12, C13, C18, C21);
- 3- Risque d'effondrement du plancher de travail ou du support du travailleur (situations C10, C15, C16, C17);
- 4- Risque associé à une posture de travail défavorable ou contraignante (situations C1, C3, C4, C6, C11, A2);
- 5- Risque associé à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs (situation A4);
- 6- Risques divers (frappé par, coincé par ou contre, corps étrangers dans les yeux, etc.) (situations A1, A3, A5).

**Tableau 5**

Situations et comportements types présentant des risques de chute et d'accident durant les étapes de la construction considérées au Tableau 3

| Risques de chute                  |                                                                                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1                                | Risque associé à une posture précaire durant la manutention de matériaux encombrants              |
| C2                                | Risque associé à une posture précaire durant le mesurage en bordure du vide                       |
| C3                                | Risque associé à une posture précaire durant le travail                                           |
| C4                                | Risque associé à une posture précaire durant un déplacement                                       |
| C5                                | Risque associé au fait de marcher à reculons en bordure du vide                                   |
| C6                                | Risque associé au fait de travailler à la limite d'extension au-dessus du vide                    |
| C7                                | Risque associé à un plancher de travail en pente                                                  |
| C8                                | Risque associé à un déséquilibre potentiel en utilisant des outils manuels                        |
| C9                                | Risque associé à un déséquilibre potentiel en utilisant des outils mécaniques ou pneumatiques     |
| C10                               | Risque associé à un appui sur une surface ou un objet qui n'est pas fixé solidement               |
| C11                               | Risque associé à une posture précaire au-dessus du vide (moins de trois points d'appui)           |
| C12                               | Risque de trébucher à cause de l'encombrement de l'espace de travail                              |
| C13                               | Risque de glisser sur une surface ou un rebord gelé ou humide                                     |
| C14                               | Risque associé à un plancher de travail inadéquat au-dessus du vide                               |
| C15                               | Risque potentiel de bris de la surface de support du travailleur à cause d'une charge excessive   |
| C16                               | Risque d'effondrement du support du travailleur en raison d'une installation déficiente           |
| C17                               | Risque d'effondrement du travailleur en raison d'une collision due à un véhicule de transport     |
| C18                               | Risque associé à un plancher de travail inégal (ex. espace entre les madriers)                    |
| C19                               | Risque associé à une ascension ou une descente au-dessus du vide sans protection                  |
| C20                               | Risque associé à l'absence de garde-corps                                                         |
| C21                               | Risque associé à un manque d'attention de la part du travailleur                                  |
| Risques d'accident ou de blessure |                                                                                                   |
| A1                                | Corps étranger dans les yeux                                                                      |
| A2                                | Mauvaise posture ou posture de travail (risques potentiels pour le dos et les membres supérieurs) |
| A3                                | Frappé par...                                                                                     |
| A4                                | Charge excessive (risques potentiels pour le dos et les membres supérieurs)                       |
| A5                                | Coïncé par...                                                                                     |

Les chutes de hauteur sont les chutes à un niveau plus bas que celui des pieds du travailleur immédiatement avant la chute (ex. chute en bas d'un mur). Les chutes de hauteur considérées dans ce rapport, sont les chutes dont la hauteur est supérieure à 1.5 m (5 pi) soit la hauteur d'une section d'échafaudage. Les chutes de plus faible hauteur ne sont pas considérées bien qu'elles existent tout au long du processus de construction considéré ici.

Les chutes de plain-pied sont des chutes à un même niveau (i.e., sur le plancher de travail ou ce qui en tient lieu). Ces chutes sont généralement associées au fait que le travailleur trébuché sur quelque chose durant un déplacement en raison d'un plancher inégal ou encombré.

L'effondrement du plancher de travail ou du support du travailleur durant son travail (ex. solive) est généralement associé au fait que ce plancher ou ce support n'est pas fixé ou est fixé sommairement et donc peut se déplacer sous les pieds du travailleur. Ce type de risque est aussi associé aux moyens d'échafaudage, souvent de fortune, que les travailleurs utilisent tout au long d'une construction pour réaliser l'installation de diverses composantes de cette construction.

La posture est considérée par rapport à l'activité accomplie. Une posture de travail peut être jugée défavorable, contraignante, non naturelle ou inadéquate selon la bonne pratique ergonomique que ce soit pour l'accomplissement normal du travail ou pour l'application d'un effort (ex., travail à bout de bras, travail penché, manutention dans une posture difficile, etc.). On considère généralement que pendant le déplacement des personnes, la posture est favorable. Cependant, si ces déplacements se font sur un plancher très instable ou comportant des obstacles (ex. enjamber les fermes de toit en se déplaçant sur le dessus du mur du dernier étage) alors la posture peut selon le cas être jugée défavorable durant ces déplacements.

Les risques associés à la manutention d'une charge potentiellement excessive ou à l'application d'efforts potentiellement excessifs décrivent des charges de manutention ou des applications d'efforts qui même dans de bonnes conditions apparaissent excessives selon la littérature scientifique sur la manutention manuelle.

Enfin, les observations montrent que les risques divers sont associés à des situations variées impliquant des blessures potentiellement très variées. En raison justement de cette grande variété dans les situations et les blessures possibles, ce type de risque ne sera pas traité dans les paragraphes qui suivent afin de ne pas alourdir la discussion inutilement. Mentionnons simplement que ces risques sont omniprésents à toutes les étapes de la construction et sont souvent associés aux très nombreux déplacements des travailleurs et à l'utilisation d'outils variés (ex. marteau, scie circulaire).

Les situations C2, C4, C5, C7, C8, C9, C11, C12, C13, C21 se retrouvent tant pour les risques de chute de hauteur que les risques de chute de plain-pied, car beaucoup de travaux s'effectuent en bordure du vide. Par exemple, le simple fait de trébucher en bordure du vide peut mener tant à une simple chute de plain-pied qu'à une chute de hauteur. Par conséquent, les types de risque ne sont pas mutuellement exclusifs. Puisque les risques de chute de hauteur, par exemple, ne sont pas associés exactement aux mêmes tâches selon l'étape considérée, il est préférable de procéder par groupe de tâches lorsqu'on décrit les situations de travail impliquant chacun des types de risque. Par conséquent, dans les paragraphes qui suivent, les résultats sont présentés selon le groupe de tâches. La présentation débute par une description des tâches composant le groupe de tâches considéré afin de bien situer le contexte du travail. Pendant cette description, les diverses situations à risque sont présentées. À la suite de ces descriptions, les risques sont résumés selon le type de risque.

Durée d'exposition. Une estimation de la durée moyenne de l'exposition des travailleurs à chacun des types de risque est ensuite donnée pour le groupe de tâches dont il est question. Cette estimation est exprimée en termes de proportion de la durée totale du groupe de tâches considéré. Elle a été établie tant à partir des observations archivées sur bande vidéo qu'à partir du jugement des travailleurs impliqués durant le groupe de tâches. Il faut souligner que les estimations représentent des moyennes qui peuvent varier considérablement selon le nombre de travailleurs et le rôle particulier de chacun dans l'équipe lors de la réalisation du groupe de tâches; selon les équipements utilisés; selon les particularités architecturales de la bâtisse; et selon les méthodes choisies pour accomplir le travail.

Dans le texte qui suit, les estimations de l'exposition moyenne des travailleurs à chaque type de risque pour chacun des groupes de tâches du Tableau 3, sont données pour la construction type de six logements décrite plus haut. Les estimations données représentent des moyennes pour l'équipe type de travailleurs impliquée durant la réalisation du groupe de tâches considéré. Par exemple, une équipe typique pour l'assemblage des murs de la construction type décrite plus haut est composée de cinq travailleurs. Dans cette équipe, deux travailleurs ont habituellement un rôle particulier: le premier est à la scie et l'autre est manoeuvre. Par conséquent, l'assignation de rôles fait en sorte que l'exposition à chacun des types de risque varie d'un travailleur à l'autre et ce, dans une même équipe et pour un même groupe de tâches. Par exemple, le manoeuvre est plus exposé aux chutes de plain-pied parce qu'il se déplace beaucoup. Aussi, il est plus exposé aux efforts parce qu'il déplace les charges (composantes). Le travailleur assigné à la scie se déplace très peu comparativement à ses collègues, car il est généralement situé au centre de l'enceinte de la bâtisse et sur le plancher de sorte qu'il est peu exposé aux chutes de hauteur. Les estimations ont donc été obtenues en tenant compte de l'exposition

propre de chacun des travailleurs mais en faisant la moyenne sur l'ensemble des travailleurs présents dans l'équipe impliquée lors de la réalisation du groupe de tâches dont il est question. On peut donc déduire que pour chaque type de risque, la durée d'exposition donnée dans le texte peut soit sous-estimer, soit surestimer la durée d'exposition réelle de certains travailleurs.

### *Résultats des observations sur le terrain: description des situations de travail à risque*

Rappelons encore que dans le cadre de ce projet, les étapes d'intérêt sont celles où des échafaudages de service extérieurs sont utilisés, pourraient être utilisés ou devraient être utilisés. Les étapes visées touchent spécifiquement l'érection de la charpente incluant celle du toit, le recouvrement du toit incluant la pose des bardeaux et la finition extérieure du bâtiment incluant l'installation des ouvertures. Les étapes touchant la finition intérieure de la bâtisse sont totalement exclues par cette étude.

Dans le texte qui suit, on prend pour acquis que les fondations ont été coulées et remblayées et que la lisse destinée à recevoir le plancher ou les murs est installée sur les fondations de même que le papier feutré en bordure de la bâtisse. Selon les caractéristiques architecturales, il est possible de débiter la construction par la fabrication d'un plancher fixé directement aux fondations ou par l'érection des murs (souvent des demi-murs). Dans les deux cas, des murs porteurs devront être construits à l'intérieur du carré de la bâtisse. (Dans le cas où des murs sont construits directement sur les fondations, le plancher du premier étage repose sur le sol et est en béton).

Enfin, soulignons que les techniques de travail possibles pour une opération donnée peuvent varier considérablement selon le cas. Ainsi, les techniques les plus fréquemment observées sont décrites dans ce rapport ce qui n'implique donc pas pour autant, que ce sont les seules façons de faire.

Groupe de tâches #1: Fabrication du plancher et structure des balcons. La fabrication des planchers et de la structure des balcons est accomplie par des charpentiers menuisiers. Durant ce groupe de tâches, aucun dispositif d'échafaudage particulier, peu importe la hauteur du plancher en construction, n'est utilisé. Aucun garde-corps ni équipement de sécurité tel qu'une ceinture n'est utilisé.

La fabrication du plancher et de la structure des balcons débute souvent par le mesurage, c'est-à-dire, l'identification de la position précise de chacune des traverses, de chacun des points d'appui et de fixation des solives sur le dessus des murs (ou de la lisse dans le cas d'un plancher construit directement sur les fondations) et de chacune des solives constituant la structure des balcons. Le mesurage est souvent réalisé par deux travailleurs. Le premier, monté sur le dessus d'un mur en un coin de la bâtisse tient l'extrémité du ruban à mesurer tandis que le second marche à reculons sur le dessus du mur pour déployer graduellement le ruban et ce, tout en se penchant à intervalles réguliers pour y marquer la position de chacune des solives. Le mesurage peut aussi se faire par un seul travailleur. Le ruban est alors soigneusement fixé au coin de la bâtisse et le marquage se fait de la même façon (i.e., en marchant à reculons sur le dessus du mur). Le mesurage se fait sur deux murs extérieurs et sur les murs porteurs centraux.

L'opération suivante consiste en l'approvisionnement des matériaux. Pour cette opération, un travailleur monte sur le dessus de l'un des murs et saisit les madriers qu'un collègue lui passe d'en bas puis les dépose sur le dessus des murs. L'opération peut aussi se faire à un seul travailleur. Dans ce cas, il appuie les madriers sur les murs tout autour de la bâtisse et une fois en haut, il les saisit et les dépose sur les murs. Ces madriers serviront à construire la structure du plancher (traverses et solives, Figure 1). Au début de l'approvisionnement, le travailleur est debout sur le dessus du mur et ce, dans un coin, car l'équilibre est plus facile à maintenir lorsque les pieds sont posés sur deux murs perpendiculaires. Une fois que quelques madriers ont été déposés à plat sur le dessus des murs, le travailleur s'en sert comme plancher temporaire pour terminer l'approvisionnement en matériaux (Figure 2). Un autre travailleur aura coupé, le cas échéant, les matériaux sur le plancher plus bas, préalablement à l'approvisionnement.



Figure 1

La traverse est fixée sur le dessus et le long de la lisse supérieure du mur. Les solives sont fixées à la traverse et sont appuyées sur la lisse supérieure du mur (madrier double épaisseur sur la figure).



Figure 2

Le travailleur dépose les madriers de solive sur le dessus des murs et s'en sert comme plancher de travail pour terminer l'approvisionnement.

Une fois l'approvisionnement terminé, les traverses sont installées sur les murs extérieurs. Les traverses sont fixées le long du dessus des murs et cachent les extrémités des solives qui y seront clouées par la suite (Figures 3 et 4). Une fois les traverses installées, un second mesurage est souvent effectué dans le but d'identifier la position d'appui des solives sur la traverse, si cela n'a pas été fait avant (Figure 5). Ensuite, les solives sont fixées en place (Figures 6, 7 et 8). Les traverses et les solives constituent l'ossature du plancher. Durant l'installation des traverses et des solives, les travailleurs utilisent le dessus des murs et les madriers temporairement appuyés à plat sur le dessus des murs comme plancher de travail (Figures 2, 3, 4, 5, 6 et 7). La surface du dessus des murs extérieurs sur laquelle le travailleur se déplace est typiquement un 2 po x 6 po (largeur de 14,3 cm ou 5 po et 5/8). Il est à noter que les madriers appuyés à plat sur le dessus des murs dont les travailleurs se servent comme plancher temporaire ont un appui de 10 cm (4 po) au maximum sur leur longueur sur le dessus des murs. De plus, la section de ces madriers est bien en deçà du minimum requis par le Code de sécurité pour les travaux de construction en ce qui concerne les planchers de travail de sorte que la flexion de ces madriers est souvent importante. Le travail durant ces opérations se fait au niveau des pieds ce qui implique que les travailleurs sont penchés ou agenouillés entre les déplacements.

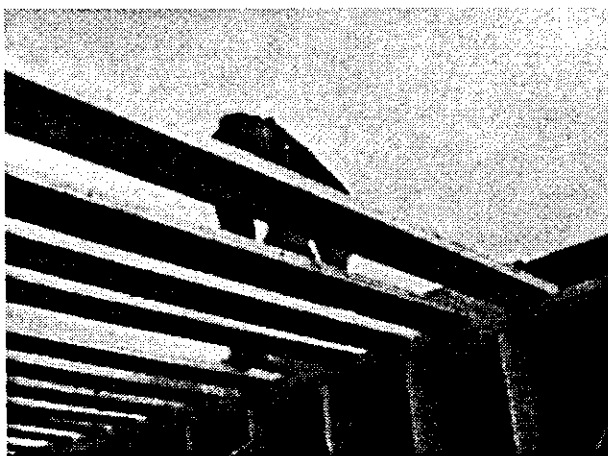


Figure 3

Installation d'une traverse sur le dessus d'un mur extérieur.



Figure 4

Installation d'une traverse sur le dessus d'un mur porteur.



Figure 5  
Mesurage: détermination de la position des solives.



Figure 6  
Clouage des solives sur la traverse d'un mur porteur.



Figure 7  
Clouage des solives sur la traverse d'un mur extérieur à l'aide d'une cloueuse pneumatique.



Figure 8  
Clouage des solives sur le dessus d'un mur porteur à l'aide d'une cloueuse pneumatique.

La séquence des opérations décrite peut varier quelque peu d'un chantier à l'autre. Par exemple, il est courant de voir des travailleurs installer d'abord quelques madriers à plat sur le dessus des murs. Se servant de ces madriers comme plancher de travail, ils installent ensuite les traverses. Une fois celles-ci installées, ils procèdent à l'approvisionnement des madriers de solive. Enfin, se servant de ces madriers à plat comme plancher temporaire, ils procèdent au mesurage et enfin, au clouage des solives en place. L'avantage de cette séquence par rapport à l'autre c'est que le plancher de travail est plus étendu (i.e., madriers à plat plutôt que le dessus du mur). Cependant, ce plancher risque facilement de se déplacer puisque les madriers de solive qui le constituent ne sont que déposés sur le dessus des murs et leur surface d'appui est petite. Dans d'autres cas, un simple madrier déposé sur deux escabeaux est utilisé en guise d'échafaudage temporaire pour permettre la pose des traverses sur le dessus des murs extérieurs. Une fois les traverses installées, les madriers de solives sont hissés sur le dessus des murs, le mesurage final est effectué et enfin, les solives sont placées et clouées en place (opérations effectuées du haut des murs)(Figures 6, 7 et 8).

Il est intéressant de souligner que sur un seul de tous les chantiers visités, un échafaudage intérieur sommaire pour faciliter l'accès au dessus des murs a été utilisé. Un tel échafaudage est constitué d'un madrier de solive (2 po x 10 po «plané» parce que plus léger) fixé à l'intérieur de l'enceinte de la bâtisse sur certains murs de l'étage précédent à une hauteur d'environ 1.75 m du plancher. Cet

échafaudage temporaire facilite grandement le mesurage et la fixation des traverses et des solives sur le dessus des murs, car il offre une surface de support plus large que le dessus des murs et plus uniforme que les solives déposées à plat sur le dessus des murs. Les déplacements y sont donc plus aisés. L'usage de ce dispositif est cependant très inhabituel pour la fabrication des planchers mais plus fréquent pour la pose des fermes de toit de sorte qu'il sera décrit et traité plus à fond à la section portant sur ce groupe de tâches spécifique.

La fabrication de la structure des balcons est réalisée lors de la pose des solives. Dans la majorité des cas, la structure des balcons consiste en des solives du plancher qui se prolongent en porte-à-faux à l'extérieur de l'enceinte de la bâtisse (Figure 9). Une des étapes de cette opération, implique l'installation d'un madrier de doublage sur les côtés de balcon (Figure 10) et d'un autre à l'extrémité des solives du balcon (i.e., une sorte de traverse: Figure 11). Pour cette opération, les travailleurs déposent un madrier à plat sur le dessus de l'extrémité des solives —en bordure du vide— sur lequel ils s'agenouillent pour pouvoir clouer le madrier d'extrémité. Ils sont alors à genoux et penchés vers l'avant et clouent d'une main le madrier qu'ils supportent au-dessus du vide de l'autre main. Deux travailleurs effectuent typiquement cette opération en même temps puisqu'il faut supporter le madrier à chacune de ses extrémités. Certains ajustements doivent parfois être faits en bordure du vide comme par exemple lorsque l'une des solives de la structure des balcons excède trop vers l'extérieur; il faut alors la frapper vis-à-vis son extrémité pour la faire rentrer vers l'intérieur de la bâtisse (Figure 12).

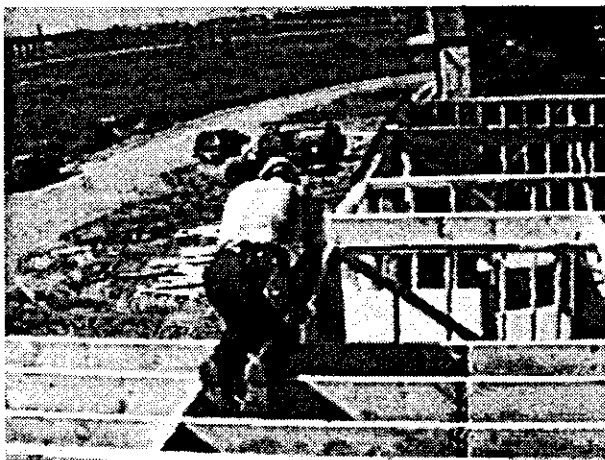


Figure 9  
Installation des solives servant de structure aux balcons.

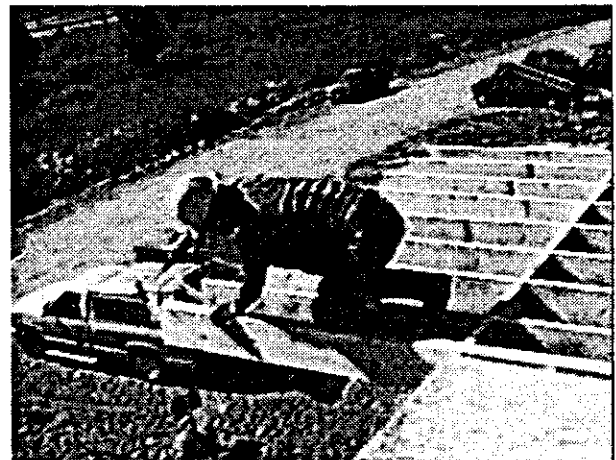


Figure 10  
Installation d'un madrier de doublage sur les côtés du balcon.



Figure 11  
Clouage du madrier d'extrémité du balcon.

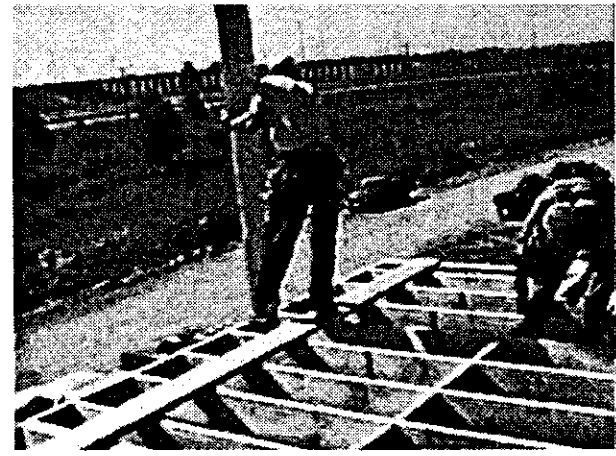


Figure 12  
Ajustement pour faire reculer l'une des solives vers l'intérieur: le madrier est utilisé pour frapper.

En général, des escabeaux, des échelles ou des tréteaux assurent l'accès au plancher en construction à partir de l'étage inférieur.

Une fois la structure du plancher partiellement complétée, les croix de Saint-André sont fixées entre les solives vis-à-vis le centre de leur portée. Pour ce faire, un travailleur se déplace sur le dessus des solives et y fixe les croix par le haut (Figure 13). Le bas des croix sera fixé plus tard par le dessous à partir de l'étage inférieur en utilisant un escabeau. Enfin, l'approvisionnement des panneaux de contreplaqué de 4' x 8' x 5/8" d'épaisseur (1.22 m x 1.44 m x 1.6 cm) est effectué en utilisant les mêmes méthodes que pour les madriers utilisés pour la structure du plancher (Figure 14). Les panneaux embrevés seront assemblés (panneaux «embouftés» dans le langage courant) puis cloués en place sur les solives (Figures 15 et 16).



Figure 13  
Installation des croix de Saint-André par le haut.

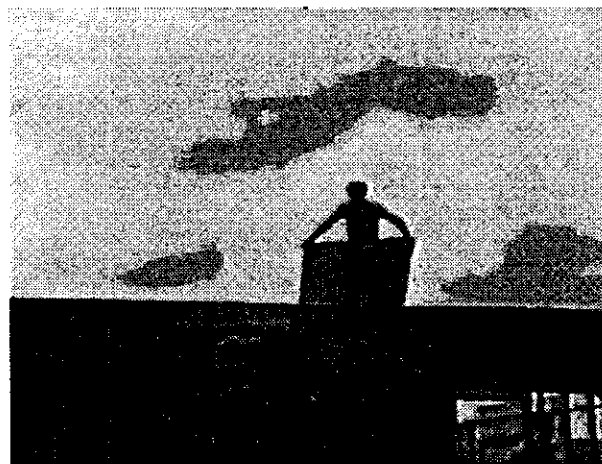


Figure 14  
Approvisionnement des panneaux de 4' x 8'. Un travailleur au niveau inférieur (dans la bâtisse) passe les panneaux à un travailleur debout sur les solives.



Figure 15  
Installation en place des panneaux de 4' x 8'.



Figure 16  
Clouage des panneaux de 4' x 8'.

**Risques de chute de hauteur.** Durant la fabrication des planchers et de la structure des balcons, deux types de risques de chute de hauteur prévalent, soit les chutes à l'intérieur du bâtiment (hauteur de la chute: environ 2.4 m) et les chutes à l'extérieur du bâtiment (hauteur de la chute: environ 2.4 à 7.2 m selon l'étage du plancher en construction). Les risques de chute de hauteur tant à l'intérieur qu'à l'extérieur sont présents lors de l'approvisionnement des matériaux (Figures 2 et 14), lors du mesurage

(Figure 5) lors de l'installation des traverses sur les murs (Figures 3 et 4) et lors de l'installation des solives (Figures 6, 7 et 8). Des risques de chute à l'extérieur sont présents lors de la fabrication de la structure des balcons (Figures 9, 10, 11 et 12).

Durant le mesurage, le travailleur circule et se penche de façon répétitive sur le dessus des murs —surface de travail de moins de 15 cm de large lorsque les madriers à plat ne sont pas utilisés—. Puisque le mesurage se fait sur au moins deux murs extérieurs, les chutes à l'extérieur du bâtiment sont très possibles. Durant l'approvisionnement, le travailleur doit nécessairement se tenir en bordure du vide pour recevoir les matériaux qu'un travailleur, plus bas, lui passe. Durant l'installation des traverses et des solives, le travailleur doit travailler au-dessus du vide constamment. En effet, les traverses sont clouées sur le dessus des murs et les solives sont clouées sur les traverses et ce, de l'extérieur. Durant ces opérations de clouage, le travailleur doit clouer à l'extérieur de la bâtisse vers l'intérieur de sorte qu'il est partiellement penché au-dessus du vide (Figures 7 et 8). Par exemple, durant ces opérations de clouage, le travailleur a généralement seulement deux points d'appui de sorte qu'il peut facilement perdre l'équilibre et culbutter en-dehors ou en-dedans du bâtiment (Figure 6). Durant la fabrication de la structure des balcons, les travailleurs doivent circuler et fixer des pièces en travaillant sur les solives du balcon, donc encore au-dessus du vide. Les chutes à l'extérieur sont alors les plus probables (Figures 9, 10, 11 et 12). Enfin, il est courant de voir un travailleur marcher sur le dessus d'un mur pour rejoindre l'autre côté du bâtiment; c'est plus rapide que de descendre au niveau du plancher, et de remonter de l'autre côté (Figure 17). Soulignons qu'implicitement, le Code de sécurité pour les travaux de construction (1990) "permet" les chutes de moins de 3 m puisqu'il ne prévoit pas de moyens de protection pour ces hauteurs. Les résultats d'études d'accidents mettent pourtant en évidence le fait que les chutes de hauteur inférieure à 3 m ont des conséquences aussi graves que les chutes de hauteurs plus importantes.



Figure 17  
Le travailleur se déplace sur le dessus d'un mur  
pour rejoindre l'autre côté de la bâtisse.

Soulignons que les madriers installés sur des escabeaux sont des échafaudages improvisés qui sont utilisés pour une très grande variété d'opérations dont par exemple, la pose d'une traverse. Ces installations de fortune sont très instables et donc peuvent facilement être à l'origine de chutes de hauteur. Notons enfin, que les risques de chute de hauteur sont plus importants suite à une averse de pluie ou à une averse de neige, car les surfaces de support étroites deviennent alors plus glissantes.

**Risques de chute de plain-pied.** Les risques de chute de plain-pied sont présents tout au long de l'installation des solives et des panneaux de 4' x 8' puisque le travailleur doit circuler sur des objets offrant une surface inégale (madriers appuyés à plat et espacés, solives)(Figures 18 et 19) et qui ne sont pas toujours fixés solidement. Le risque qu'un travailleur perde pied sur une solive est omniprésent. Les conséquences de cet incident peuvent entraîner une chute. Comme pour les chutes de

hauteur, les chutes de plain-pied sont particulièrement importantes à la suite d'une averse de pluie ou de neige.



Figure 18  
Debout sur les solives.



Figure 19  
Déplacement sur les solives.

**Risques d'effondrement du plancher de travail.** Les risques associés à l'effondrement du plancher de travail sont plus importants lors de l'installation des traverses et des solives puisqu'à ces étapes le travailleur doit circuler sur des pièces qui sont libres (madriers à plat déposés sur le dessus des murs) ou qui ne sont pas encore fixées définitivement (solives seulement "taquées" en place). Dans ces cas, les chutes à l'intérieur du bâtiment au niveau inférieur (2.4 m plus bas) sont les plus probables.

**Risques associés à une posture de travail défavorable ou contraignante.** Les principales positions de travail durant ce groupe de tâches sont la posture penchée et agenouillée au sol puisque tout le travail se fait au niveau des pieds du travailleur. De plus, ces postures sont adoptées sur un plancher souvent étroit, très inégal et relativement instable lorsque les objets ne sont pas fixés définitivement. À l'exception de l'utilisation des outils manuels (marteaux) et pneumatiques (cloueuses), les efforts sont surtout associés à la manutention des solives et des panneaux de 4' x 8'.

**Risque associé à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs.** Les engins de levage sont souvent utilisés pour monter les matériaux en lots (madriers et panneaux de 4' x 8') sur le plancher inférieur. Pour la fabrication du plancher supérieur, les matériaux doivent par la suite être levés au-dessus des murs. Cette deuxième manutention est complètement manuelle. Le travailleur qui reçoit les matériaux (sur le dessus des murs ou sur les solives) n'a jamais un plancher de travail uni, stable et de largeur adéquate. Considérant que les matériaux n'offrent pas nécessairement une bonne prise et sont encombrants (ex. panneau de 4' x 8'), la manutention et le transport des matériaux ne se font jamais dans de bonnes conditions. À titre indicatif, un panneau de contreplaqué de 4' x 8' x 1/2" type utilisé pour le recouvrement du plancher pèse environ 24 kg (54 lb) et un madrier de solive (2" x 10" x 12" "plané") pèse environ 15 kg (33 lb). Si ces charges avaient une largeur maximale (entre les mains) de 75 cm, qu'elles étaient munies de poignées et qu'elles étaient manutentionnées dans de bonnes conditions —équilibre, posture, adhérence au plancher, qualité du plancher, ambiance thermique et éolienne, etc.—, toutes autres conditions étant égales, moins de 50% de la population des travailleurs industriels masculins auraient la capacité physique nécessaire pour les manutentionner de façon sécuritaire (Snook et Ciriello, 1991). Étant donné que les conditions réelles dans lesquelles se fait la manutention de ces charges sont très éloignées des conditions idéales, la proportion des hommes pouvant accomplir ces tâches de manutention de façon sécuritaire est bien inférieure à 50%.

Le Tableau 6 donne une description sommaire des principales situations à risque durant la fabrication des planchers selon le type de risque. Le Tableau 7 donne une estimation de la proportion moyenne de

la durée de ce groupe de tâches durant lequel les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque. Par exemple, dans le cas des risques associés à une posture de travail défavorable, la valeur donnée décrit la proportion moyenne de la durée de ce groupe de tâches durant laquelle le travailleur adopte une posture de travail qui pourrait être qualifiée comme inadéquate selon la bonne pratique ergonomique. Pour ces calculs, on a considéré que les travailleurs utilisent principalement des madriers de solive appuyés à plat sur le dessus des murs comme plancher de travail lorsqu'il y a lieu.

**Tableau 6**  
Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à la fabrication des planchers

| Fabrication du plancher                                                             | Type de risque                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | Chutes de hauteur (intérieur et extérieur du bâtiment)                                                                                                                                                                                                                                       | Chutes de plain-pied                                                                                                                                | Effondrement                                                                                                                                                              | Mauvaise posture                                                                                                                                                                                                    | Efforts                                                                                                    |
| Mesurage et approvisionnement des solives                                           | Déplacements sur la lisse des murs souvent à reculons                                                                                                                                                                                                                                        | Déplacements sur la lisse des murs souvent à reculons                                                                                               | Bris ou déplacement des madriers de solive déposés sur le dessus des murs et sur lesquels le travailleur se tient et circule pour recevoir et déposer les autres madriers | Réception et dépôt des madriers: posture penchée pour les lever et les déposer et,<br><br>Flexions répétées en marchant sur la lisse supérieure des murs lors du mesurage                                           | Manutention des madriers de solive                                                                         |
| Installation des traverses et des solives incluant la pose des croix de Saint-André | Travail et circulation sur la lisse supérieure du mur, sur les madriers de solive déposés sur le dessus des murs et sur les solives fixées en place et,<br><br>Travail au-dessus du vide et circulation sur les solives et sur la lisse supérieure des murs lors de la structure des balcons | Travail et circulation sur la lisse supérieure du mur, sur les madriers de solive déposés sur le dessus des murs et sur les solives fixées en place | Bris ou déplacement des madriers de solive déposés sur le dessus des murs et sur lesquels le travailleur se tient et circule pour effectuer son travail                   | Clouage des traverses et des solives: posture penchée au-dessus du vide et à partir d'un plancher de travail insuffisant (la lisse ou les madriers déposés) et encombré par la présence des solives déjà installées | Positionnement des traverses et solives: les lever, les déplacer et les maintenir en place lors du clouage |
| Recouvrement du plancher avec les panneaux de 4' x 8'                               | Travail et circulation sur les solives du plancher et,<br><br>Travail en bordure du vide pour l'installation des panneaux du bord du plancher                                                                                                                                                | Travail et circulation sur les solives du plancher                                                                                                  |                                                                                                                                                                           | Transport des panneaux en marchant sur les solives (posture tordue) et clouage (posture penchée)                                                                                                                    | Soulèvement et transport des panneaux un à un et,<br><br>Ajustement et emboîtement des panneaux            |

**Tableau 7**  
 Estimation de la proportion de la durée de la fabrication des planchers  
 durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 75                                                        |
| Chute de plain-pied                  | 80                                                        |
| Effondrement du plancher de travail  | 65                                                        |
| Posture défavorable ou contraignante | 70                                                        |
| Effort excessif                      | 25                                                        |

**Prévention des risques.** Les risques de chute à l'extérieur du bâtiment durant la fabrication du plancher pourraient être éliminés en installant un plancher de travail muni d'un garde-corps tout autour du bâtiment en construction. Ce plancher de travail permettrait certainement d'accélérer le travail, car il faciliterait les déplacements ainsi que le travail en bordure du bâtiment en offrant un plancher de travail uni, stable et de dimensions adéquates aux travailleurs. Avec ce plancher de travail, le mesurage, la pose des traverses, le clouage des solives aux traverses et la fabrication de la structure des balcons seraient effectués dans des conditions beaucoup plus sécuritaires et propices à un travail productif. Afin de faciliter la fabrication de la structure des balcons et de permettre une posture de travail plus droite, ce plancher de travail pourrait être plus bas que le plancher en construction. Le plancher de travail contribuerait ainsi à réduire les risques associés à une mauvaise posture puisque le travail se ferait en posture debout le dos droit ou légèrement penché. Ce dispositif contribuerait aussi à réduire les risques de chute de hauteur à l'intérieur du bâtiment, car le haut du mur de la bâtisse en construction servirait en quelque sorte de garde-corps.

Un plancher d'une largeur de 1 m constituerait une amélioration importante par rapport à la situation actuelle. Une hauteur de 86 cm (34 po) (hauteur de la fourche de l'homme Nord-américain 50e centile) entre le dessus du plancher et le dessus du mur situerait la zone de travail des mains à une hauteur qui permettrait aux travailleurs de maintenir une posture relativement droite. Ces valeurs doivent toutefois faire l'objet d'une étude plus approfondie avant d'être généralisées.

Un tel plancher de travail permettrait aussi de diminuer grandement les risques de chute de plain-pied puisque les déplacements s'y effectueraient en majorité. Pour réduire de façon encore plus importante les déplacements à l'origine des chutes de plain-pied, il faudrait aussi envisager l'installation d'un plancher de travail à l'intérieur du bâtiment le long des murs porteurs, là où les solives sont aussi fixées. Il serait possible dans ce cas, d'utiliser des échafaudages sur tréteaux. L'extrémité intérieure des solives étant fixés à ces murs, le travailleur pourrait ainsi y avoir un accès rapide. Avec ces planchers de travail (intérieur et extérieur), on éliminerait presque complètement le besoin de travailler et de se déplacer tant sur les solives (à plat ou fixées) que sur le dessus des murs. La circulation y resterait nécessaire seulement pour la pose des croix de Saint-André soit une activité de très courte durée et qui comporte peu de risques à part les chutes de plain-pied. Ces planchers de travail temporaires offriraient aussi d'excellents points de départ pour le recouvrement de la structure du plancher soit la pose des panneaux de 4' x 8'.

La présence de planchers de travail suffisamment solide permettrait la réception en lot des matériaux de construction nécessaires à la construction du plancher de la bâtisse ce qui permettrait de remplacer la manutention manuelle actuelle par la manutention mécanisée (ex. engins de levage disponibles sur presque tous les camions de livraison). Il en résulterait un gain de temps et une réduction des efforts de manutention appréciables.

En bref, l'usage de planchers de travail temporaires munis de garde-corps permettrait d'éliminer complètement les risques de chute de hauteur et dans une très grande mesure, les risques de chute de plain-pied. Installés à une hauteur adéquate, ils permettraient aussi de réduire les risques associés à une

mauvaise posture de travail. L'usage de ces planchers permettrait aussi d'accélérer le rythme de travail en facilitant les déplacements et le travail lui-même.

Enfin, les risques associés à la manutention de charges excessives ou encombrantes sont difficiles à réduire puisque toutes les composantes du plancher et des balcons doivent éventuellement être manutentionnées manuellement une à une. Cependant, la présence d'un plancher de travail temporaire de dimensions suffisantes rendrait possible le travail en équipe. Les matériaux lourds pourraient donc être manipulés à deux travailleurs, ce qui contribuerait à réduire l'intensité des efforts impliqués.

Les autres avenues possibles pour éviter la manutention de charges excessives sont la réduction du poids des charges et la manutention mécanique. En ce qui concerne la réduction du poids des composantes, l'usage de plus en plus fréquent de poutrelles "ajourées" à âme de treillis apparaît une nette amélioration par rapport aux madriers de solive traditionnels. Ces poutrelles sont plus légères au pied linéaire qu'un madrier. Cependant, leur plus grande capacité portante fait en sorte qu'elles sont habituellement plus longues que les madriers de solive traditionnels de sorte que le gain pour le manutentionnaire n'est pas toujours évident. En ce qui concerne les panneaux de 4' x 8', la seule solution envisageable serait d'en réduire les dimensions, ce qui est peu pratique à l'heure actuelle.

En ce qui concerne la manutention mécanique, il est relativement rare que les charpentiers-menuisiers aient accès à des engins de levage sauf pour des chantiers importants (i.e., plusieurs constructions). Ces engins sont coûteux et ne peuvent pas être utilisés en continu comme lors des travaux de briquetage. Leur justification sur les petits chantiers est donc difficile. Cependant, il est permis de croire que si des planchers d'entreposage de matériaux en lots étaient disponibles, il serait alors possible d'utiliser davantage les engins pour l'approvisionnement des matériaux et plus particulièrement ceux qui sont installés sur la majorité des camions de livraison de matériaux de construction.

Enfin, l'usage de sections de plancher préfabriquées permettrait de réduire grandement tous les risques décrits plus haut. En effet, les sections de plancher fabriquées en usine, là où les conditions de travail sécuritaires sont plus faciles à implanter et à maintenir, seraient livrées directement sur le chantier par camion. Ces sections seraient par la suite hissées une à une directement sur le dessus des murs au moyen de l'engin de levage disponible sur le camion de livraison. L'installation de ces sections de plancher pourrait se faire entièrement de l'intérieur de l'enceinte de la bâtisse. Ainsi, on diminuerait le travail en hauteur et en bordure du vide de même que les risques qui y sont associés. On éliminerait aussi les manutentions manuelles de charge. Cette façon de faire, déjà plus ou moins utilisée pour la charpente du toit, nécessite un contrôle de la qualité serré puisque les composantes doivent s'assembler facilement et être conformes aux plans de la construction une fois rendues sur le chantier. Cette façon de procéder permettrait sans doute un gain important de temps tant pour la fabrication du plancher que pour son installation.

**Groupe de tâches #2: Assemblage des murs.** L'assemblage des murs extérieurs et porteurs (certains des murs intérieurs), l'installation des portes et fenêtres et l'installation des escaliers sont typiquement effectués par des charpentiers menuisiers. Les murs qui ne sont pas porteurs (i.e., murs de division) seront assemblés beaucoup plus tard lorsque la bâtisse sera fermée. La fabrication des murs de division est associée à la finition intérieure et n'est pas visée par le présent rapport. Seul l'assemblage des murs extérieurs et des murs porteurs (un à trois murs en général) nous intéresse ici. Pour l'assemblage des murs, ici encore, aucun dispositif d'échafaudage particulier n'est utilisé et ce, peu importe la hauteur du plancher sur lequel travail se fait. Aucun garde-corps ni équipement de sécurité tel qu'une ceinture n'est utilisé.

La construction des murs se fait généralement en deux étapes. Le mur est d'abord assemblé à plat sur le plancher puis il est relevé et fixé en place. Pour l'assemblage des murs, il faut d'abord hisser les matériaux sur le plancher de l'étage, souvent à l'aide d'un engin de levage pour les constructions d'importance et manuellement pour les petites constructions (ex. deux étages seulement). Le mesurage et la coupe des matériaux sont ensuite effectués. Puis, la position de la lisse inférieure est identifiée

dans un premier temps et est assemblée dans un deuxième temps si elle est composée de deux morceaux (Figure 20). Comme la lisse inférieure est à la base du mur, son mesurage et son assemblage impliquent que le travail se déroule en bordure du vide aux étages supérieurs. Une fois la lisse inférieure assemblée, la lisse supérieure est assemblée vers le centre du plancher du bâtiment puis les montants ou colombages sont fixés aux deux lisses (Figure 21). Une fois les colombages installés, les cadres des portes et fenêtres sont fabriqués. Plusieurs mesurages de vérification sont effectués durant l'assemblage d'un mur (Figure 22). Enfin, les panneaux d'agglomérés ou de "sheeting" sont taillés et fixés sur la structure des murs (Figure 23).

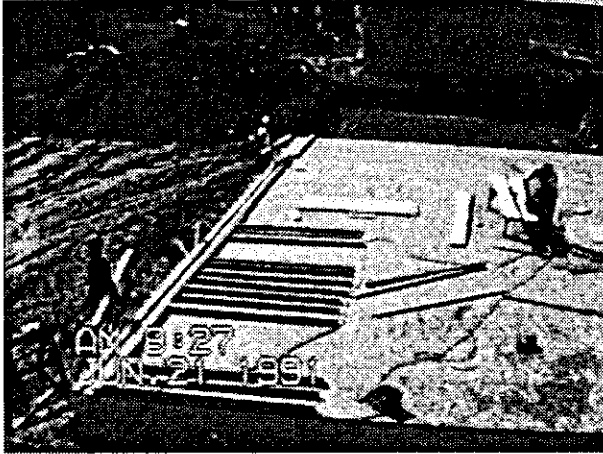


Figure 20

Positionnement des pièces constituant le mur une fois la lisse inférieure assemblée. Noter à droite le travailleur assigné à la scie.



Figure 21

Clouage des colombages sur la lisse inférieure du mur avec une cloueuse pneumatique.



Figure 22

Mesurage de vérification sur un mur partiellement assemblé.



Figure 23

Clouage du "sheeting" à la base du mur.

Lorsque le mur est assemblé, il est relevé et fixé en place à l'aide de béquilles (Figure 24). Certaines béquilles sont enlevées au fur et à mesure que les murs perpendiculaires sont installés. Cependant, plusieurs béquilles demeureront en place jusqu'à ce que le plancher supérieur soit assemblé ou jusqu'à ce que les fermes de toit soient installées, lorsqu'il s'agit du dernier étage, afin d'éviter que les murs ne se déforment. Typiquement, les travailleurs se mettent à plusieurs pour lever et placer le mur (Figure 24). Lorsque le mur est très long, il est assemblé par sections (Figure 24) ce qui en rend le relevage plus aisé. Le relevage est parfois facilité par l'usage de crics spécialement conçus à cette fin (Figure 25). Cependant, l'usage de ces crics n'est pas fréquent. L'opération de relevage est parfois délicate,

particulièrement aux étages supérieurs, à cause de la grande superficie des murs qui offre une bonne prise au vent lequel peut facilement déstabiliser les travailleurs.

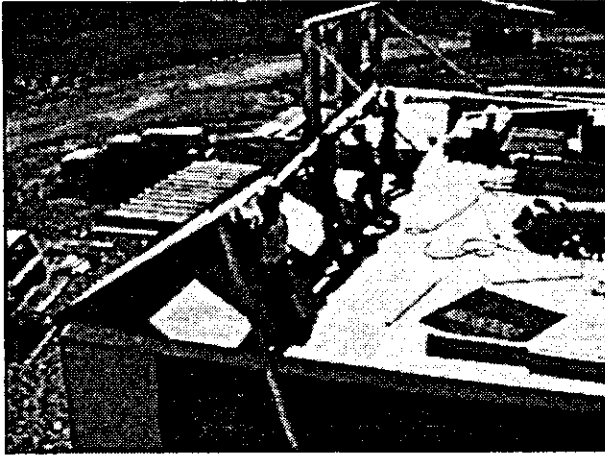


Figure 24

Une fois le mur assemblé, il est levé et placé en position. Noter les béquilles retenant la section de mur éloignée.

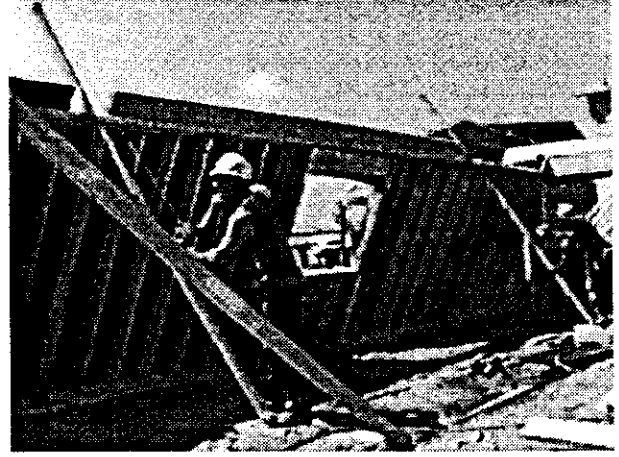


Figure 25

Relevage d'un mur à l'aide de crics. Noter qu'une partie de la traverse est déjà installée ce qui est peu fréquent.

En général, une fois que le toit est complètement terminé, les ouvertures (fenêtres et portes) sont installées. Cependant, il peut arriver que les ouvertures soient installées avant que le toit ne soit construit (Figure 26). En fait, comme les ouvertures sont toutes livrées en même temps, elles sont installées au moment de la livraison afin d'éviter de se les faire voler. La livraison des ouvertures peut donc se faire à partir du moment où les murs du dernier étage sont complétés. Parfois, les ouvertures sont installées au fur et à mesure que les murs sont montés, mais ces cas sont relativement rares. Comme la pose des ouvertures est effectuée sur les murs et ce, dans des conditions de travail semblables à celle de l'assemblage des murs, on les inclut dans ce groupe de tâches au lieu d'en faire un groupe séparé. Ces opérations sont effectuées essentiellement de l'intérieur de la bâtisse (Figures 26 et 27). Enfin, la fabrication et l'installation des escaliers s'effectue de l'intérieur du bâtiment.



Figure 26

Installation d'une fenêtre de grandes dimensions dans un puits d'escalier. À partir d'un échafaudage improvisé (madrier de solive), le travailleur du haut lève et guide la fenêtre tandis que deux autres travailleurs (non visibles) l'assistent en levant par le bas aussi à partir d'échafaudages improvisés (escabeaux, échelles).



Figure 27

Installation d'une porte patio. Cette opération se fait de l'intérieur et nécessite deux travailleurs (un seul est visible).

**Risques de chute de hauteur.** Les risques de chute de hauteur sont associés aux chutes à l'extérieur du bâtiment ou par l'ouverture de l'escalier dans le plancher, à un étage inférieur lorsque l'escalier n'a pas encore été installé. Le deuxième type de risque de chute de hauteur est nettement moins important que le premier sauf dans les cas où des fenêtres d'importantes dimensions sont installées dans des puits d'escalier ajourés. Dans ce cas, des échelles et des échafaudages de fortune sont utilisés pour fixer la fenêtre en place et ce, de l'intérieur du bâtiment en général (Figure 26).

Les risques de chutes de hauteur à l'extérieur du bâtiment sont présents lors des opérations effectuées en bordure du plancher: mesurage pour la lisse inférieure du mur, mesurage sur la lisse inférieure pour déterminer la position des colombages, assemblage de la lisse inférieure, assemblage des colombages sur la lisse inférieure, pose des panneaux de "sheeting" sur la structure des murs, fixation des béquilles d'extrémité lors du relevage du mur. Ces opérations représentent une forte proportion du temps puisqu'elles sont effectuées durant plus de la moitié de la fabrication d'un mur extérieur lequel est assemblé le plus près de sa position finale, c'est-à-dire en bordure du vide. Ces risques sont évidemment plus importants à la suite d'une averse de pluie ou lorsque la température est sous le point de congélation.

**Risques de chute de plain-pied.** Les risques de chute de plain-pied sont présents tout au long de l'assemblage des murs puisque les travailleurs doivent circuler constamment sur un plancher encombré de pièces (lisses, colombages), de portions de murs partiellement assemblées et d'autres objets dont les boyaux d'outils pneumatiques et les retailles de matériaux (Figure 20). Ici aussi, ces risques sont plus importants encore suite à une averse de pluie ou lorsque la température est sous le point de congélation.

**Risques d'effondrement du plancher de travail.** Les risques d'effondrement du plancher de travail ou plutôt ici du support ou d'un appui du travailleur sont associés principalement à l'installation des ouvertures de grandes dimensions telles que portes patio, fenêtres ou baie vitrées. Le problème est particulièrement aigu lorsque les baies vitrées sont installées dans les puits d'escalier ce qui se fait généralement avant que les escaliers ne soient installés. Ces lieux sont alors dépourvus de plancher de travail. L'installation des baies vitrées et leur ajustement requièrent donc l'usage de moyens d'échafaudage de fortune installés rapidement et donc précaires et instables.

**Risques associés à une posture de travail défavorable ou contraignante.** La posture de travail principale durant ce groupe de tâches est la posture penchée au sol puisque la majeure partie du travail (i.e., l'assemblage des murs) se fait au niveau du plancher (Figures 21 et 23).

**Risque associé à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs.** Les engins de levage sont souvent utilisés pour monter les matériaux en lots sur le plancher de l'étage dans le cas des édifices multilogements de trois et quatre étages. Dans le cas des édifices de moindre hauteur et des maisons unifamiliales de grandes dimensions, la manutention est généralement manuelle. Pour la réalisation de l'assemblage des murs, la manutention est pour l'essentiel, moins exigeante que pour l'assemblage des planchers parce que les pièces manutentionnées sont plus légères et moins encombrantes.

Le relevage des murs peut par contre, représenter des efforts importants lorsqu'il y a un nombre insuffisant de travailleurs ou lorsque le facteur vent est important ou encore, lorsque les crics ne sont pas utilisés. De plus, dans les cas où des fenêtres de grandes dimensions doivent être installées, les efforts de manutention peuvent être excessifs étant données les mauvaises conditions de travail habituelles. La durée de ces efforts est cependant relativement courte en proportion de la durée du groupe de tâches.

Le Tableau 8 donne une description sommaire des principales situations à risque durant l'assemblage des murs selon le type de risque. Le Tableau 9 donne une estimation de la proportion moyenne de la durée de ce groupe de tâches durant lequel les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque.

**Tableau 8**  
Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à l'assemblage des murs

|                                      | Type de risque                                                                   |                                                                          |                                                                                                       |                                                                                                     |                                                                                                                       |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | Chutes de hauteur<br>(intérieur et extérieur du bâtiment)                        | Chutes de plain-pied                                                     | Effondrement                                                                                          | Mauvaise posture                                                                                    | Efforts                                                                                                               |
| Assemblage des murs                  |                                                                                  |                                                                          |                                                                                                       |                                                                                                     |                                                                                                                       |
| Assemblage du mur à plat             | Mesurage, travail d'assemblage et circulation en bordure du vide                 | Mesurage, travail d'assemblage et circulation sur le plancher de travail |                                                                                                       | Mesurage et assemblage des murs: posture penchée et flexions répétées                               |                                                                                                                       |
| Relevage et fixation du mur en place | Fixation des béquilles aux extrémités des murs en bordure du vide                |                                                                          |                                                                                                       | Levage du mur: flexion du tronc puis hyperextension (sans crics de relevage)                        | Levage du mur et maintien en place tout le temps qu'il est fixé en place pour contrer l'effet du vent, le cas échéant |
| Installation des ouvertures          | Manutention et ajustement des ouvertures de grandes dimensions au-dessus du vide |                                                                          | Travail sur échafaudages de fortune ou appui sur des ouvertures qui ne sont pas fixées définitivement | Installation des ouvertures: hyperextension et/ou flexions du tronc avec torsions au-dessus du vide | Manutention et maintien en place des ouvertures de grandes dimensions                                                 |

**Tableau 9**  
Estimation de la proportion de la durée de l'assemblage des murs durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 30                                                        |
| Chute de plain-pied                  | 60                                                        |
| Effondrement du plancher de travail  | 5                                                         |
| Posture défavorable ou contraignante | 70                                                        |
| Effort excessif                      | 15                                                        |

**Prévention des risques.** Encore ici, les risques de chute à l'extérieur du bâtiment durant la fabrication des murs pourraient facilement être éliminés en installant un plancher de travail temporaire muni d'un garde-corps tout autour du bâtiment. Il serait avantageux dans un premier temps que ce plancher de travail extérieur soit à un niveau comparable à celui du plancher de l'étage sur lequel le travail se fait. Contrairement à la fabrication des planchers, ce plancher de travail temporaire ne permettrait pas d'accélérer de façon très importante le rythme de travail, car pour l'assemblage des murs, l'essentiel du travail est exécuté de l'intérieur de la bâtisse. Toutefois, il existe une opération qui pourrait justifier qu'on ajuste le plancher de travail extérieur à une hauteur de 86 cm sous le niveau du plancher de l'étage récemment construit, il s'agit du clouage des colombages à la lisse inférieure. L'usage d'un simple garde-corps installé tout autour de l'étage en construction au lieu d'un plancher de travail risquerait de gêner les opérations et donc n'est probablement pas une solution à considérer.

Le plancher de travail extérieur permettrait assurément d'accélérer les opérations inhérentes à l'installation des portes et fenêtres, car pour celles-ci, les travailleurs sont actuellement obligés de

travailler de l'intérieur mais ont souvent besoin de vérifier leur installation par rapport à l'extérieur de la bâtisse. La présence du plancher de travail extérieur faciliterait donc ces opérations en permettant aux travailleurs d'oeuvrer de l'extérieur. Aussi, dans le cas où des fenêtres de grandes dimensions doivent être hissées à l'aide d'engins de levage, un plancher de travail extérieur permettrait une plus grande stabilité et une plus grande liberté de mouvement qu'un échafaudage improvisé ou qu'une échelle comme c'est souvent le cas à l'heure actuelle.

Les risques de chute de plain-pied pourraient probablement être réduits quelque peu par la présence d'un plancher de travail extérieur en éliminant le besoin de se déplacer sur un mur ou sur des composantes qu'on assemble sur le plancher de l'étage (Figure 22). Par exemple, à l'heure actuelle, les travailleurs procèdent à l'approvisionnement des matériaux constituant le mur par l'extérieur de la bâtisse lorsque le premier plancher est près du sol (Figure 20).

Enfin, les risques associés à une mauvaise posture de travail ne peuvent vraisemblablement pas être diminués à moins de changer radicalement les méthodes de travail. À titre d'exemple, l'utilisation de murs préfabriqués permettrait d'améliorer la posture de travail puisqu'on éliminerait presque complètement le travail au niveau du plancher. Par ailleurs, en utilisant un plancher extérieur situé sous le niveau du plancher de l'étage, on pourrait voir une amélioration au niveau de la posture uniquement pour les opérations de mesurage et consistant à clouer les colombages sur la lisse inférieure.

En bref, la présence d'un plancher de travail extérieur permettrait ici encore de rendre plus sécuritaires les opérations d'assemblage et de levage des murs de même que la pose des ouvertures principalement en réduisant les risques de chute de hauteur. Ce plancher de travail permettrait en outre d'accroître la productivité en éliminant les déplacements sur des surfaces encombrées. Cependant, l'usage de murs préfabriqués sur lesquels les ouvertures seraient déjà installées permettrait de réduire les risques de façon plus importante de même que le temps d'assemblage.

**Groupe de tâches #3: Finition des balcons.** La finition des balcons est un groupe de tâches d'une durée relativement courte en comparaison des autres groupes de tâches. Elle se fait en deux temps. Le recouvrement de la structure du balcon est d'abord posé —recouvrement de fibre de verre de la dimension du balcon— puis la balustrade de fer forgé est installée —elle est en un seul morceau—. La pose du recouvrement est généralement accomplie dès la fin de l'assemblage des murs et de la pose des ouvertures (groupe de tâches précédent) alors que l'installation des balustrades en fer forgé sera faite ultérieurement, c'est-à-dire lorsque le revêtement extérieur —brique et/ou aluminium— sera terminé. Il apparaît important de recouvrir rapidement les balcons à ce stade, car on s'en servira par la suite comme plancher de travail et d'accès tout au long de la construction.

Lors de la finition des balcons, les composantes sont typiquement hissées avec des câbles par un seul travailleur en ce qui concerne le recouvrement et par deux travailleurs dans le cas de la balustrade, plus lourde et plus encombrante. Deux madriers dont l'une des extrémités est déposée sur le sol et l'autre sur la structure du balcon inférieur sont utilisés pour faciliter le glissement des matériaux (Figure 28). Un madrier ou une planche disponible est aussi déposé à plat en travers des solives du balcon et est utilisé comme surface de support lors de la montée du recouvrement. Cette planche ou madrier, qui facilite le maintien de l'équilibre n'est pas fixée aux solives puisque lorsque le recouvrement aura été hissé sur sa structure, il faudra l'enlever rapidement (la planche ou le madrier), car elle constituera alors une gêne. On se sert du balcon recouvert comme plancher de travail pour hisser la balustrade. La finition des balcons se fait sans équipement d'échafaudage ni équipement de sécurité.

**Risques de chute de hauteur.** Les risques de chute de hauteur sont toujours présents durant ce groupe de tâches d'une part, puisque la zone de travail est d'abord la structure du balcon (sans recouvrement) puis le balcon lui-même (sans balustrade) et d'autre part, parce que les charges sont hissées de l'extérieur du balcon. Les risques sont imminents particulièrement lorsqu'on hisse le recouvrement ou la balustrade à un étage supérieur.

**Risques de chute de plain-pied.** Les risques de chute de plain-pied sont aussi présents surtout lorsqu'on hisse le recouvrement de balcon puisque le travailleur se tient alors sur un madrier ou une planche pour tirer la charge suspendue plus bas.



Figure 28  
Glissement de la balustrade d'un balcon sur des madriers.

**Risques d'effondrement du plancher de travail.** Les risques associés à l'effondrement du plancher de travail sont surtout associés au glissement du madrier sur les solives du balcon lorsqu'on hisse le recouvrement de fibre de verre ou au glissement des pieds des travailleurs sur celui-ci lorsqu'on hisse la balustrade. Ces risques sont évidemment plus importants à la suite d'une averse de pluie ou lorsque la température est sous le point de congélation.

**Risques associés à une posture de travail défavorable ou contraignante.** La posture de travail varie beaucoup durant ce groupe de tâches. Elle est debout légèrement penchée vers l'extérieur du balcon pour la montée des parties constituantes du balcon et à genoux penchée lors de leur installation.

**Risque associé à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs.** Puisque les charges sont hissées manuellement sur les balcons, les risques d'efforts excessifs lors de la manutention sont probables, particulièrement lorsqu'on hisse la balustrade au troisième étage par exemple. En effet, la balustrade est en fer forgé et son poids n'est pas toujours bien équilibré par rapport aux points d'attache des câbles. Aussi, sa forme est telle qu'elle est susceptible de frapper et d'endommager le revêtement extérieur de la bâtisse en divers endroits pendant qu'elle est hissée sur le balcon. Ainsi, sa manutention nécessite un certain soin ce qui force le travailleur à adopter des postures contraignantes en bordure du vide tout en appliquant des efforts. Comme la surface à partir de laquelle les efforts sont exercés n'est parfois pas fixée définitivement et relativement glissante dans certains cas, la perte d'équilibre est toujours possible. Dans ces conditions, les efforts soudains sont toujours possibles durant la manutention (ex. éviter qu'un coin ne frappe le revêtement extérieur de la bâtisse).

Le Tableau 10 donne une description sommaire des principales situations à risque durant la finition des balcons selon le type de risque. Le Tableau 11 donne une estimation de la proportion moyenne de la durée de ce groupe de tâches durant lequel les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque.

**Prévention des risques.** La prévention des risques de chutes de hauteur lors de la finition des balcons pourrait être accomplie le plus facilement en obligeant les travailleurs à s'attacher. La détermination du point d'amarrage de la ceinture de sécurité ainsi que les caractéristiques de cet amarrage sur le bâtiment ne sont cependant pas évidents. Le dispositif d'amarrage doit être facile et rapide à installer en plus de ne pas endommager le revêtement extérieur ni les ouvertures. Un plancher de travail extérieur ne permettrait vraisemblablement pas de diminuer de façon significative ces risques puisque les travailleurs devraient de toutes façons manutentionner les recouvrements et la balustrade de

l'extérieur de ce plancher. Que ces objets soient manutentionnés manuellement du balcon ou d'un plancher de travail, les risques apparaissent relativement semblables. L'ajout d'un garde-corps à un tel plancher de travail temporaire contribuerait à éliminer les risques de chute de hauteur. Cependant, ce dispositif de sécurité rendrait beaucoup plus difficile l'installation du plancher du balcon. Cette solution apparaît donc peu pratique.

**Tableau 10**

Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à la finition des balcons

| Finition des balcons                   | Type de risque                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |                  |                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | Chutes de hauteur<br>(extérieur du bâtiment)                                                                                                     | Chutes de plain-pied                                                                                                                             | Effondrement                                                                                                                         | Mauvaise posture | Efforts                                                                                                                                          |
| Recouvrement de la structure du balcon | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser le recouvrement sur le balcon<br><br>Travail d'installation et circulation en bordure du vide | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser le recouvrement sur le balcon<br><br>Travail d'installation et circulation en bordure du vide | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser le recouvrement sur le balcon: la structure du balcon sert de plancher de travail | Très variable    | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser le recouvrement sur le balcon: posture penchée en levant<br><br>Installation: posture penchée |
| Installation de la balustrade          | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser la balustrade sur le balcon<br><br>Travail d'installation et circulation en bordure du vide   | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser la balustrade sur le balcon<br><br>Travail d'installation et circulation en bordure du vide   |                                                                                                                                      | Très variable    | Application d'efforts vers l'extérieur pour hisser la balustrade sur le balcon: posture penchée en levant<br><br>Installation: posture penchée   |

**Tableau 11**

Estimation de la proportion de la durée de la finition des balcons durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 80                                                        |
| Chute de plain-pied                  | 10                                                        |
| Effondrement du plancher de travail  | 5                                                         |
| Posture défavorable ou contraignante | 50                                                        |
| Effort excessif                      | 10                                                        |

Par ailleurs, si un engin de levage était utilisé, la présence d'un plancher de travail permettrait vraisemblablement d'accélérer le rythme de travail et de le rendre plus sécuritaire puisque les efforts en bordure du vide requis pour hisser les composantes seraient éliminés. En effet, le travail pourrait être

effectué de l'extérieur du balcon, ce qui serait beaucoup plus facile. Dans ce cas, les risques de chutes de plain-pied et d'effondrement de la surface de support du travailleur pourraient aussi être éliminés, car il ne serait plus nécessaire de travailler directement sur la structure du balcon: on aurait accès à la zone de travail par un plancher de travail extérieur et indépendant du balcon. Les risques associés à la mauvaise posture de travail durant l'installation du recouvrement et de la balustrade pourraient aussi être partiellement réduits si on offrait un tel plancher de travail. L'usage d'un engin de levage permettrait aussi de réduire les risques associés à une mauvaise posture et aux efforts lors de la manutention.

En bref, l'usage d'un plancher extérieur tel que décrit pour la fabrication des planchers et d'un engin de levage contribueraient à réduire les divers risques d'accident.

**Groupe de tâches #4: Installation des fermes de toit.** Les fermes de toit constituent la charpente du toit et leur installation représente une opération majeure dans la construction du toit. Dans tous les chantiers visités, les fermes de toit utilisées sont préfabriquées en usine: la structure du toit n'est plus assemblée en place à partir de madriers comme naguère. Selon le modèle du toit à construire, les fermes peuvent être de différentes longueurs, configurations et dimensions. D'autres pièces pré-usinées de la charpente accompagnent souvent les fermes. Ces pièces sont en général plus petites et elles servent surtout à satisfaire une exigence architecturale telle que la cassure d'une pente de toit ou une lucarne. Ainsi, à l'exception des panneaux de 4'x8' dont la pose est traitée dans le groupe de tâches suivant, soit le recouvrement du toit, la charpente du toit est complètement livrée sur place en pièces détachées. L'installation des fermes de toit est généralement effectuée par une équipe d'au moins trois charpentiers menuisiers.

Dans les constructions à logements multiples, il arrive souvent qu'un échafaudage sommaire soit d'abord construit. Cet échafaudage est constitué d'un seul madrier de solive à plat, fixé le long des murs extérieurs du dernier étage. Ce madrier est fixé à l'intérieur de l'enceinte de la construction. Certains charpentiers-menuisiers installent ce plancher de travail à une hauteur d'environ 1.5 m du plancher de l'étage (Figure 29) et d'autres à une hauteur d'environ 2.4 m soit à peu près au même niveau que le dessus des murs (Figure 30).



Figure 29

Échafaudage temporaire situé à environ 1.5 m du plancher et passerelle située à 2.4 m du plancher. Le travailleur procède au mesurage. À noter que les béquilles des murs et les lieux de rencontre des madriers constituent des obstacles à la circulation sur les échafaudages.



Figure 30

Échafaudage temporaire installé à 2.4 m du plancher. Ici, les béquilles des murs ne constituent pas des obstacles à la circulation. À noter que lorsque les fermes sont installées, il est impossible de circuler sur les échafaudages. Le travailleur circule alors sur le dessus des murs en enjambant les fermes (plus on circule près du vide, plus les fermes sont faciles à enjamber).

Pour les constructions de grandes dimensions lorsqu'il n'y a pas de mur porteur, des madriers sont alors installés sur une structure temporaire en bois à la même hauteur que le dessus des murs et ce, au centre des grandes aires (ex. au milieu de la bâtisse) (Figure 29). D'une part, cette structure fait office de passerelle pour le transport et la manipulation des fermes de toit et d'autre part, elle sert à supporter les fermes de toit par leur centre alors qu'elles sont déposées à plat en paquets en travers de la bâtisse lors de la livraison (i.e., d'un mur extérieur à l'autre). On veut ainsi éviter qu'elles se déforment sous leur poids en attendant d'être installées à leur position finale. Pour les constructions de moindre importance, c'est-à-dire là où les fermes de toit risquent moins de se déformer parce que plus courtes (ex. construction unifamiliale), cette passerelle n'est pas construite.

Une fois ces échafaudages temporaires installés, les fermes de toit empilées par paquets sur le camion de livraison sont hissées au haut de la construction au moyen de l'engin de levage installé sur le véhicule (Figure 31). Les fermes les plus longues sont alors déposées sur la partie supérieure des murs du dernier étage à une extrémité du bâtiment et ce, en travers de la bâtisse (d'un mur extérieur à l'autre)(Figure 32). Les pièces les plus courtes sont déposées sur le plancher du dernier étage (Figure 33).

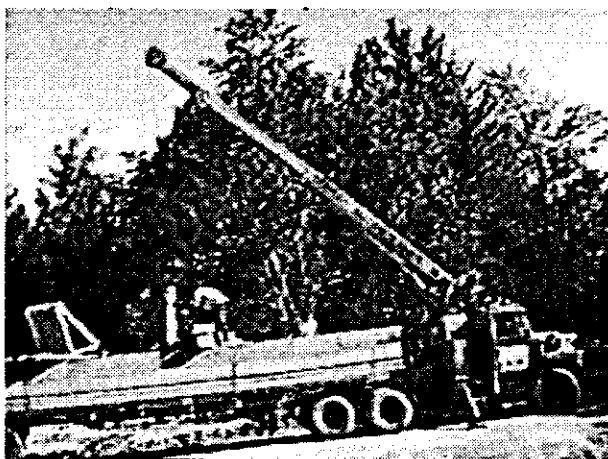


Figure 31

Les fermes de toit sont livrées en paquets. Elles sont grimpées au haut de la bâtisse avec l'engin de levage installé sur le camion de livraison.



Figure 32

Les fermes les plus longues sont livrées en paquets et sont déposées sur le dessus des murs en travers de la bâtisse. La passerelle centrale empêche le paquet de trop se déformer.



Figure 33

Les petites fermes de toit sont déposées en paquets sur le plancher du dernier étage à l'aide de l'engin de levage.

Bien que généralement sans histoire, l'approvisionnement des fermes de toit sur le dessus des murs pose parfois des problèmes importants. Par exemple, il arrive souvent que le camion de livraison ne puisse pas se positionner adéquatement par rapport à la bâtisse. Dans ce cas, le paquet de fermes de toit ne pourra être déposé en place par l'engin de levage du camion de livraison sans le concours des travailleurs. Les travailleurs doivent alors aider à positionner le paquet de fermes en le poussant pour qu'il balance suffisamment au bout du câble de l'engin de levage. Lorsque le balancement du paquet est suffisant et que celui-ci arrive vis-à-vis la position désirée, alors dans un mouvement bien synchronisé des travailleurs et de l'opérateur de l'engin de levage, le câble est relâché et le paquet descendu à la position voulue. Le tout doit quand même être effectué en douceur pour ne pas endommager la structure des murs. Ce positionnement des paquets de fermes de toit nécessite de la part des travailleurs, des efforts physiques importants dans des postures de travail très défavorables et ce, à partir du dessus des murs du dernier étage ou des échafaudages temporaires (Figure 34). Pour ces manoeuvres, on évite dans la mesure du possible d'utiliser les échafaudages temporaires, car les risques d'effondrement sont très présents étant donné la précarité de ces installations en regard des efforts et des charges parfois importants mis en jeux lors de la réception des fermes. À titre indicatif, la Figure 35 montre la déflexion du plancher (un madrier de solive) d'un tel échafaudage sous le seul poids d'un travailleur qui se déplace sans charge.



Figure 34

Les fermes de toit longues sont déposées sur le dessus des murs. Il arrive que cette opération soit difficile. Ici, un travailleur sur l'échafaudage tire sur le paquet alors qu'un 2e à l'arrière sur le dessus du mur pousse avec ses jambes pendant qu'un 3e sur le plancher lève au moyen d'un madrier.



Figure 35

Déflexion du madrier constituant l'échafaudage sous le poids d'un travailleur se déplaçant sans charge.

Une fois les fermes de toit déposées (couchées) sur le dessus du dernier étage, elles sont détachées puis leur position sur le dessus des murs est déterminée par mesurage si cela n'a pas déjà été fait. L'échafaudage temporaire permet alors un travail rapide. Par la suite, les fermes sont manutentionnées manuellement, installées puis contreventées une à une sur le dessus des murs. La manutention des fermes de toit les plus longues se fait généralement à trois travailleurs: un travailleur sur chaque échafaudage de part et d'autre de la bâtisse chacun tirant son extrémité de la ferme et un troisième travailleur sur la passerelle centrale qui tire la partie centrale de la ferme pour éviter qu'elle ne se déforme trop (Figure 36). Il arrive souvent que les fermes de toit ne soient pas empaquetées selon leur séquence d'installation de sorte qu'on doive d'abord les trier. Cette opération implique l'extraction de celles qui sont requises immédiatement pour les transporter à l'extrémité de la bâtisse où la construction de la charpente du toit doit débiter. L'extraction de fermes de toit d'un paquet ne se fait pas sans peine. Ce sont des pièces lourdes et de très grandes dimensions qui restent facilement accrochées les unes aux autres. Leur manutention implique non seulement des efforts importants mais aussi un certain soin.

Pour le mesurage, la manutention et l'installation des fermes de toit, le travail se fait principalement sur les échafaudages temporaires et la passerelle décrits précédemment (Figure 37) autrement, le travail se fait directement sur la lisse supérieure des murs et sur les fermes déjà installées (Figures 38 et 39).

Lorsque le toit comporte des lucarnes, elles sont assemblées en même temps que la charpente principale ou selon le cas, après que la pose des panneaux de 4' x 8' soit complétée sur la majeure partie du toit.



Figure 36

Usage des échafaudages et passerelle centrale pour le transport des longues fermes de toit à trois.

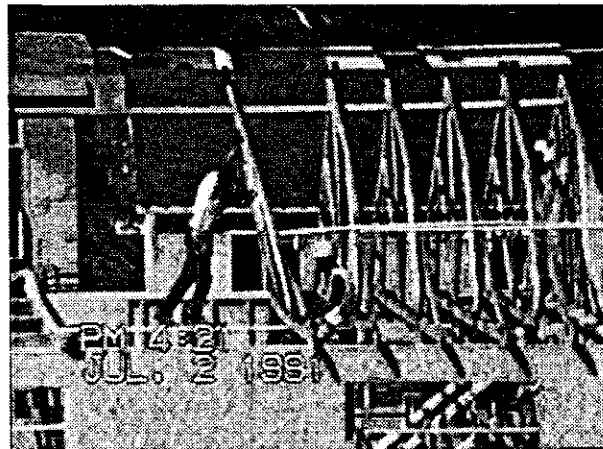


Figure 37

Usage des échafaudages et passerelle pour l'installation des longues fermes de toit.



Figure 38

Clouage d'une ferme de toit sur le dessus du mur en l'absence d'échafaudage temporaire ou en console.



Figure 39

Ajustement et clouage d'une ferme de toit à partir de celles-ci.

Les échafaudages temporaires facilitent grandement le mesurage, la manipulation et la fixation des fermes sur le dessus des murs (à la lisse supérieure des murs). Les déplacements y sont plus faciles et plus sécuritaires que sur le dessus des murs encombrés de fermes de toit installées. Aucun équipement de sécurité est utilisé pour l'installation des fermes de toit. Même si les échafaudages temporaires et passerelles améliorent les conditions dans lesquelles le travail est effectué, les chutes demeurent toujours possibles parce que tout le travail est effectué en hauteur sur des surfaces de support inadéquates sur le plan de la sécurité et que les déplacements sont très fréquents (Figure 40).

À mesure que les fermes de toit sont fixées en place, les passerelles et échafaudages intérieurs deviennent de moins en moins utilisables parce qu'il devient impossible d'y circuler là où les fermes

sont installées. Par conséquent, à mesure que les fermes sont installées, les déplacements sur le dessus des murs en enjambant les fermes déjà installées deviennent plus fréquents et donc l'utilisation des échafaudages intérieurs et passerelle va en diminuant (Figure 41).

L'installation et l'utilisation des échafaudages temporaires et passerelles décrits ici est observée principalement sur les chantiers d'édifices multilogements. Cependant, dans les chantiers de moindre importance (ex. constructions unifamiliales), ces échafaudages temporaires et passerelles ne sont pas construits. Des escabeaux, des tréteaux et des échelles sont plutôt utilisés pour faciliter l'accès au dessus des murs du dernier étage sur lesquels on travaille et circule directement (Figures 42, 43, 44 et 45).



Figure 40

Transport d'une ferme de toit avec incident. Le travailleur debout sur le dessus du mur vient de saisir une ferme de toit sur le paquet couché d'un côté à l'autre de la bâtisse. En déplaçant la ferme, son pied droit heurte la ferme couchée ce qui lui fait perdre l'équilibre (figure montrée). Il tombera par la suite sur l'échafaudage temporaire quelque 90 cm plus bas sans se blesser.



Figure 41

Les déplacements sur le dessus des murs en enjambant les fermes de toit sont nécessaires puisque les échafaudages temporaires (visible par la fenêtre) deviennent inutilisables.



Figure 42

Détermination de la position des fermes de toit par mesurage à deux sur le dessus des murs du dernier étage d'une résidence unifamiliale de grandes dimensions (pas d'échafaudage temporaire).



Figure 43

Détermination de la position des fermes de toit par mesurage seul sur le dessus des murs du dernier étage d'une résidence unifamiliale de grandes dimensions (pas d'échafaudage temporaire).



Figure 44

Installation des fermes de toit sur une résidence unifamiliale de grandes dimensions (pas d'échafaudage temporaire).



Figure 45

Déplacement sur le dessus des murs du dernier étage d'une résidence unifamiliale de grandes dimensions.

Une fois les fermes de toit installées, la planche ou le madrier de bordure qui cache l'extrémité extérieure des fermes de toit —la frise— est installée. Dans le cas d'un toit à quatre pentes (genre pignon), la frise fait le tour de la bâtisse. Pour installer celle-ci, le travailleur se tient entre deux fermes sur la lisse supérieure du mur du dernier étage et travaille à bout de bras au-dessus du vide puisque les fermes excèdent toujours le mur afin d'assurer un soffite adéquat. Ce travail est effectué plus ou moins à l'aveugle puisque la surface sur laquelle il cloue ne lui fait pas face (il cloue vers lui)(Figures 46 et 47). L'installation des frises sur les toits à quatre faces est particulièrement problématique aux coins du toit (Figures 44 et 45), car ceux-ci sont complètement au-dessus du vide et n'offrent pas au travailleur de façon simple de se retenir puisque les fermes de toit y sont à angle et non parallèles comme à la Figure 47.



Figure 46

Clouage de la frise avec cloueuse pneumatique.



Figure 47

Clouage manuel de la frise.

Mentionnons que durant l'installation des fermes de toit et de la frise, le temps de travail au même endroit est très court et que le travail se distribue sur tout le périmètre de la construction. Par conséquent, les déplacements avec ou sans charge sont extrêmement nombreux. On doit donc s'attendre à ce que les risques de chute soient importants.

**Risques de chute de hauteur.** Durant ce groupe de tâches, la hauteur de la chute potentielle à l'intérieur du bâtiment peut être de 1.5 m ou 2.4 m dépendant de la hauteur de l'échafaudage intérieur s'il y en a un ou de 2.4 m si le travailleur effectue son travail ou circule sur la lisse supérieure des murs. La hauteur de la chute potentielle à l'extérieur du bâtiment est du nombre d'étages au-dessus du sol multiplié par 2.4 m. Les risques de chute à l'intérieur du bâtiment et à partir d'un échafaudage temporaire ou d'une passerelle sont principalement associés à la faible largeur de leur surface (largeur d'un madrier: 250 mm) sur laquelle les déplacements avec ou sans charge s'effectuent.

Les risques de chute de hauteur sont présents lors du mesurage, lors du transport et de l'installation des fermes de toit, lors de l'installation de la frise et lors de certains travaux de soffite, c'est-à-dire durant toute la durée de l'installation des fermes de toit. Par exemple, lors de l'installation de la frise, le travailleur est à bout de bras en posture accroupie et n'a que deux points de retenue. Il se sert de ses jambes pour se coincer entre deux fermes de toit afin de ne pas chuter vers l'avant, c'est-à-dire vers l'extérieur du bâtiment. Les risques de chute de hauteur sont aigus en raison des déplacements nombreux tout au long de ce groupe de tâches sur des surfaces étroites et encombrées (sur le dessus des murs sur lesquels des fermes sont déposées ou fixées ou sur des passerelles encombrées de béquilles de murs), avec ou sans port de charge (ex. une planche de frise, un niveau, une cloueuse) et ce, toujours en bordure du vide.

La construction des lucarnes nécessite beaucoup de temps de travail en hauteur et donc accroît les risques pour ces chutes. Les risques de chute de hauteur sont particulièrement importants suite à une averse ou lorsque la température est sous le point de congélation.

**Risques de chute de plain-pied.** Les risques de chute de plain-pied sont présents durant les mêmes opérations que pour les risques de chute de hauteur. Il est toujours possible à un travailleur de trébucher et de s'accrocher à une composante de la bâtisse (ex. Figure 40). Il y a alors chute de plain-pied et pas nécessairement chute de hauteur. Comme pour les chutes de hauteur, les risques chutes de plain-pied sont plus probables à la suite d'une averse de pluie ou de neige.

**Risques d'effondrement du plancher de travail.** Les risques associés à l'effondrement du plancher de travail sont importants durant l'installation des fermes de toit et lors des opérations connexes. En effet, les déplacements en transportant des charges sont fréquents sur des fermes qui ne sont pas fixées définitivement et sur les passerelles temporaires et souvent de fortune. Les passerelles sont généralement constituées de madriers de solive —madriers planés donc de section plus faible ce qui se traduit par une résistance réduite— dont les points d'appui sont souvent espacés au maximum. Leur effondrement est très possible sous le poids d'un travailleur surtout lorsque celui-ci se trouve au centre du madrier et qu'il supporte une charge importante telle qu'une ferme de toit (ex. Figure 35). Dans ces cas, les chutes à un même niveau ou à l'intérieur du bâtiment sont les plus probables. On observe parfois les travailleurs se déplaçant sur la structure des soffites pour fixer la planche de frise. Or, la structure des soffites est la partie de la ferme de toit qui excède le mur extérieur: cette partie est en porte-à-faux au-dessus du vide. De toute évidence, cette structure n'offre pas une surface de déplacement et de travail adéquate bien que dans certains cas, elle soit pourtant la seule surface disponible. Les travailleurs qui utilisent cette structure pour travailler ou se déplacer se retrouvent donc dans des conditions souvent très précaires (Figure 48).

Enfin, lorsque le toit comporte des lucarnes, les travailleurs s'échafaudent souvent en installant des madriers ici et là en travers de la partie inférieure des fermes de toit. Ces madriers constituant le plancher de travail sont fixés sommairement lorsqu'ils le sont. Les risques de glissement des points d'appui de ces madriers pour diverses raisons sont toujours présents.



Figure 48

Clouage de la frise en travaillant sur la structure des soffites. Noter que les travailleurs ont la très rare chance de bénéficier de la présence des échafaudages des maçons pour poser la frise sur le coin du toit soit un endroit difficile d'accès par le haut (ce n'est pas leur échafaudage, car il n'y a pas de plancher).

Risques associés à une posture de travail défavorable ou contraignante. Les risques associés à une mauvaise posture de travail sont présents durant pratiquement toute la pose des fermes de toit. Les mauvaises postures sont généralement associées au fait que le travailleur est toujours sur une surface trop étroite, inégale ou en pente pour lui assurer une position de travail stable. La posture de travail est souvent penchée ou tordue puisque les obstacles empêchant l'adoption d'une bonne posture sont nombreux et variés. C'est particulièrement le cas lors de l'installation de la frise soit une opération qui se fait à bout de bras dans une posture accroupie au-dessus du vide.

Répetons que durant ce groupe de tâches les déplacements sont nombreux et toujours gênés par la présence d'un élément de structure —ferme de toit ou contreventement— et à cause de la faible largeur des surfaces —échafaudages temporaires, passerelle ou lisse supérieure des murs—. Il faut noter qu'une fois les fermes en place, tous les déplacements sont effectués sur le dessus des murs et donc impliquent qu'il faille constamment enjamber des obstacles en bordure du vide.

Risque associé à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs. Les engins de levage sont utilisés au tout début du groupe de tâches pour monter les fermes de toit sur le dessus des murs du dernier étage, soit au moment de leur livraison sur le chantier. Par la suite, la manutention est essentiellement manuelle et ce, sur un plancher généralement étroit, instable et encombré. Les fermes de toit peuvent être relativement lourdes et fragiles. Leur manutention ne se fait donc pas dans les meilleures conditions de telle sorte qu'un imprévu —comme trébucher ou perdre l'équilibre lors de la manutention— peut impliquer des efforts subits importants. De plus, les mauvaises conditions climatiques —pluie, vent, basses températures— détériorent les conditions de travail (surfaces et objets plus glissants).

Le Tableau 12 donne une description sommaire des principales situations à risque durant l'installation des fermes de toit selon le type de risque.

**Tableau 12**  
Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à l'installation des fermes de toit

| Installation des fermes de toit                                      | Type de risque                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | Chutes de hauteur (intérieur et extérieur du bâtiment)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Chutes de plain-pied                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Effondrement                                                                                                                                                     | Mauvaise posture                                                                                                                                                                                       | Efforts                                                                                                                                                                                  |
| Construire l'échafaudage intérieur (pas toujours effectué)           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                        | Manutention et maintien des madriers de passerelle                                                                                                                                       |
| Mesurer et monter les fermes sur le dessus des murs du dernier étage | <p>Avec échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur du bâtiment-: Déplacements avec ou sans charge sur les passerelles</p> <p>Sans échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment-: Déplacements avec ou sans charge sur le dessus des murs</p>                                                                                                                            | <p>Avec échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur du bâtiment-: Déplacements sur les passerelles</p> <p>Sans échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment-: Déplacements sur le dessus des murs</p>                                                                                                                                     | Avec échafaudage intérieur: Déplacements sur les passerelles avec ou sans charge                                                                                 | <p>Avec ou sans échafaudage intérieur: positionnement du paquet de fermes de toit lors de la réception</p> <p>Sans échafaudage intérieur: Mesurage (posture debout penchée sur le dessus des murs)</p> | Manutention de charges encombrantes (fermes) sur des surfaces trop étroites (passerelles et dessus des murs)                                                                             |
| Installer les fermes de toit                                         | <p>Avec échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur du bâtiment-: Déplacements avec ou sans charge sur les passerelles et installation des fermes à partir de ces passerelles et du dessus des murs</p> <p>Sans échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment-: Déplacements avec ou sans charge sur le dessus des murs et installation des fermes du dessus des murs</p> | <p>Avec échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur du bâtiment-: Déplacements sur les passerelles et installation des fermes à partir de ces passerelles et du dessus des murs</p> <p>Sans échafaudage intérieur -chutes à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment-: Déplacements sur le dessus des murs et installation des fermes à partir du dessus des murs</p> | Avec échafaudage intérieur: Déplacements sur les passerelles avec ou sans charge<br>Travaux de lucarnes et déplacements sur les fermes non fixées définitivement | Tous les déplacements avec charge se font sur une surface beaucoup trop étroite: la passerelle de l'échafaudage ou sur le dessus des murs en enjambant les fermes déjà installées                      | Manutention de charges encombrantes (fermes) sur des surfaces trop étroites (passerelles et dessus des murs) et souvent encombrées (dessus des murs en enjambant les fermes déjà fixées) |

**Tableau 12 (suite)**

| Installation des fermes de toit | Type de risque                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                              |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                         |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | Chutes de hauteur<br>(intérieur et extérieur du bâtiment)                                                                                                                                             | Chutes de plain-pied                                                                                                                                                         | Effondrement                                                                                | Mauvaise posture                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efforts                                                                                                                                 |
| Installer la frise              | Déplacements sur le dessus des murs et en enjambant les fermes de toit fixées et installation des composantes dans une posture comportant généralement deux appuis seulement et ce, au-dessus du vide | Déplacements sur le dessus des murs et en enjambant les fermes de toit fixées et installation des composantes dans une posture comportant généralement deux appuis seulement | Installation des composantes dans une posture comportant généralement deux appuis seulement | Tous les déplacements avec ou sans charge se font sur une surface beaucoup trop étroite et encombrée: la passerelle ou l'échafaudage ou sur le dessus des murs en enjambant les fermes déjà installées<br><br>Toutes les tâches d'installation se font dans une posture instable penchée vers l'avant et à bout de bras | Manutention et maintien en place durant l'installation des composantes dans une posture instable penchée vers l'avant et à bout de bras |

Le Tableau 13 donne une estimation de la proportion moyenne de la durée de ce groupe de tâches durant lequel les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque pour des conditions de travail typiques et ce, pour la construction type décrite au début.

**Tableau 13**

Estimation de la proportion de la durée de l'installation des fermes de toit durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 90                                                        |
| Chute de plain-pied                  | 85                                                        |
| Effondrement du plancher de travail  | 40                                                        |
| Posture défavorable ou contraignante | 80                                                        |
| Effort excessif                      | 50                                                        |

Pour ces estimations, on a assumé que des échafaudages temporaires et une passerelle centrale sont utilisés. Lorsque ces installations ne sont pas utilisées, les risques de chute de hauteur sont présents durant toute la durée du groupe de tâches alors que les risques de chute de plain-pied sont présents durant environ 90% du temps. De la même façon, dans les pires conditions observées, les risques associés à une mauvaise posture de travail sont présents durant environ 95% de la durée du groupe de tâches. Les risques d'effondrement sont moins importants lorsque les échafaudages intérieurs et passerelle ne sont pas utilisés, car les travailleurs circulent alors directement sur le dessus des murs (sur la lisse supérieure) lesquels sont suffisamment solides pour supporter le poids des travailleurs et les charges qu'ils manipulent. Les risques d'effondrement peuvent donc être aussi bas que 26% du

temps. Lorsqu'il y a des travaux de lucarne, ces risques sont accrus puisque les installations temporaires sont plus nombreuses.

**Prévention des risques.** Comme pour la fabrication des planchers, l'installation des fermes de toit implique principalement des opérations et des déplacements en périphérie de la bâtisse en construction. Par conséquent, un plancher de travail muni d'un garde-corps tout autour de l'extérieur de la bâtisse et un autre au centre de celle-ci le long d'un mur porteur le cas échéant, tel que décrits pour la fabrication des planchers, apparaissent tout indiqués. Ces planchers de travail devraient être situés de telle sorte que le dessus des murs —la zone de travail principale— soit plus ou moins au niveau de la hanche de l'homme Nord-américain 50e centile. Il est difficile d'imaginer qu'un tel plancher puisse être ajustable en hauteur pour accommoder une plage plus étendue d'individus. De tels planchers permettraient de réduire grandement les risques associés aux postures défavorables et à l'effondrement des planchers de travail en offrant les mêmes avantages que pour la fabrication des planchers. Bien que réduits de façon significative, les risques de chute de hauteur et de plain-pied ne seraient pas complètement éliminés parce que le travail en hauteur au centre de la bâtisse, pour contreventer les fermes par exemple, demeure toujours nécessaire. Cependant, un plancher de travail permettrait d'éviter les situations typiques illustrées aux Figures 49 et 50.

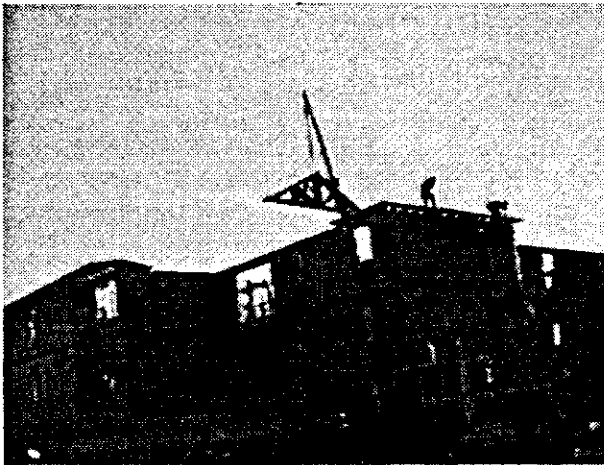


Figure 49  
Travail en bordure du vide.

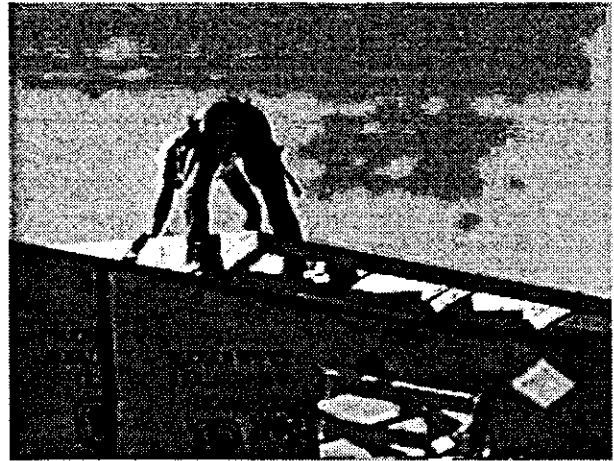


Figure 50  
Travail en bordure du vide.

Le plancher de travail devrait avoir une largeur d'au moins un mètre au delà de l'extrémité des fermes de toit pour assurer un espace suffisant à l'accomplissement du travail incluant les déplacements. Il ne fait aucun doute que ce plancher permettrait d'accélérer de façon significative le rythme du travail, car il faciliterait beaucoup les nombreux déplacements ainsi que l'accès aux zones de travail particulièrement lors de la fixation des fermes à la lisse supérieure des murs, lors de la pose de la frise, lors de la fermeture des extrémités du bâtiment (murs en pignon) et lors de la construction de certaines lucarnes.

L'utilisation de tels planchers ne permettrait pas de réduire les risques associés aux efforts excessifs de façon significative puisque la manutention des fermes de toit serait toujours nécessaire. Pour réduire ce type de risque, on devrait envisager l'assemblage au sol de sections de la structure du toit: la manutention des fermes de toit est beaucoup moins exigeante sur le sol que sur des installations temporaires instables et inadéquates. Cette solution qui a déjà été observée sur un seul chantier, permet de réduire significativement les divers risques décrits plus haut en limitant la durée du travail en hauteur. En particulier, les efforts associés à la manutention en hauteur des composantes du toit sont éliminés puisque les sections de toit préassemblées sont hissées directement sur le toit de la bâtisse à l'aide de l'engin de levage installé sur le camion de livraison. Sur le chantier observé, une partie du toit était pré-assemblée et l'autre partie était en pièces détachées ce qui n'élimine pas totalement les risques décrits plus haut. L'inconvénient de l'assemblage au sol est qu'il est habituellement difficile de trouver

sur les chantiers de construction une surface qui soit au niveau et de dimensions suffisantes pour permettre un assemblage de qualité. Enfin, avec l'assemblage au sol il existe toujours une possibilité que des ajustements soient nécessaires lorsque la structure est mise en place sur le dessus des murs. Ces ajustements peuvent être difficiles à effectuer si l'assemblage au sol est important.

L'inconvénient principal de l'assemblage au sol sur le chantier vient du fait que le terrain à proximité du chantier est rarement adéquat pour de tels travaux (ex. sol pas au niveau). Par conséquent, l'assemblage au sol doit être réalisé en usine. Les sections de toit pré-assemblées sont ainsi livrées sur le chantier et levées en place au moyen de l'engin de levage du véhicule de livraison. La réduction des risques décrits plus haut ainsi que le gain de productivité attendu par l'accélération des travaux de toiture permettraient sans aucun doute de compenser pour les frais de livraison accrus de cette solution.

L'utilisation d'un plancher de travail tout autour de la bâtisse et de sections de toit pré-assemblées représente une combinaison qui permettrait de réduire de façon significative tous les risques présents à l'heure actuelle lors de l'installation des fermes de toit. Cette combinaison permettrait de surcroît de réduire de façon significative le temps de construction de la charpente du toit. Une étude plus approfondie permettrait de chiffrer les gains en termes de temps et de réduction des risques.

Groupe de tâches #5: Recouvrement du toit. Le recouvrement du toit se fait en deux étapes. La première étape consiste en la pose des panneaux de 4' x 8' sur les fermes de toit par les charpentiers menuisiers qui ont assemblé la charpente du toit. Les panneaux de 4' x 8' sont d'abord hissés, généralement en lot, au niveau du toit avec l'engin de levage du camion de livraison (Figure 51). Lorsque les panneaux sont hissés en lots, ils sont fixés sur le dessus des fermes de toit à l'aide de madriers (Figure 52). Typiquement, les lots sont fixés près du point le plus haut de la charpente, c'est-à-dire là où le lot ne nuit pas aux travaux d'installation qui débutent au bas du toit (Figure 53). Cette façon de faire implique donc de nombreux déplacements sur les fermes de toit ou sur les panneaux déjà installés en manutentionnant des panneaux de 4' x 8' (Figures 53 et 54).

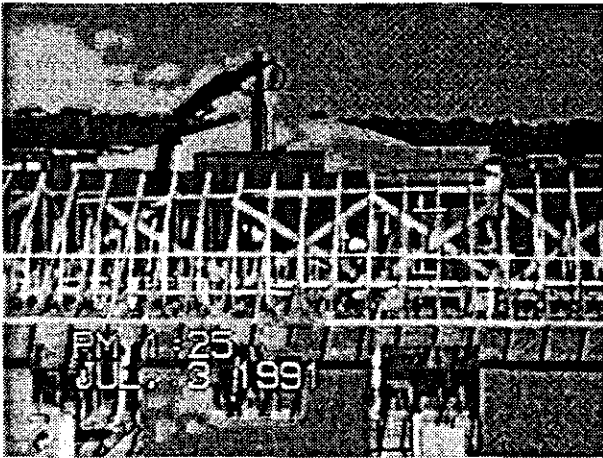


Figure 51  
Livraison des lots de panneaux 4' x 8'.



Figure 52  
Lots de panneaux 4' x 8' installés sur le toit.

Les panneaux peuvent être cloués à main ou ce qui est plus fréquent, à l'aide d'une cloueuse (Figure 55). Il est important de souligner que les panneaux installés sont souvent fabriqués de copeaux pressés et cirés sur la face extérieure (moins coûteux que le contreplaqué) de sorte qu'ils sont relativement glissants et ce, particulièrement lorsqu'il fait froid ou qu'ils sont mouillés. Comme le toit est toujours en pente et qu'aucun dispositif de sécurité n'est utilisé, les risques de chutes à partir du toit sont omniprésents. Pour la pose des panneaux, des dispositifs d'échafaudage ne sont jamais utilisés à moins que la pente du toit soit forte.

Lorsque la pente du toit est relativement raide, les panneaux sont hissés du plancher du dernier étage un à un. La première rangée de panneaux (au bord du toit) est installée de l'intérieur, les travailleurs se tenant sur la structure des fermes de toit pour travailler. Ensuite, des madriers de solive sont cloués sur les panneaux qu'on vient d'installer. Ces madriers servent de marches permettant de travailler à la pose des panneaux subséquents. Cette technique a été observée pour les résidences unifamiliales uniquement, les toits à pente raide étant très peu fréquents pour les constructions multilogements. Un escabeau installé sur des madriers déposés à plat sur la structure d'un balcon ou une échelle à l'intérieur de la bâtisse permettent d'accéder au toit pendant le recouvrement. Une échelle appuyée sur le bord du toit permet d'accéder ou de descendre du toit une fois qu'il est recouvert.



Figure 53  
Installation des panneaux de 4' x 8' sur la charpente du toit.



Figure 54  
Transport des panneaux pour l'installation.



Figure 55  
Installation et clouage des panneaux de 4' x 8' sur le toit à l'aide d'une cloueuse. Noter que les travailleurs ne sont pas attachés.

La seconde étape du recouvrement du toit consiste en la pose du larmier et du papier goudronné en bordure du toit et enfin, des bardeaux d'asphalte par les couvreurs. Les observations effectuées montrent que dans la très grande majorité des cas, aucun dispositif d'échafaudage n'est utilisé pour ces opérations (Figures 56, 57, 58 et 59), lesquelles impliquent nécessairement du travail en bordure du toit. Les travailleurs rapportent de façon générale que la faible pente des toits ne justifie pas le recours à ces équipements; les édifices multilogements observés avaient tous une pente de toit relativement faible (i.e., moins d'environ 27° soit une pente inférieure à 6 dans 12). Par ailleurs, pour ces opérations, deux types d'échafaudages en console peuvent tout de même être utilisés. Le premier type consiste en

une console suspendue aux murs alors que l'autre type est constitué d'un madrier transversal supporté par deux ferrures en coin ajustables selon l'inclinaison du toit et fixées sur ce dernier.

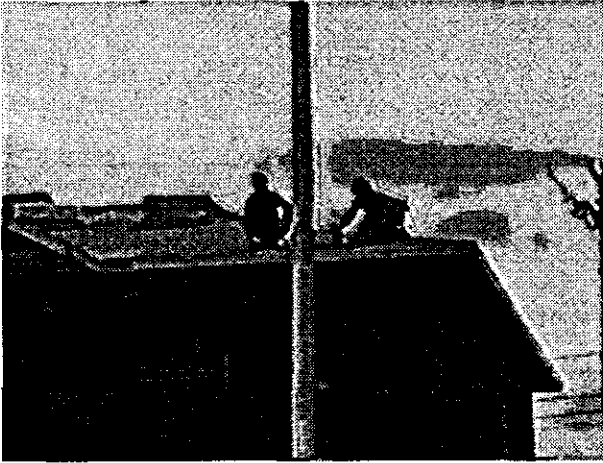


Figure 56

Pose du larmier en bordure du toit. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé.

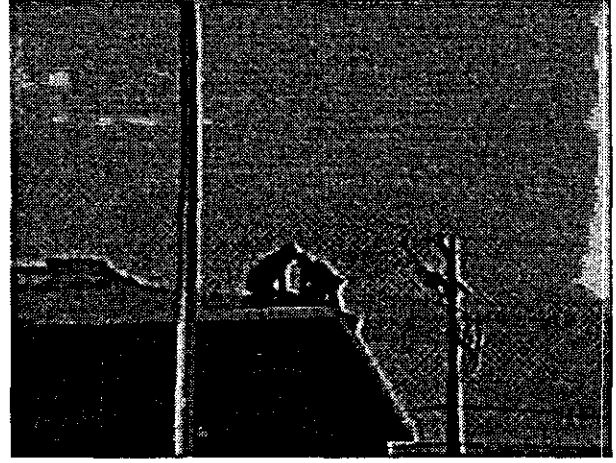


Figure 57

Pose du papier goudronné en bordure du toit. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé.



Figure 58

Pose du bardeau d'asphalte. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé.



Figure 59

Découpage du bardeau en bordure du toit. Noter qu'aucun dispositif d'échafaudage ni de sécurité n'est utilisé.

Les échafaudages en console suspendue sont constitués de deux structures d'acier en forme de "S" suspendues à l'extérieur du bâtiment à la lisse supérieure du mur (Figure 60). Leur plancher de travail est situé à moins de 1 m sous le dessus du mur où elles sont accrochées et est généralement constitué de deux madriers (mais souvent un seul). Les consoles utilisées sur les bâtiments les plus hauts (ex. 4 étages), comportent parfois un garde-corps constitué d'un 2" x 4" (parfois un 2" x 6") à un peu moins de 1 m du plancher de madriers. Ces garde-corps ne comportent pas de plinthes. La très grande majorité des consoles que nous avons vues sur les bâtiments de quatre étages ou moins ne comportaient pas de garde-corps et n'offraient pas la possibilité d'en installer un (Figure 60). Les consoles observées apparaissaient de fabrication artisanale. Ces consoles sont généralement espacées de près de 3 m, soit la longueur maximale permettant d'accommoder un madrier d'échafaudage standard. Le risque d'effondrement du plancher est donc possible, les consoles étant souvent très espacées. Les consoles suspendues sont utilisées surtout pour les travaux en bordure du toit tel que la pose du larmier, la pose du papier goudronné et la pose des premiers rangs de bardeau. Bien que ce ne soit pas nécessairement le cas (Figure 60), elles sont surtout utilisées là où la pente du toit est trop raide

pour faire autrement. Elles sont aussi utilisées pour certains travaux de soffite et pour la fermeture des extrémités de toit (Figure 61).



Figure 60  
Échafaudages à consoles suspendues pour les travaux en bordure du toit.



Figure 61  
Échafaudages à consoles suspendues pour les travaux d'extrémité du toit. Noter que la console de droite pourrait facilement pivoter vers l'ouverture dans le mur, car son appui est décentré au bas.

Le second type de console, nettement moins utilisé que le premier, est décrit à la Figure 62. Cet échafaudage est parfois déplacé selon la progression de la pose des bardeaux. Dans tous les cas, aucun garde-corps sur ces échafaudages ni ceinture de sécurité ne sont utilisés lors du recouvrement du toit. Le plancher sur lequel le travailleur se trouve est étroit et la hauteur de la chute potentielle est importante. Bien que ce type d'échafaudage en console soit parfois utilisé pour certains travaux de lucarne (Figure 63) il n'a pas été observé pour ce type de travaux spécifiquement, dans le cadre de la présente étude. En fait, ce type d'échafaudage a été observé uniquement pour la pose des bardeaux d'asphalte sur les chantiers de construction unifamiliale là où il n'y a pas possibilité de faire autrement (i.e., pente de toit trop raide).

Des échafaudages en console suspendue étaient utilisés dans environ 50% des observations effectuées et ce, surtout pour des constructions unifamiliales de dimensions importantes. Dans certains cas, il faut lors du recouvrement du toit, procéder à l'installation de tôle en divers endroits comme à la rencontre d'un mur de lucarne et du toit principal. Ces installations sont préalables à la pose des bardeaux. Comme les risques impliqués durant ces installations sont du même ordre que lors de la pose des panneaux de 4' x 8' et de celle des bardeaux, ils ne seront pas traités plus en détail.

Le bardeau d'asphalte requis pour le recouvrement du toit est généralement hissé sur le toit au moyen de l'engin de levage du camion de livraison au moment de la livraison. Il est stocké près du sommet du toit (Figures 56 et 60) et sur des consoles de toit le cas échéant. Les principaux moyens d'accès au toit sont les échelles et les lucarnes lorsque celles-ci sont présentes.

**Risques de chute de hauteur.** Les risques de chute de hauteur sont présents tout au long du groupe de tâches que ce soit durant la pose des panneaux ou celle des bardeaux. En effet, il est possible au travailleur de perdre pied n'importe où sur le toit et de tomber en bas de celui-ci en particulier lorsqu'il travaille en bordure du vide —pose du larmier par exemple— ou de perdre pied sur les fermes de toit et de tomber entre celles-ci à l'intérieur du bâtiment sur le plancher du dernier étage. Dans tous les cas, la hauteur de la chute dépasse largement les trois mètres. Évidemment, plus la pente du toit est faible et plus le travailleur est au centre de celui-ci pour accomplir son travail, plus les risques de chute de hauteur à l'extérieur du bâtiment sont faibles.

Ces risques de chute demeurent même lorsque des échafaudages en console sont utilisés puisque ceux-ci n'ont jamais de garde-corps. Aussi, il faut tenir compte du fait que lorsqu'ils sont utilisés, c'est parce que la pente est plus raide et donc, les pertes d'équilibre à partir du toit plus probables. Les risques de chute de hauteur sont plus importants suite à une averse de pluie ou lorsque la température est sous le point de congélation.



Figure 62  
Échafaudages à consoles de toit (construction unifamiliale).

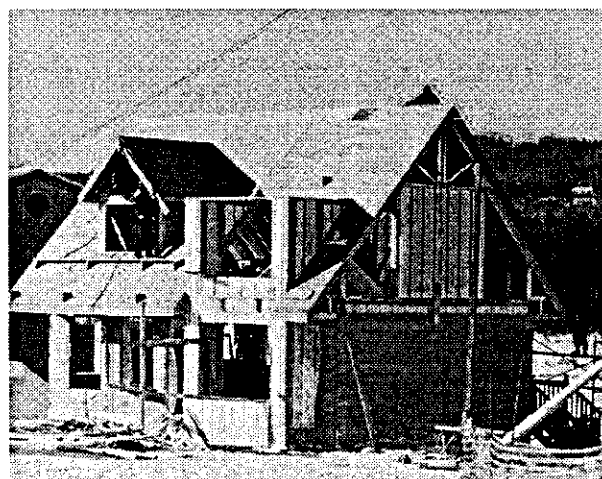


Figure 63  
Échafaudages à consoles de toit pour des travaux de lucarne  
(tiré de La Presse, Montréal, mercredi le 9 mars 1994, page D-2). À noter le travailleur en haut à droite...

**Risques de chute de plain-pied.** Les risques de chute de plain-pied sont présents tout au long de la pose des panneaux de 4' x 8', car les travailleurs doivent constamment marcher sur les fermes de toit ou les enjamber pour transporter, ajuster et assembler les panneaux embrevés les uns dans les autres (panneaux «embouffés»).

Lors de la pose des bardeaux, les chutes de plain-pied peuvent être dues à l'inclinaison de la surface de travail ou à l'encombrement de la surface de travail par les ballots de bardeaux, les retailles de bardeaux et les outils. Dans le cas où des échafaudages en console sont utilisés, la faible superficie de la surface de travail qu'ils offrent pour les déplacements —souvent un madrier de largeur— et le fait que cette surface sert souvent en même temps d'endroit de stockage des bardeaux et des outils —encombrement de la surface de support et de travail—, font en sorte que les chutes de plain-pied sont toujours possibles. Tel que mentionné pour les chutes de hauteur, les chutes de plain-pied sont plus probables à la suite d'une averse de pluie ou de neige. Notons enfin, que dans tous les cas, une chute de plain-pied peut se traduire par une chute de hauteur si le travailleur déboûle jusqu'au bas de la pente du toit.

**Risques d'effondrement du plancher de travail.** Les risques associés à l'effondrement du plancher de travail proviennent principalement du fait que, lors de la pose des panneaux de 4' x 8', les travailleurs installeront une série de panneaux d'abord temporairement et les cloueront définitivement par la suite. L'installation temporaire permet de mieux ajuster les panneaux sur les fermes de toit. Durant l'installation, certains des panneaux seront simplement «taqués» en place. C'est durant cette phase qu'un ou des panneaux pourraient se déplacer et provoquer une chute. Le clouage final des panneaux se fait généralement avec une cloueuse (ex. pneumatique ou électrique). Comme le boyau ou le fil alimentant la cloueuse est encombrant, les travailleurs préfèrent utiliser la cloueuse une fois qu'un certain nombre de panneaux sont en place. Évidemment, lorsque la pente du toit est faible, les risques d'effondrement associés au déplacement des panneaux fixés temporairement décroissent.

Par ailleurs, lorsque les consoles suspendues sont utilisées, l'effondrement du plancher de travail est associé d'une part, au bris ou au glissement des madriers qui constituent le plancher en raison du fait que les points d'appui des madriers —les consoles— sont souvent très espacés et que les madriers n'y

sont jamais fixés: le fait de fixer les madriers sur les consoles rendrait beaucoup plus difficile le démantèlement de ce type d'échafaudage. Lorsque la distance qui sépare deux consoles dépasse les recommandations formulées dans le Code de sécurité pour les travaux de construction, le nombre requis de consoles est plus faible, ce qui est intéressant surtout lorsque ce type d'équipement est loué. Un espacement exagéré entre deux consoles réduit aussi le temps d'installation et limite le nombre de consoles à enlever à la fin des travaux.

D'autre part, l'effondrement du plancher de travail sur consoles peut être dû au fait que la partie horizontale de la console qui s'appuie sur le mur (voir les Figures 60 et 61) passe à travers le mur parce que les colombages du mur ont un espacement qui est plus grand que la longueur de l'appui de la console. En effet, les colombages sont habituellement espacés d'environ 41 cm (16 po) mais il arrive parfois que leur espacement soit de 61 cm (24 po). On peut voir à la Figure 61 que la barre d'appui horizontale au bas de la console est beaucoup plus courte que 61 cm. Dans le cas où le matériau recouvrant les colombages est peu résistant (ex. type "sheeting" ou "Ten-Test" comme à la Figure 62) alors la barre d'appui au bas de la console peut le défoncer et faire renverser le plancher de travail. Les travailleurs sont alors projetés vers l'extérieur de la bâtisse en construction. Plusieurs des travailleurs interrogés avaient eu connaissance d'un accident de ce type.

Risques associés à une posture de travail défavorable ou contraignante. Les risques associés à une mauvaise posture de travail sont présents surtout lors du transport et de l'installation des panneaux et lors de la pose des bardeaux qui se fait complètement penché ou à genoux penché selon la pente du toit. Tel que décrit plus haut, le transport des panneaux se fait dans des conditions difficiles: plancher en pente et discontinu (dessus des fermes de toit), plancher potentiellement instable, car non fixé définitivement, plancher relativement glissant —panneaux de copeaux cirés—, charge lourde, encombrante et dépourvue de bonnes prises —panneau de 4' x 8'—, manutention en hauteur. Aussi, lorsqu'il y a le moindre vent les panneaux sont beaucoup plus difficiles à manutentionner, car leur grande surface offre une bonne prise au vent. On est très loin des conditions de manutention idéales spécifiées dans la littérature scientifique portant sur la manutention manuelle. Lors de l'installation des panneaux, la posture de travail est donc souvent instable et contraignante. Aussi, le travail à genoux sur des surfaces dures peut poser des problèmes aux genoux. Les travailleurs utilisent parfois des protège-genoux pour ces travaux.

Risques associés à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs. Bien que ce ne soit pas toujours le cas, les engins de levage sont généralement utilisés pour monter les matériaux —panneaux de 4' x 8' et paquets de bardeaux— sur la zone de travail des chantiers d'édifices multilogements. Dans le cas des résidences unifamiliales par contre, cette opération est manuelle. Par la suite, dans tous les cas les matériaux sont manutentionnés manuellement et ce, dans de mauvaises conditions tel que décrit au paragraphe précédent. Tel que déjà mentionné, un panneau 4' x 8' de copeaux pressés de 5/8" pèse environ 24 kg (54 lb) alors qu'un paquet de bardeaux d'asphalte pèse environ 32 kg (70 lb). Ces charges sont importantes même pour des conditions de manutention favorables. Notons que l'installation des panneaux implique aussi des efforts importants particulièrement durant l'ajustement et l'emboîtement des panneaux les uns dans les autres.

Le Tableau 14 donne une description sommaire des principales situations à risque durant le recouvrement du toit selon le type de risque. Le Tableau 15 donne une estimation de la proportion moyenne de la durée de ce groupe de tâches durant lequel les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque et ce, pour la construction type. Ces estimations supposent qu'aucun dispositif d'échafaudage n'est utilisé et que les matériaux sont hissés sur le toit au moyen de l'engin de levage du camion de livraison.

Prévention des risques. Les risques de chute de hauteur lors du recouvrement du toit pourraient être éliminés en installant un plancher de travail extérieur muni d'un garde-corps tout autour de la bâtisse. Idéalement, le niveau du plancher devrait être situé directement sous celui du larmier permettant ainsi un accès facile au toit et à toute la zone de travail. Ce plancher devrait avoir une largeur d'environ 1 m pour permettre l'entreposage des matériaux et des déplacements confortables. Les

chutes de hauteur à l'intérieur du bâtiment seraient alors pratiquement éliminées puisqu'on travaillerait essentiellement à partir de l'extérieur. Bien que significativement réduits, les risques de chute de plain-pied ne seraient pas éliminés complètement par la présence du plancher de travail extérieur, car les déplacements sur la surface en pente demeurent nécessaires pour l'installation des panneaux de 4' x 8'.

**Tableau 14**

Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées au recouvrement du toit

| Recouvrement du toit                                                 | Type de risque                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | Chutes de hauteur (intérieur et extérieur du bâtiment)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Chutes de plain-pied                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Effondrement                                                 | Mauvaise posture                                                                                                                                                                                                                                                                           | Efforts                                                                                                                                                                                              |
| Monter les panneaux sur la zone de travail et fixer la pile en place | Déplacements sur la lisse des murs et sur les fermes de toit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Déplacements sur la lisse des murs et sur les fermes de toit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                              | Fixer la pile de panneaux sur les fermes de toit et la détacher de l'engin de levage                                                                                                                                                                                                       | Hisser les panneaux lorsque le travail est manuel                                                                                                                                                    |
| Transporter, installer et clouer les panneaux                        | Transport des panneaux un à un de la pile jusqu'à l'endroit d'installation en circulant sur la lisse supérieure des murs, sur les fermes de toit et sur des panneaux temporairement fixés<br>Autres déplacements dans les mêmes conditions mais sans charge<br><br>Installer, emboîter et clouer les panneaux en place à partir des fermes de toit et de la section de toit recouverte | Transport des panneaux un à un de la pile jusqu'à l'endroit d'installation en circulant sur la lisse supérieure des murs, sur les fermes de toit et sur des panneaux temporairement fixés<br>Autres déplacements dans les mêmes conditions mais sans charge<br><br>Installer, emboîter et clouer les panneaux en place à partir des fermes de toit et de la section de toit recouverte | Travailler et circuler sur des panneaux temporairement fixés | Transport des panneaux en marchant sur et en enjambant les fermes de toit et en marchant sur des sections de toit en pente et de surface relativement glissante<br><br>Installer, emboîter et clouer les panneaux en place à partir des fermes de toit et de la section de toit recouverte | Transport des panneaux un à un et, Ajustement et emboîtement des panneaux<br><br>Installer, emboîter et clouer les panneaux en place à partir des fermes de toit et de la section de toit recouverte |
| Poser le larmier et le papier goudronné                              | Travail sur le toit en bordure du vide (sans échaf.)<br><br>Travail à partir d'une console suspendue sans garde-corps                                                                                                                                                                                                                                                                  | Travail sur le toit en bordure du vide (sans échaf.)<br><br>Travail à partir d'une console suspendue pour laquelle les madriers ne sont pas fixés                                                                                                                                                                                                                                      | Bris du madrier servant de plancher sur la console           | Travail accroupi en bordure du vide                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                      |

**Tableau 14 (suite)**

| Recouvrement du toit                                    | Type de risque                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                  |                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | Chutes de hauteur<br>(intérieur et extérieur du bâtiment)                                                                                                                     | Chutes de plain-pied                                                                                                                                                                             | Effondrement                                       | Mauvaise posture                                                                                                                       | Efforts                                                                                                                                |
| Poser le bardeau                                        | Travail sur le toit et en bordure du vide (sans échaf.)<br><br>Travail à partir d'une console suspendue et/ou de toit sans garde-corps et dont les madriers ne sont pas fixés | Travail sur le toit en pente (sans échaf.)<br><br>Travail à partir d'une console suspendue et/ou de toit dont les planchers sont constitués d'un seul madrier lequel n'est pas fixé à la console | Bris du madrier servant de plancher sur la console | Travail penché ou à genoux penché ou accroupi                                                                                          | Transport des paquets de bardeaux un à un                                                                                              |
| Installer et enlever les consoles suspendues et de toit | Travail en hauteur et en bordure du vide à partir d'échelles ou de la lisse supérieure des murs du dernier étage                                                              |                                                                                                                                                                                                  | Travail à partir d'échelles                        | Travail de manutention des composantes à partir d'échelles ou de lucarnes ou à partir de la lisse supérieure des murs du dernier étage | Travail de manutention des composantes à partir d'échelles ou de lucarnes ou à partir de la lisse supérieure des murs du dernier étage |

**Tableau 15**

Estimation de la proportion de la durée du recouvrement du toit durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 100                                                       |
| Chute de plain-pied                  | 100                                                       |
| Effondrement du plancher de travail  | 20                                                        |
| Posture défavorable ou contraignante | 85                                                        |
| Effort excessif                      | 20                                                        |

Par ailleurs, le fait qu'on puisse déposer les matériaux et les outils sur un plancher de travail extérieur lors de la pose des bardeaux, permettrait de désengorger les consoles sur le toit et donc de réduire les risques de chute de plain-pied lorsqu'elles sont utilisées. Les transports de matériaux (ex. panneaux et paquets de bardeaux) seraient rendus beaucoup plus confortables et plus sécuritaires parce qu'ils pourraient se faire en bonne partie sur un plancher uni et au niveau. Notons qu'un plancher de travail tout autour de la bâtisse serait plus efficace pour les toits à quatre pentes mais beaucoup moins pour les toits à deux pentes. En effet, dans ce second cas le plancher ne serait que de peu d'utilité pour les extrémités en pente du toit (Figures 61 et 63).

Les risques d'effondrement du plancher dus à un espacement exagéré des consoles seraient éliminés par l'usage du plancher. Pour éliminer les risques d'effondrement associés au déplacement des panneaux de 4' x 8' lors de leur installation on pourrait systématiquement les clouer au fur et à mesure qu'ils sont installés (ce qui se fait déjà dans certains cas). Les risques associés à une mauvaise posture de travail et aux efforts ne peuvent à toutes fins pratiques pas être éliminés avec les méthodes de travail, équipements et matériaux disponibles à l'heure actuelle. Il faudrait entre autres, modifier les matériaux et leur emballage pour réduire l'importance des efforts ou développer des aides à la

manutention nouvelles. Ces solutions sont particulièrement difficiles à réaliser en pratique compte tenu du type de travail à accomplir et des contraintes inhérentes —le toit est toujours en pente, l'asphalte des bardeaux est une matière lourde, etc.—. Néanmoins, le fait que les manutentions se fassent dans de meilleures conditions ne peut que contribuer à réduire les efforts imprévus ce qui représente un gain non négligeable en soi.

Une solution intéressante qui permettrait de réduire presque à zéro tous les types de risque consisterait à installer des sections de toit préassemblées (tel que suggéré au groupe de tâches précédent) et pré-recouvertes. Il s'agirait simplement d'installer les sections de toit en place puis, de fermer le joint du larmier et du bardeau sur place. Comme ces joints seraient relativement étroits, les risques de chute pourraient être minimisés en utilisant une seule console suspendue munie d'un garde-corps. Les risques associés aux mauvaises postures, aux efforts et à l'effondrement seraient pratiquement éliminés sur le chantier. Le travail d'assemblage et de recouvrement se ferait en usine, c'est-à-dire là où le contrôle des risques est beaucoup plus aisé et plus économique (un dispositif d'échafaudage élaboré peut être mis en place et utilisé à répétition sans qu'on n'ait jamais besoin de le démanteler sur un plancher d'usine ce qui n'est pas le cas sur un chantier). En effectuant le travail en usine, il devrait être possible d'améliorer les techniques d'assemblage de sorte que le gain en productivité soit important, ce qui est difficilement réalisable en chantier étant données les nombreuses contraintes. Cette solution est d'autant plus attrayante que des édifices aux caractéristiques architecturales pratiquement identiques sont souvent construits en séries (ex. projets domiciliaires).

Groupe de tâches #6: Installation des échafaudages à cadres et pose de la brique. La finition extérieure implique généralement la pose d'un revêtement de brique sur une ou sur plusieurs faces ou parties de faces de la bâtisse. Ce groupe de tâches est accompli par les maçons. Des échafaudages à cadres métalliques sont toujours utilisés pour les ouvrages de maçonnerie. Tel qu'observé sur les chantiers, les maçons sont de loin les principaux usagers de ce type d'échafaudage. L'usage des échafaudages à cadres métalliques leur est nécessaire en raison des charges importantes mises en jeu durant leur travail et de la nécessité d'avoir un plancher de travail relativement stable. L'aspect des charges sur les échafaudages à cadres métalliques fait l'objet de la dernière section de ce rapport.

Pour la pose de la brique, la première étape consiste à installer les échafaudages. On doit donc les assembler. Notons d'abord que l'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques se fait presque toujours par ses usagers dans le secteur domiciliaire (les manoeuvres et les maçons) alors que sur les chantiers commerciaux ou de plus grande importance, on fait appel à des travailleurs spécialisés pour ce type de travail.

Les maçons disposent presque toujours d'un engin de levage pour monter la brique et le mortier sur le plancher de l'échafaudage durant les travaux. Cet engin de levage peut être de deux types. Le premier, moins fréquent consiste en une plate-forme ascenseur motorisée qui se déplace le long d'une rampe analogue à une échelle. Le second type beaucoup plus fréquent (utilisé par environ 60% des maçons observés), est un véhicule motorisé genre chariot élévateur pour chantiers de construction (Figures 64 et 65). Ce deuxième type offre l'avantage de pouvoir être utilisé pour hisser les composantes de l'échafaudage —cadres, madriers et croisillons— durant l'assemblage et le démantèlement de l'échafaudage (Figure 65). L'usage d'un engin de levage pour ces opérations est plus rapide et beaucoup moins exigeant physiquement pour les travailleurs. Lorsqu'un engin de levage n'est pas disponible ou que celui-ci ne peut se rendre sur les lieux d'assemblage de l'échafaudage, le travail d'approvisionnement des composantes est alors essentiellement manuel.

L'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métallique nécessitent habituellement la présence d'un travailleur (parfois deux pour les chantiers plus importants) sur l'échafaudage (l'assembleur) et d'un ouvrier au sol qui apporte les composantes si l'engin de levage n'est pas utilisé. Dans ce second cas, un câble et parfois une poulie permettront de hisser les diverses composantes lorsqu'on ne peut plus se les passer à bout de bras. Le travailleur au sol attache les composantes au câble et l'assembleur les hisse au haut de l'échafaudage puis les installe en place. Dans les rares cas où la poulie est utilisée, c'est le travailleur au sol qui fournit l'effort pour hisser les composantes. L'usage de la poulie n'a été observé que sur des chantiers de type industriel/commercial, jamais sur les chantiers domiciliaires.



Figure 64

Utilisation d'un engin de levage pour hisser un bac de mortier sur le plancher de charge. Noter la passerelle qui relie le plancher de charge à l'échafaudage du maçon (à droite).

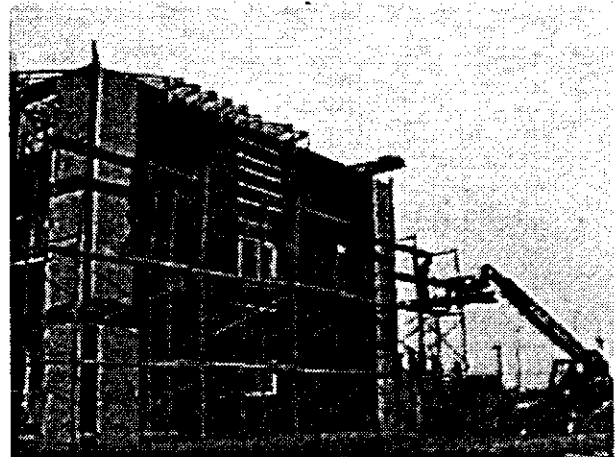


Figure 65

Utilisation de l'engin de levage pour hisser les composantes (ici des madriers) lors de l'assemblage d'échafaudages à cadres métalliques. À noter que les cadres du haut sont penchés parce que les croisillons n'ont pas encore été installés bien que le plancher de madriers sur ces cadres soit déjà installé.

Pour l'assemblage de l'échafaudage, le nombre de madriers constituant le plancher sur lequel l'assembleur travaille est habituellement maintenu au minimum soit, un ou deux madriers par section d'échafaudage. Lorsque l'engin de levage n'est pas utilisé, les mêmes madriers sont hissés à chaque nouvel étage d'échafaudage de sorte que l'assembleur dépense un minimum d'énergie à la manutention des madriers qui sont relativement lourds et encombrants (21 kg par madrier, 3,7 m de long): il utilise toujours les mêmes madriers comme plancher au lieu d'en hisser de nouveaux à partir du sol pour chaque niveau d'échafaudage assemblé. Le déplacement des madriers à un étage supérieur se fait à partir des échelons du cadre d'échafaudage, puisque le travailleur ne dispose pas de plancher de travail pour cette opération (il est entrain de transférer son plancher à un niveau supérieur, il ne peut donc y travailler). La manoeuvre consiste à d'abord monter l'un des deux madriers du plancher au niveau supérieur en utilisant l'autre madrier comme plancher de travail. Ensuite, à partir des échelons il suffit de saisir ce madrier à l'une de ses extrémités, de le faire glisser pour le sortir du cadre, de lever cette extrémité au niveau supérieur et de faire glisser le madrier suffisamment pour ne pas qu'il tombe de son nouveau point d'appui supérieur. Cette opération se fait à une seule main, l'autre étant utilisée pour se retenir sur les échelons du cadre. À cette étape, le madrier est en pente l'une de ses extrémités étant appuyée au niveau inférieur et l'autre au niveau supérieur. Pour terminer l'opération, le travailleur monte au niveau supérieur (là où le premier madrier a été installé) et se rend à l'autre bout de la section d'échafaudage. Il descend ensuite par les échelons, d'où il effectue une seconde fois la même manoeuvre pour monter l'autre extrémité du second madrier. Les deux madriers de chacune des sections d'échafaudage sont habituellement transférés de cette façon. La procédure inverse est suivie pour transférer le plancher de travail à un niveau inférieur (Figure 66). Pour se rendre aux échelons de l'autre extrémité de la section d'échafaudage lors du transfert à un niveau inférieur, les travailleurs se déplacent souvent sur les croisillons plutôt que de remonter sur le madrier supérieur (Figure 67).

Le transfert des madriers d'un étage d'échafaudage à l'autre implique des postures de travail très contraignantes et très précaires (i.e., manutention de madriers à partir des échelons de l'un des cadres d'échafaudage). Il est important de souligner que même lorsqu'un engin de levage est présent, un travailleur pourra choisir de transférer ses madriers manuellement parce que c'est plus rapide que de descendre en bas, de démarrer l'engin de levage d'effectuer le transfert, d'arrêter l'engin de levage, puis de remonter sur l'échafaudage pour poursuivre le travail. Notons aussi qu'aucun équipement de sécurité tel que ceinture n'a été utilisé pour l'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques observés durant cette étude.



Figure 66

Transfert du plancher de travail à un niveau inférieur. Le travailleur manipule le premier madrier à partir des échelons. Cette manipulation doit être répétée à l'autre bout de la section d'échafaudage (i.e., à droite). Une fois le premier madrier au niveau inférieur, il pourra s'en servir comme plancher pour descendre le second madrier. À noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage (ici, les pieds du travailleur sont à plus de 3.3 m ou 11' du sol).



Figure 67

Transfert du plancher de travail à un niveau inférieur. Le travailleur utilise les croisillons en se tenant sur le madrier au niveau supérieur pour se déplacer jusqu'à l'autre bout de la section d'échafaudage pour pouvoir descendre l'extrémité du madrier (celui en pente) duquel il pourra ensuite descendre le second madrier. À noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage et la présence de l'engin de levage qui n'est pas utilisé pour la manoeuvre.

À titre indicatif, sur les chantiers de plus grande importance les techniques de travail sont pratiquement les mêmes bien qu'il est plus courant de voir deux assembleurs sur l'échafaudage en construction. Les Figures 68 et 69 montrent la fin du transfert d'un plancher d'échafaudage à un niveau supérieur. Ici, le transfert du dernier madrier se fait à deux. Dans ces figures, le travail se déroule à la 5e section d'échafaudage (cadres de 6') soit à près de 9 m (30') du sol et les travailleurs ne sont jamais attachés. Aussi, lorsque la hauteur est importante les planchers de travail sont habituellement plus larges (ici trois madriers). Enfin, notons l'absence de planchers aux sections d'échafaudage inférieures (pour minimiser la fatigue associée à la manipulation des madriers) de même que les inégalités sur le plancher de madrier causées par leur prolongement (Figure 69).

Les travailleurs interrogés par questionnaire rapportent dans une proportion de 80% que la manutention des madriers représente la principale difficulté lors du montage des échafaudages à cadres. De la même façon, le déplacement des madriers est considéré comme le moment le plus difficile ou le plus critique pour la sécurité lors du démontage par 54% des travailleurs. Enfin, 56% des travailleurs et entrepreneurs rapportent que les madriers représentent la composante dont la manipulation est la plus difficile. Par conséquent, il n'est pas étonnant qu'un échafaudage à cadres métalliques ne comporte jamais un plancher pleine largeur à chaque étage d'échafaudage sur les chantiers de construction. Dans tous les cas observés où la manutention des madriers était manuelle (i.e., sans engin de levage), l'échafaudage comprenait toujours un seul plancher de travail sauf là où la hauteur de l'échafaudage était relativement faible (une ou deux sections d'échafaudage de haut). En général, lorsque la hauteur de l'installation est élevée, le nombre des planchers intermédiaires est relativement faible.

Une forte majorité (86%) des travailleurs et entrepreneurs interrogés par questionnaire trouvent que l'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques sont relativement faciles et rapides si on les compare à d'autres types d'échafaudage comme le type "Morgen" qui sont utilisés sur les gros chantiers. Ces résultats peuvent expliquer que 81% des travailleurs interrogés et 69% des entrepreneurs interrogés —en majorité (65%) des entrepreneurs généraux (menuiserie, érection de charpente) qui oeuvrent tant dans le secteur résidentiel/domiciliaire qu'industriel/commercial— utilisent

les échafaudages à cadres métalliques. Les proportions correspondantes pour ceux qui utilisent exclusivement les échafaudages à cadres sont 73% et 55%. Un entrepreneur sur deux loue des échafaudages à cadres métalliques bien que 87.5% des entrepreneurs disent posséder leurs propres équipements. Les échafaudages à cadres métalliques sont donc des équipements très utilisés.

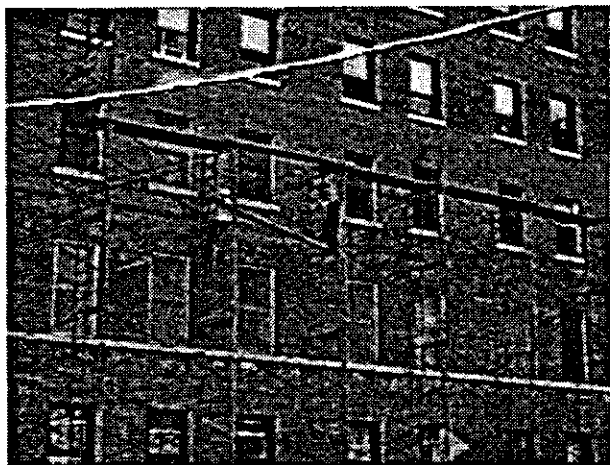


Figure 68

Transfert du plancher de travail à un niveau supérieur. Ici, le transfert du dernier madrier se fait à deux.



Figure 69

Transfert du plancher de travail à un niveau supérieur.

À titre indicatif, le temps d'assemblage de l'échafaudage de la Figure 65 qui comprend cinq sections de large par quatre sections de haut a nécessité un peu moins de 75 minutes soit, 2.5 heures-hommes. Pour cet assemblage, un engin de levage a été utilisé pour hisser toutes les composantes. Pour le démantèlement, on pourra compter environ 45 minutes soit 1.5 heures-hommes.

Le cadre fermé de 5 pi (Figure 66) est de loin le plus utilisé: 85% des travailleurs et 97% des entrepreneurs interrogés par questionnaire disent utiliser ce type lorsqu'ils travaillent avec des échafaudages à cadres. L'usage de cadres de 5' est plus fréquent que celui des cadres de 6' pour la construction domiciliaire alors que pour les chantiers industriels/commerciaux, on utilisera principalement les cadres de 6' (Figure 69). Il faut prendre note que ces résultats tiennent compte du fait que les échafaudages mobiles, beaucoup utilisés pour le revêtement d'aluminium et de plastique, sont habituellement faits avec des cadres de 5'. Par ailleurs, les cadres de 6' observés permettaient souvent l'usage de consoles ajustables en hauteur, ce qui donne la possibilité aux briqueteurs de toujours travailler à une hauteur relativement confortable. Un cric installé à chaque extrémité de la console et actionné manuellement permet de monter graduellement le plancher de travail (i.e., le plancher sur lequel le maçon se tient pour faire son travail)(Figure 70). Des consoles sans crics ou fixes sont aussi utilisées (Figure 71). Dans ce deuxième cas, les incréments de hauteur du plancher de travail correspondent au minimum à la hauteur entre deux échelons du cadre. En général, pour la construction domiciliaire, les cadres de 6' sont utilisés principalement là où on entend utiliser des consoles, autrement on utilisera des cadres de 5'. Sur ces chantiers, l'usage des consoles a été observé uniquement pour les travaux de maçonnerie.

L'un des entrepreneurs en maçonnerie utilisant des consoles ajustables en hauteur a rapporté qu'il a effectué le changement des cadres de 5' vers les cadres de 6' munis de consoles avec crics après s'être blessé au dos: le fait d'avoir un plancher dont la hauteur évolue avec celle de l'ouvrage rend maintenant son travail de maçon beaucoup moins sollicitant pour le dos. Par ailleurs, pour ajuster la hauteur du plancher de travail lorsque les consoles ne sont pas utilisées, on utilise plutôt les échelons des cadres (Figures 72 et 73). Les échelons sont toujours utilisés que ce soit pour supporter le plancher de travail (lorsque les consoles ne sont pas utilisées) ou pour supporter le plancher de stockage sur lequel le manoeuvre dépose les briques et le mortier à portée du maçon (lorsque les consoles sont utilisées).



Figure 70  
Échafaudage avec console ajustable (à cric).



Figure 71  
Échafaudage avec console fixe. Noter l'absence de croisillons du côté intérieur de l'échafaudage.

Les cadres de 6' comportent une ouverture complète et de pleine hauteur (Figure 71) qui permet au manoeuvre de circuler facilement avec des charges d'une section à l'autre de l'échafaudage. Les cadres de 6' ont toutefois le désavantage d'être significativement plus lourds que les cadres de 5' (22 kg pour le cadre de 5' vs 29 kg pour le cadre de 6') et de comporter une masse moins bien équilibrée ce qui en rend la manutention beaucoup plus difficile. De façon générale, les travailleurs rapportent qu'ils préfèrent manutentionner les cadres de 5' mais par contre, ils préfèrent travailler si possible sur un échafaudage à cadres de 6'. Les exigences du travail de manutention des échafaudages à cadres métalliques font l'objet de la section suivante de ce rapport.



Figure 72  
Échafaudage sans console (cadres de 5'). Les échelons sont utilisés pour supporter le plancher de travail. Noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage.



Figure 73  
Utilisation des échelons pour ajuster le plancher de travail, ici en pente. Noter l'absence de croisillons du côté extérieur de l'échafaudage.

L'attention que les maçons portent aux assises de l'échafaudage est en général proportionnelle à la hauteur de l'ouvrage de maçonnerie: plus on devra travailler en hauteur, plus grand sera le soin apporté aux appuis au sol bien que ce soin soit tout relatif. Les appuis précaires —sur des piles de blocs de bois ou autres objets hétéroclites— ont été observés fréquemment chez les maçons (environ 33% des cas d'installation d'échafaudage observés) et sont la règle chez les autres utilisateurs de ces

équipements (ex. poseurs de revêtement extérieur et charpentiers menuisiers). On peut donc affirmer que la qualité des assises est déficiente par rapport à ce que le Code de Sécurité pour les travaux de construction préconise dans la grande majorité des cas observés (Figures 74, 75, 76 et 77). Les vis d'ajustement ou de mise à niveau des échafaudages à cadres (Figure 75) sont utilisées uniquement par les maçons et ce, environ une fois sur deux sur les chantiers domiciliaires. On se contente souvent de déposer le cadre directement sur un bout de madrier déposé au sol ou sur un bloc de bois qui en tient lieu (Figures 76 et 77). Ces bouts de madrier ne sont presque jamais utilisés de façon adéquate (vs les longrines) par tous les corps de métier. Les vis sont souvent considérées comme des équipements supplémentaires dont il faut se soucier et qui ont tendance à se bloquer avec la boue et le mortier ce qui rend leur usage plus difficile et plus coûteux en temps. On cherche donc souvent des façons de s'en passer (Figures 74 et 76). Par contre, elles rendent la mise au niveau de l'échafaudage beaucoup plus facile. Les blocs de bois et autres objets quant à eux, sont disponibles partout sur le chantier et ce, en grand nombre et de toutes les dimensions. Les assises d'échafaudages de qualité ont été observées là où les équipements ont été installés par des travailleurs spécialisés dans ce type de travail, c'est-à-dire principalement sur les chantiers industriels/commerciaux.

Sur les chantiers domiciliaires, la verticalité des échafaudages laisse toujours à désirer sauf pour les maçons où elle est relativement bonne (80% des cas observés)(Figure 78). Enfin, à l'exception d'un seul chantier, les échafaudages observés ne sont jamais amarrés ni ancrés à la bâtisse contrairement à ce que prescrit la réglementation. On considère que les ancrages ou amarres auraient pour effet d'endommager ou de laisser des marques visibles à l'ouvrage qu'on est entrain d'accomplir. Les autres ancrages observés durant ce projet de recherche l'on été sur les quelques chantiers de type industriel/commercial visités et ce, là où la hauteur des installations d'échafaudage était importante (5 ou 6 sections de cadres de 5' de hauteur ou plus). Mais même dans ce cas, la qualité des amarrages était bonne seulement lorsque les échafaudages avaient été installés par des travailleurs spécialisés dans ce type de travail. Les amarrages inadéquats tels que ceux faits de fil de fer sont fréquents. La qualité des installations d'échafaudage faites par des travailleurs spécialisés dans ce type de travail nous est toujours apparue supérieure.

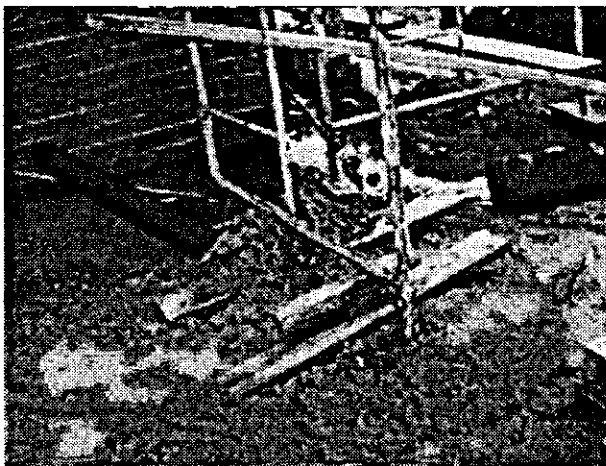


Figure 74

Assise déficiente. La membrure inférieure du cadre et non pas la patte est appuyée sur une pile d'objets.

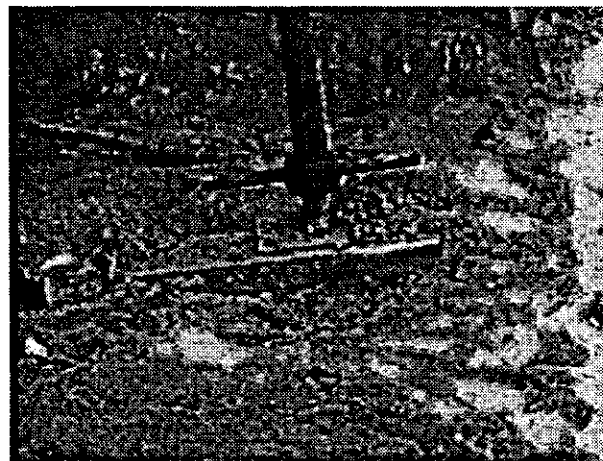


Figure 75

Assise déficiente. Vis de mise au niveau sur petit bloc de bois.

Dans une minorité de cas (environ 12%), on assemble l'échafaudage à la pleine hauteur de la bâtisse qui fera l'objet de travaux de maçonnerie avant le début des travaux (Figure 65). Dans les autres cas (88% des travailleurs et entrepreneurs interrogés par questionnaire), on assemblera l'échafaudage plus ou moins avec la progression des travaux de maçonnerie (Figure 72): on profitera du fait que les maçons travaillent sur une autre section de la bâtisse pour ajouter un ou deux étages à un échafaudage qui n'était plus assez haut pour permettre la progression des travaux. Les changements de hauteur des

planchers de travail se fait toujours de façon manuelle (95% des travailleurs et entrepreneurs interrogés par questionnaire).

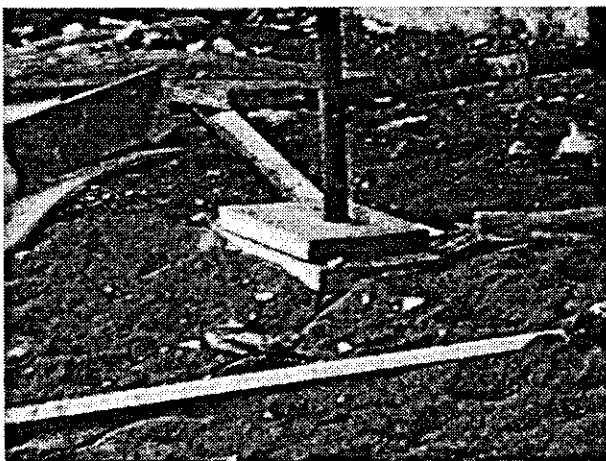


Figure 76

Assise déficiente. La patte du cadre repose directement sur des blocs de madrier.



Figure 77

Assise déficiente. La patte du cadre repose sur des pièces de madrier.



Figure 78

Verticalité déficiente d'un échafaudage à cadres de 5' utilisé pour des travaux de finition extérieure excluant la brique.

Pour le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques, la procédure est l'inverse de celle de l'assemblage. Lorsque des engins de levage sont disponibles, la charge physique est beaucoup moins importante pour ce travail. Par ailleurs, lorsque ces engins ne sont pas disponibles, le travail est complètement manuel et la tentation de laisser tomber les composantes de l'échafaudage (i.e., madriers, cadres, croisillons) du haut de l'échafaudage jusqu'au sol est alors très grande. Bien qu'interdite, cette pratique a été observée dans environ un cas sur quatre et ce, surtout pour les madriers et les croisillons beaucoup moins fragiles que les cadres. Les hauteurs de chute sont relativement faibles sur les chantiers de construction domiciliaire mais cependant, suffisantes pour endommager les équipements même légèrement. Cette pratique explique le fait que les composantes sont souvent légèrement déformées (cadres et croisillons) ce qui rend essentiel l'usage du marteau pour les travaux d'assemblage et de démantèlement des équipements d'échafaudage à cadres métalliques: les cadres déformés sont plus difficiles à emboîter et à séparer. Ces déformations permanentes peuvent également affecter l'intégrité de la structure.

Durant les travaux de maçonnerie, le maçon pose la brique alors que le manoeuvre l'approvisionne en briques et en mortier et ajuste la hauteur des planchers de travail et de stockage. Lorsqu'un échafaudage couvre toute la largeur d'un mur, on peut facilement observer quatre ou cinq maçons travaillant sur l'échafaudage. Dans trois chantiers sur quatre, les entrepreneurs en maçonnerie utilisent un échafaudage de charge sur lequel ils entreposent une palette de briques à la fois et le bac de mortier. L'échafaudage de charge est une aire d'entreposage temporaire qui supporte des masses très importantes. Cet échafaudage de charge est relié par une passerelle de madriers à l'échafaudage sur lequel les maçons travaillent (Figure 79). C'est à partir de cet échafaudage que le manoeuvre assure l'approvisionnement des maçons en briques et en mortier (Figure 80). L'échafaudage des maçons sert parfois aussi d'échafaudage de charge. Par exemple, à la Figure 81 on peut voir que le plancher sur lequel le manoeuvre se tient (travailleur de droite), est doublé pour augmenter sa capacité. On aperçoit aussi sur ce plancher une palette vide (vers la droite de la figure).

Lorsqu'un échafaudage de charge n'est pas utilisé, le manoeuvre peut se servir de l'engin de levage (type chariot élévateur) temporairement comme échafaudage de charge. Il y a alors plus de déplacements avec l'engin de levage à proximité des échafaudages. Dans le cas où aucun engin de levage n'est pas utilisé pour le transport de la brique et du mortier, le manoeuvre pourra utiliser des planchers intermédiaires comme endroits d'entreposage temporaires. Cette situation peut amener le manoeuvre à surcharger un plancher d'échafaudage afin de minimiser le nombre d'aller-retours pour le réapprovisionnement (Figure 82). Sur les échafaudages, le manoeuvre circule constamment avec des charges pour approvisionner les maçons. Par conséquent, les structures d'échafaudage sont constamment sollicitées par des vibrations de basses fréquences et des impacts. Lorsqu'interrogé concernant le nombre maximum de briques qu'un échafaudage à cadres peut supporter, un maçon a rapporté qu'il ne connaissait pas le nombre de briques mais qu'il sait quand son échafaudage "en a assez", car celui-ci ne "swing" plus de la même façon ...



Figure 79

Passerelle reliant le plancher de charge à l'échafaudage des maçons.



Figure 80

Approvisionnement des maçons en briques.

Notons qu'aucun équipement de sécurité (garde-corps, ceinture, filet, etc.) n'est utilisé durant les travaux d'installation des échafaudages et de maçonnerie. Les passerelles constituées d'un madrier unique ou au mieux, de deux madriers côte à côte reliant les balcons aux échafaudages ou reliant les échafaudages de charge aux autres échafaudages ne sont jamais munies de garde-corps (Figures 79, 80 et 83). Les croisillons (contreventement des échafaudages) sont les seules composantes qui peuvent potentiellement faire office de garde-corps lorsqu'ils sont en place. Il est intéressant de noter que lorsque les consoles ne sont pas utilisées, les échafaudages ne sont jamais assemblés à la pleine hauteur avant le début des travaux de maçonnerie. Si c'était le cas, le maçon tenterait d'enlever le croisillon qui est du côté de la bâtisse à l'endroit où il travaille parce que le croisillon serait alors une

gêne importante pour son travail. Comme il est généralement très difficile d'enlever ainsi un croisillon sur une section inférieure d'un échafaudage et éventuellement de le remettre en place (les charges mettent les croisillons sous tension de sorte qu'ils restent coincés sur leurs points d'attache), les travailleurs préfèrent plutôt faire progresser la hauteur de l'échafaudage avec celle de l'ouvrage plutôt que d'avoir à contourner constamment un croisillon. Lorsque l'échafaudage évolue avec la hauteur des travaux et des cadres de 5' sont utilisés (habituellement pas de console), il arrive très fréquemment que les croisillons ne soient pas du tout installés sur le côté extérieur de l'échafaudage (Figure 71). Par ailleurs, lorsque les consoles sont utilisées, il est fréquent que les croisillons du côté de la bâtisse soient tous omis (Figure 72). L'accès aux briques et au mortier sur le plancher de stockage (supporté par les échelons et donc directement en arrière de la console) n'est alors plus gêné par la présence du croisillon, pour le maçon qui travaille sur la console. Cette pratique particulière qui n'est pas généralisée bien que très répandue aurait été à l'origine de l'effondrement d'un échafaudage (Calavre et Galibois, 1987). Dans de plus rares cas, les croisillons ne sont pas installés du tout sur certaines sections d'un échafaudage (ni à l'avant ni du côté de la bâtisse). Un cas a même été observé où un travailleur, de toute évidence à court de croisillons, enlevait les croisillons des sections inférieures de l'échafaudage pour les installer sur les sections supérieures, là où les maçons travaillaient ... Ce cas était heureusement isolé. De façon générale, les pratiques qui consistent à enlever des croisillons ou à ne pas en installer une partie de ceux-ci parce qu'ils constituent une gêne pour le travail, diminuent la capacité portante de l'échafaudage et donc sa sécurité. Ces pratiques mettent en évidence une lacune de conception sur le plan de l'utilisation de ces équipements.

Notons que le plancher d'un échafaudage de maçon est généralement constitué de deux madriers côte à côte respectant ainsi la réglementation du Code de sécurité pour les travaux de construction. Cependant, il arrive souvent, que le plancher soit constitué d'un madrier unique. Les planchers d'échafaudage à deux ou trois épaisseurs de madriers ne sont jamais observés sauf sur les échafaudages de charge. La portée des madriers est toujours 3 m soit la portée maximale permise pour tous les types de travaux de construction légers effectués avec ces équipements. Les travaux de maçonnerie ne sont pas des travaux légers. Du point de vue de l'utilisateur, en utilisant une portée maximale, on minimise le nombre de madriers et de cadres nécessaires pour la construction de l'échafaudage de même que le temps d'assemblage et de démantèlement.



Figure 81

Échafaudage de maçon servant aussi d'échafaudage de charge.

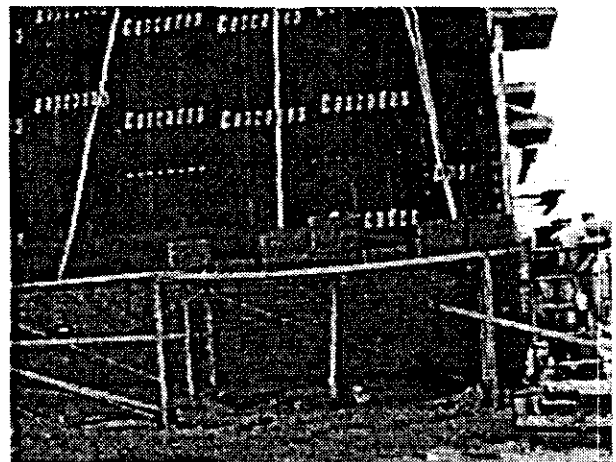


Figure 82

Plancher d'échafaudage surchargé. Un poteau est installé au centre pour empêcher le plancher de s'effondrer.

**Risques de chute de hauteur.** Lors des travaux de maçonnerie, deux types de risques de chute de hauteur prévalent, soit: les chutes à partir du plancher de travail et celles qui peuvent survenir en accédant ou en quittant le plancher de travail. Qu'il s'agisse d'un échafaudage à cadres de 5' ou de 6' avec ou sans consoles, le risque de chute à partir du plancher de travail est omniprésent pour le

manoeuvre. En effet, les garde-corps sont toujours inexistants et la largeur du plancher de travail est souvent insuffisante (madrier unique; 25 cm) pour recouvrir toute la surface intérieure délimitée par le périmètre de l'échafaudage où la circulation se fait.



Figure 83

Passerelles sans garde-corps: passerelle d'un balcon à l'autre et passerelle du balcon de droite à l'échafaudage.

En ce qui concerne les maçons, les risques de chute sont présents d'une part, lorsque le travail se fait à l'extrémité de l'échafaudage et d'autre part, lorsque le plancher de travail est au même niveau que le plancher de stockage soit environ les deux tiers du temps (avec ou sans console). Dans le premier cas, le risque vient du fait que le maçon travaille en bordure du vide, car il n'y a jamais de garde-corps aux extrémités des consoles. Aussi, il n'est pas fréquent qu'un plancher adjacent soit présent à l'extrémité de l'échafaudage puisque le travail de briquetage se fait toujours sur une face de la bâtisse à la fois (Figure 72). Dans le second cas, le risque vient du fait que le plancher de travail n'est jamais muni de garde-corps (Figure 84). Lorsque le plancher de stockage est plus haut que le plancher de travail, on peut considérer que le risque de chute est minime pour le maçon puisque son travail implique peu de déplacements et que son plancher de stockage joue jusqu'à un certain point, le rôle de garde-corps (Figures 72, 80 et 81). Cette dernière observation est vraie pour les murs le long desquels des échafaudages peuvent être installés à la pleine longueur (Figure 65) tel que les murs de côté de la bâtisse, en général. Cependant, pour les murs de façade et arrières il est habituellement impossible d'installer des échafaudages à la pleine longueur en raison de la présence des balcons et autres particularités architecturales qui empêchent leur installation normale. Les travailleurs doivent alors adopter des moyens d'échafaudage improvisés qui impliquent des risques de chute (Figures 83, 85 et 86). La Figure 86 qui montre une installation d'échafaudage à cadres le long d'une façade qui n'est pas rectiligne est éloquent à ce sujet. Tout d'abord, la colonne d'échafaudage de gauche ne comporte pas de croisillons à la mi-hauteur de la colonne (des deux côtés de l'échafaudage) non plus que du côté de la bâtisse pour la section du bas et celle du haut sur laquelle deux maçons travaillent. Ensuite, le maçon du centre en haut est agenouillé sur une passerelle appuyée en partie sur une console (du côté gauche) et sur un cadre (dont la verticalité laisse à désirer) déposé sur le bas de la pente du toit surplombant la porte d'entrée principale. Il est à noter que ce cadre n'est pas en ligne avec la colonne de gauche à cause de la forme du mur: le cadre sur le bord du toit est contreventé avec un croisillon unique du côté du mur lequel croisillon s'attache au côté extérieur de la colonne d'échafaudage de gauche. Ce type d'utilisation des équipements d'échafaudage pour le moins non orthodoxe est souvent nécessaire. Il est inutile d'insister sur la précarité de ce genre d'installation. Enfin, il est à noter que l'échafaudage ne comporte aucun garde-corps et que la passerelle sur laquelle le maçon du centre est agenouillé est à environ 4.5 m du sol (15 pi). De telles circonstances illustrent les limites de conception des échafaudages à cadres actuels pour les petits chantiers et en particulier leur manque de flexibilité pour les murs qui ne sont pas parfaitement rectilignes ou qui comportent des obstacles (ex. balcons).



Figure 84

Plancher d'échafaudage sans garde-corps. Noter l'utilisation des consoles pour élargir le plancher de travail et l'absence de croisillons sur le côté extérieur de l'échafaudage.

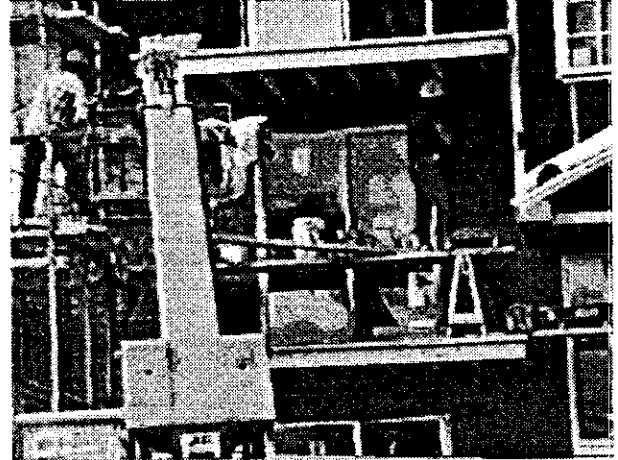


Figure 85

Échafaudages de fortune sur un mur de façade. Le balcon empêche l'installation normale des échafaudages à cadres. À noter la passerelle (un madrier) qui relie l'échafaudage sur tréteaux à l'échafaudage de gauche.



Figure 86

Installation d'échafaudage à cadres peu orthodoxe sur un mur non rectiligne. (tiré de La Presse, Montréal, samedi 9 juillet 1994, page C-3).

Concernant le risque de chute de hauteur en quittant ou en accédant au plancher de travail, on doit souligner d'une part, que les travailleurs utilisent presque toujours les échelons des cadres pour monter ou descendre du plancher de travail (71% des travailleurs et entrepreneurs interrogés par questionnaire)(Figure 87). Ces éléments sont loin d'offrir la sécurité d'un escalier ou celle d'une échelle (en autant que celle-ci soit bien stabilisée). En effet, l'espacement entre les barreaux d'une échelle est souvent moindre que celui des échelons d'un cadre et toujours constant ce qui n'est pas toujours le cas des cadres métalliques (i.e., transition entre deux cadres)(Figure 88). Sous ces deux aspects, les cadres d'échafaudage de la Figure 87 apparaissent mieux conçus que ceux de la Figure 88: l'espacement entre les échelons est plus petit et constant sur toute la hauteur de l'échafaudage. Aussi, le

plan d'ascension d'une échelle est toujours légèrement incliné contrairement à celui des cadres qui est vertical.

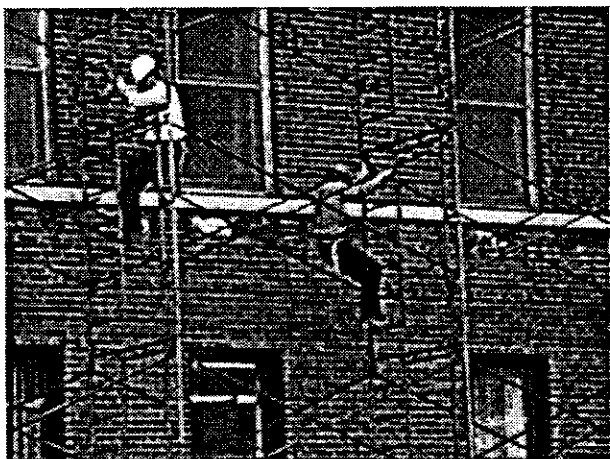


Figure 87  
Accès à l'échafaudage par les échelons.

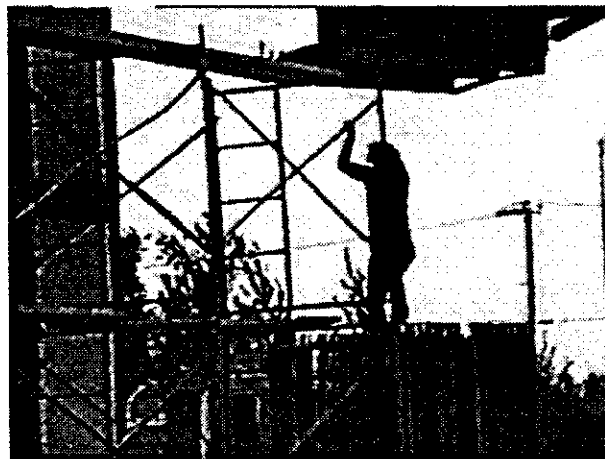


Figure 88  
Accès à l'échafaudage par les croisillons. Noter que certains croisillons sont déformés.

D'autre part, le passage des échelons au plancher et vice-versa demande d'adopter une posture légèrement acrobatique en raison du dépassement des madriers (du plancher auquel on veut accéder) au-delà du cadre sur lequel on grimpe. Ces madriers constituent un obstacle qu'il faut contourner alors qu'on est entrain de grimper par les échelons. Pour éviter ce problème, les travailleurs ont souvent accès au plancher de l'échafaudage par les croisillons lesquels ne sont pas du tout conçus pour cette fonction (Figures 67 et 88).

L'étude de Martinez (1993) met en évidence un nombre élevé de chutes associées aux accès par les éléments de structure plutôt que par des moyens d'accès normaux soit parce que ces derniers sont absents ou pour éviter un détour. L'étude du Bureau of Labor (1980) rapporte que 25% des accidents impliquant les échafaudages sont associés à l'accès à ces équipements. Selon cette étude, 93% des accidents impliquant les échafaudages sont associés à des échafaudages de type à cadres ce qui fait qu'un peu plus de 23% des accidents impliquant les échafaudages sont associés aux accès aux échafaudages de type à cadres.

Lors des travaux d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres métalliques, les risques de chute de hauteur sont omniprésents pour l'assembleur puisque celui-ci n'est jamais attaché (bien qu'il porte souvent une ceinture munie d'un harnais; seul le câble d'amarrage est manquant ...), les garde-corps ne sont jamais utilisés et le plancher de travail est relativement étroit puisque le nombre des madriers qui le constituent est réduit au minimum en raison du travail physique accru et donc de la fatigue que la manutention de madriers supplémentaires représente. Comme le plancher de travail ne couvre jamais complètement la pleine largeur des cadres d'échafaudage durant ces travaux, l'installation et l'enlèvement des croisillons se font donc au-dessus du vide. Lorsque les engins de levage ne sont pas utilisés, le transfert des composantes d'un travailleur à l'autre s'effectue toujours en bordure du vide et très souvent l'assembleur doit utiliser ses deux mains pour recevoir les composantes (ex. lorsque le câble est utilisé) ce qui implique qu'en cas de perte d'équilibre, il ne peut se retenir. Les risques de chute sont particulièrement importants lorsque l'assembleur transfère le madrier qui lui sert de plancher de travail à la section supérieure (ou inférieure) de l'échafaudage qu'il vient d'assembler (ou de démanteler). Le madrier qu'il transfère ainsi lui servira de plancher de travail pour l'assemblage de la section subséquente. Pendant ce transfert, l'assembleur doit travailler à partir des échelons des cadres soit dans des postures très précaires. La ceinture de sécurité constitue un obstacle majeur durant ce type de travail puisqu'il faut se détacher et se rattacher à tous les changements de section soit tous

les 3 m pour la pose des croisillons et les transferts de madriers. De plus, la ceinture est très gênante durant les transports de cadres métalliques étant donné la faible largeur du plancher de travail.

**Risques de chute de plain-pied.** Les risques de chute de plain-pied peuvent survenir lorsqu'un travailleur passe d'une section d'échafaudage à une section voisine en circulant, c'est-à-dire là où les madriers de deux sections d'échafaudage se rencontrent. En effet, à cet endroit, les madriers se chevauchent de sorte que le plancher présente une différence de niveau d'environ  $\pm 51$  mm (épaisseur standard d'un madrier) sur laquelle il est possible de trébucher (Figures 69 et 80). La conception même de l'échafaudage peut être la source de chutes de plain-pied. Par exemple, la Figure 88 montre que la membrure inférieure du cadre crée un obstacle au niveau du plancher sur lequel le travailleur peut trébucher en se déplaçant. Ce risque est présent tant pour les travaux d'assemblage et de démantèlement des échafaudages que lors des travaux de maçonnerie. Il y a aussi risque de chute de plain-pied lorsque le travailleur circule sur le plancher supportant les briques et le mortier. En principe, le madrier (plancher) sur lequel le maçon oeuvre est libre d'objet mais ce n'est pas toujours le cas, ce qui implique des risques additionnels de chute. Enfin, les passerelles et échafaudages improvisés impliquent toujours un plus grand risque de chute de plain-pied à cause des pentes, dénivellations et instabilités qu'ils impliquent. Le manoeuvre est celui qui circule le plus souvent dans l'échafaudage, il est donc celui qui est le plus susceptible de trébucher sur des obstacles.

Les terrains mous, accidentés et encombrés sont la règle sur les chantiers de construction de sorte que les risques de chute de plain-pied prédominent largement pour le travailleur au sol qui manipule les composantes d'échafaudages lors des travaux d'assemblage et de démantèlement des équipements sans engin de levage, en raison de ses nombreux déplacements.

**Risques d'effondrement du plancher de travail.** Les risques associés à l'effondrement du plancher de travail peuvent survenir de plusieurs façons durant les travaux de maçonnerie et lors de l'assemblage et du démantèlement des échafaudages. Premièrement, un madrier constituant le plancher de travail ou de circulation peut se déplacer suite à un impact (ex. par un engin de levage) ou en raison de l'effet cumulé ou additif des vibrations de basse fréquence subies par le plancher (le madrier subit des micro-déplacements): les madriers ne sont jamais fixés d'aucune façon sur les échafaudages, ils sont simplement déposés. Il est courant de voir un madrier servant de passerelle dont la distance entre les appuis est de plus de 3 m ce qui laisse peu de marge de sécurité en cas de glissement du madrier. Il est également courant de voir des travailleurs se déplacer ou travailler sur des madriers en pente. Dans ces cas, si la pente est trop forte le madrier peut glisser sur ses appuis. Selon le Bureau of Labor, 16% des accidents impliquant des échafaudages sont associés à un madrier qui a glissé.

Le dépôt d'une charge qui crée des efforts plus élevés que la capacité portante des madriers utilisés comme plancher peut aussi créer un effondrement. Dans la dernière partie de ce rapport, on traite spécifiquement de la capacité portante des cadres d'échafaudage. Aussi, il peut y avoir effondrement du plancher de travail suite à la rupture ou en raison de l'absence d'un élément constituant la structure de l'échafaudage (ex. un croisillon). Le basculement de l'ensemble de l'échafaudage en raison d'appuis précaires (ex. piles de blocs de bois et de briques) ou d'absence d'amarrages est également possible particulièrement suite à un impact. Enfin, les "bananes" ou dispositifs qui servent à empêcher les cadres superposés de se séparer ne sont jamais utilisés sur les chantiers domiciliaires sauf chez les maçons où ils sont utilisés 1 fois sur 3. Un effondrement du sol sous une extrémité de l'échafaudage par exemple, peut potentiellement séparer les cadres de deux étages et provoquer l'effondrement de la structure. Les travailleurs se fient généralement à l'aspect des madriers durant leur chargement pour savoir si la charge est suffisante ou excessive sur les échafaudages. Les travailleurs et entrepreneurs interrogés par questionnaire rapportent aussi se fier à la qualité des assises (54% des cas) et au type de cadre utilisé (28% des cas). Le comportement des échafaudages sous l'effet de lourdes charges est donc évalué visuellement et tel que mentionné précédemment, selon une perception générale lorsqu'on s'y déplace, soit des modes d'évaluation de leur capacité portante normalement considérés comme imprécis et peu fiables. Une proportion de 60% des travailleurs et entrepreneurs interrogés déclarent

que les matériaux comme la brique ont des emplacements réservés sur les planchers d'échafaudages de sorte que la façon de les charger est relativement constante d'un chantier à l'autre.

**Risques associés à une posture travail défavorable ou contraignante.** Lors du briquetage et lorsque les consoles ne sont pas utilisées, la posture du maçon est en extension durant environ 50% du temps de pose de la brique et en flexion durant environ 50% du temps de saisie de la brique. Dans de telles conditions, le travail de pose pour un étage donné de l'échafaudage commence souvent en posture relativement droite (Figure 72) et se termine dans des postures extrêmes (Figure 84). En effet, lorsqu'un étage d'échafaudage est ajouté, c'est parce que la hauteur de l'ouvrage par rapport au plancher était telle qu'il n'était plus possible de continuer à poser des briques. La posture était en extension pour la pose de la brique (à bout de bras) et en flexion importante pour la saisie de la brique parce que le plancher de stockage était au même niveau que le plancher de travail (Figure 84). Suite à l'ajout d'un étage d'échafaudage, le briqueteur ajuste son plancher de travail à la mi-hauteur de cet étage en utilisant les échelons: les échelons servent toujours à supporter le plancher de travail lorsque les consoles ne sont pas utilisées (Figures 72 et 73). Il installe alors son plancher de stockage sur le dessus du cadre soit le seul endroit où il peut l'installer. En effet, le côté extérieur du cadre vis-à-vis la zone du plancher de stockage ne comporte pas d'échelon mais plutôt l'ouverture qui permet de circuler dans l'échafaudage. Suite à l'ajout d'un étage à l'échafaudage, l'installation et la posture de travail sont alors exactement ce qu'on observe à la Figure 72. Le maçon posera de la brique à partir de cette position de plancher de travail. Lorsque la hauteur de l'ouvrage sera telle que les briques sont posées à bout bras, il relèvera son plancher de travail au même niveau que celui du plancher de stockage soit sur le dessus du cadre: le plancher de stockage est toujours sur le dessus du cadre le plus haut (Figures 72 et 73). À ce moment, il devra se pencher pour saisir les briques au niveau de son plancher de travail et les posera à la hauteur de la ceinture soit une hauteur de pose confortable. Il continuera ainsi à poser la brique jusqu'à ce qu'il soit à bout de bras soit jusqu'à ce qu'un nouvel étage d'échafaudage soit nécessaire. Ainsi, lorsque les consoles ne sont pas utilisées, la posture de travail est confortable uniquement suite à l'ajout d'un étage d'échafaudage. À ce moment, qui dure l'espace de trois ou quatre rangées de briques, les briques sont saisies d'un côté à une hauteur confortable et posées de l'autre côté à peu près à la même hauteur (Figure 72). Le reste du temps, la saisie des briques et du mortier implique une flexion du tronc alors que la pose implique que le travail se fait de plus en plus à bout de bras.

Par ailleurs, l'usage des consoles permet d'ajuster la hauteur du plancher de travail par incréments plus fins et ainsi d'assurer une posture de travail plus droite pendant le briquetage. La partie des cadres d'échafaudage qui comporte des échelons est toujours située derrière le maçon lorsque les consoles sont utilisées et sert à supporter le plancher de stockage et à en assurer l'ajustement en hauteur (Figure 89). Les paquets de brique apportés par le manoeuvre peuvent donc toujours être placés à un niveau plus élevé que celui du plancher de travail (la console). La différence de hauteur entre les deux planchers équivaut normalement à peu près à la différence entre un ou deux échelons sur un cadre métallique soit 30 à 60 cm. Le maçon saisit donc les briques derrière lui en posture légèrement penchée ou droite selon la hauteur relative de son plancher de travail par rapport au plancher de stockage. Ainsi, lorsque son plancher de travail est au niveau du sol (i.e., au bas du mur), le maçon se penche et se lève constamment dépendant de la hauteur du mur de fondations par rapport au sol. Mais, au fur et à mesure que l'ouvrage avance, la posture devient plus droite puisqu'alors, il est possible d'ajuster la position du plancher de stockage pour qu'il suive de plus près la position du plancher du maçon. Cependant, dans la pratique il arrive souvent que le plancher de stockage ne soit pas ajusté en hauteur aussi souvent qu'il serait possible de le faire de sorte que même lorsque la console est utilisée adéquatement pour ajuster la hauteur de la pose, le tronc fléchi demeure la règle pour la saisie des briques (Figure 90). Ceci est fort probablement dû en partie au fait que les manoeuvres ont tendance à surcharger les planchers de stockage pour éviter que le maçon manque de matériel de sorte que l'ajustement en hauteur du plancher de stockage nécessite le déplacement d'une quantité importante de briques et de mortier. Aussi, le simple fait de déplacer un plancher de stockage à un échelon supérieur est en soi une tâche relativement exigeante qu'on évite d'effectuer trop souvent.

La tâche du manoeuvre est particulièrement difficile lorsqu'un engin de levage n'est pas utilisé, car il doit monter le mortier et la brique manuellement. Ces transports de charge se font dans des échelles ou sur des passerelles. Le manoeuvre doit aussi se pencher fréquemment pour saisir et déposer les briques, pour pelleter le mortier dans des seaux ou sur les points de dépôt sur les planchers de stockage et pour passer d'une section d'échafaudage de 5' à l'autre (membrure supérieure relativement basse impliquant qu'il faut se pencher). Ces postures sont la règle et elles sont adoptées sur des planchers peu stables et souvent étroits.

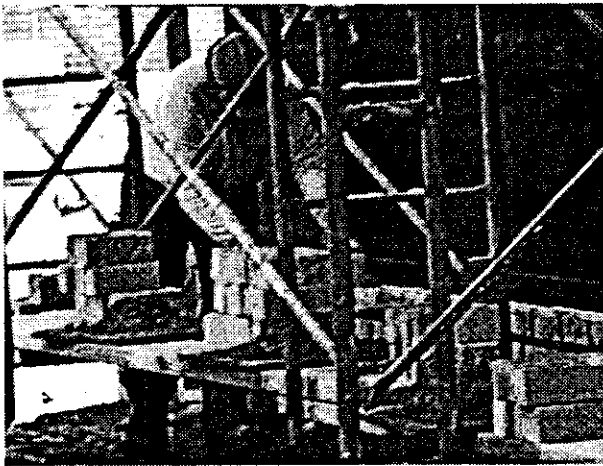


Figure 89

Posture penchée durant la pose de la brique au bas du mur.

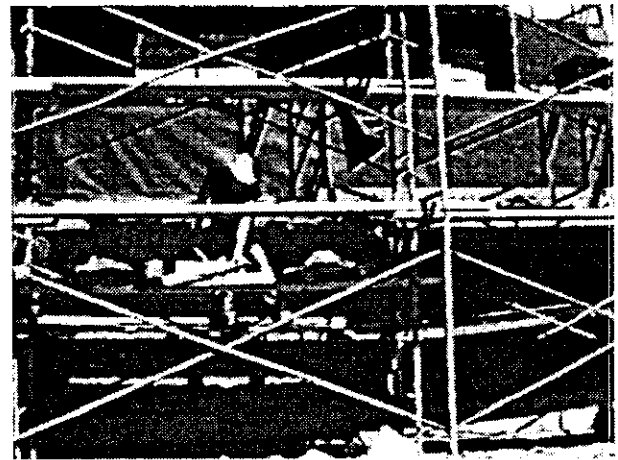


Figure 90

Posture penchée durant la pose de la brique. Le plancher de stockage ainsi que le plancher de travail pourraient être plus hauts ce qui favoriserait une posture plus droite.

L'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques, implique des postures de travail extrêmes et fréquentes tant pour l'assembleur que pour le travailleur au sol lorsqu'un engin de levage n'est pas utilisé. Rappelons que 80% des travailleurs interrogés par questionnaire et 81% des entrepreneurs considèrent que les cadres et les madriers sont difficiles à manipuler. Ce résultat ne provient pas uniquement du poids des madriers mais de leur longueur étant donné les conditions dans lesquelles ils sont manutentionnés. Lorsqu'interrogés quant aux améliorations possibles de ce type d'échafaudage, 51% des travailleurs préconisent l'élimination des madriers et 33% l'allégement des composantes. Le travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages consiste essentiellement en une répétition des mêmes mouvements et postures pour les deux travailleurs. Ces mouvements impliquent le transport, le lever et le baisser de chacune des composantes —cadre, madrier, croisillon—. Ces opérations de manutention se font en hauteur dans le cas de l'assembleur et ce, sur un plancher relativement étroit (deux madriers de large, parfois un seul). De plus, le fait que les madriers n'aient pas tous la même rigidité implique que les déplacements, particulièrement avec charge, sur un plancher constitué de deux madriers de largeur requièrent une attention particulière pour ne pas perdre l'équilibre: le pied gauche et le pied droit ne descendent jamais exactement de la même hauteur lorsque leur madrier respectif fléchit sous le poids du travailleur qui se déplace. C'est particulièrement le cas lorsque les cadres de 6', dont la masse est mal équilibrée, sont transportés en hauteur. Ces conditions expliquent souvent que les travailleurs préfèrent n'utiliser qu'un seul madrier pour se déplacer bien que cette pratique aille à l'encontre de ce que le Code de sécurité prescrit. L'étude de l'INRS (1985) montre que 44% des accidents associés à l'usage d'un échafaudage sont dus à la perte d'équilibre. Lors des travaux d'assemblage, la saisie des composantes par l'assembleur se fait typiquement au-dessus du vide avec une posture qui comprend une flexion accentuée du tronc sans point de retenue puisque les deux mains doivent être utilisées en raison du poids élevé des cadres et des madriers. Les exigences physiques de ce travail font l'objet de la section suivante de ce rapport. Notons pour le moment que ce travail est fatigant physiquement de sorte qu'une diminution de la

coordination musculaire durant ce travail est possible. Dans ces conditions, les risques de blessure musculosquelettiques et les chutes sont accrus.

Risque associé à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs. Les risques associés à la manutention de charges potentiellement excessives se retrouvent principalement dans le travail du manoeuvre et lors du travail d'assemblage et de démantèlement des équipements d'échafaudage. Tel que décrit plus haut, le manoeuvre doit manutentionner manuellement le mortier et la brique. Ces manutentions sont accrues lorsqu'aucun engin de levage est utilisé durant les travaux de maçonnerie. Les charges impliquées n'ont pas été mesurées cependant elles sont importantes, fréquentes et manutentionnées dans des conditions relativement précaires (ex. en hauteur, sur des planchers instables, dans des postures extrêmes, etc.).

Durant les travaux d'assemblage et de démantèlement des équipements d'échafaudage, les risques d'effort potentiellement excessifs sont omniprésents en raison du poids élevé des cadres et des madriers, du fait qu'ils sont encombrants et des mauvaises conditions dans lesquelles leur manutention se fait. Cependant, une situation typique présentant des risques d'efforts potentiellement excessifs et qui constitue un des inconvénients majeurs lors du démantèlement des échafaudages à cadres est le fait que très souvent les cadres restent coincés les uns dans les autres en raison du fait qu'ils sont déformés ou qu'ils comportent des résidus de ciment, de mortier ou de boue. Lors du démantèlement de ce type d'échafaudage, le travailleur tentera normalement de séparer un cadre de sa base en le levant. Si le cadre ne bouge pas (i.e., il est coincé), le travailleur tentera de le soulever en donnant un coup sec afin de le déloger. Si le cadre résiste, ce qui est fréquent, alors le travailleur peut se blesser. Lorsque le cadre ne bouge pas, le travailleur essaiera probablement un autre coup avec plus d'ardeur et si la manoeuvre n'est pas un succès alors il utilisera le marteau. Le marteau est aussi utilisé pour débloquer les croisillons. Cet outil est une nécessité lors du démantèlement d'échafaudages à cadres métalliques. L'étude de Bourdouxhe, Champoux et Mercier (1987) établit un lien entre le montage et le démontage d'installations temporaires telles que les échafaudages et les accidents par efforts excessifs. Les résultats présentés ici et à la section suivante explicitent les origines de ce lien.

Le Tableau 16 donne une description sommaire des principales situations à risque selon le type de risque lors de la pose de la brique et lors de l'assemblage et du démantèlement des échafaudages à cadres. Le Tableau 17 donne une estimation de la proportion moyenne de la durée de ce groupe de tâches durant lequel les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque. Pour ces estimations, on suppose que des consoles ne sont pas utilisées, qu'il y a en moyenne un manoeuvre pour quatre maçons et qu'un engin de levage est utilisé pour hisser la brique et le mortier sur l'échafaudage de même que lors de l'installation et du démantèlement des échafaudages.

Tel que décrit plus haut, les risques de chute de hauteur sont présents pour tous les travailleurs impliqués durant la pose de la brique au-delà d'une hauteur de 1.5 m (5 pi) du sol puisque des échafaudages doivent alors être utilisés. Dans les estimations, on a supposé que les maçons ne sont pas exposés aux chutes tant que le plancher de stockage est situé plus haut que le plancher de travail soit environ 50% du temps. De plus, on a supposé que les maçons sont exposés aux chutes dès qu'ils travaillent à moins de 1 m de l'extrémité de l'échafaudage (qui donne généralement sur le vide). En ce qui concerne l'assemblage et le démantèlement des échafaudages, les chutes de hauteur sont omniprésentes pour l'assembleur uniquement. Ce travail représente environ 5% de la durée totale du groupe de tâches de sorte que sa contribution aux durées d'exposition est négligeable. Lorsque des consoles ajustables en hauteur sont utilisées correctement, le risque de chute de hauteur est réduit d'environ 10 à 15%.

En ce qui concerne les risques de chute de plain-pied, le manoeuvre est constamment exposé alors que les maçons le sont beaucoup moins puisqu'ils se déplacent relativement peu durant leur travail. Une proportion moyenne de 30% pour tous les travailleurs est donc obtenue.

Pour les risques d'effondrement, on estime que dans 20% des cas, un madrier ou une installation pourrait vraisemblablement glisser ou basculer. Par ailleurs, si on considère que l'absence de croisillons sur certaines parties de l'échafaudage représente en soi un risque d'effondrement, alors la proportion passe à 80%.

En ce qui concerne les postures de travail, elles sont défavorables (i.e., flexions ou extensions répétées du tronc) pour les maçons un peu plus des deux tiers du temps lorsque les consoles ajustables ne sont pas utilisées: ou les briques sont trop basses ou elles sont trop hautes. Lorsque les consoles ajustables sont correctement utilisées, les extensions et flexions du tronc peuvent être pratiquement éliminées. L'estimation ne tient pas compte du mouvement de torsion du tronc que le maçon doit faire pour saisir chaque brique derrière lui. Si on suppose que ce mouvement de torsion est indésirable alors la proportion monte à plus de 90% du temps. Les mauvaises postures sont également très fréquentes pour les manoeuvres. Enfin, les risques associés aux efforts excessifs le sont surtout pour les manoeuvres, soit environ 50% du temps travaillé.

**Tableau 16**

Principales situations à risque selon le type de risque et selon la nature des tâches associées à l'installation des échafaudages à cadres et à la pose de la brique

| Installation des échafaudages à cadres et pose de la brique   | Type de risque                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Chutes de hauteur                                                                                                                                                                                                                | Chutes de plain-pied                                                                                                                                                                                                                               | Effondrement                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mauvaise posture                                                                      | Efforts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Assembler et démanteler les échafaudages à cadres métalliques | Tout au long de l'assemblage et du démantèlement pour le ou les assembleur(s): circulation en bordure du vide avec et sans charge, réception des composantes en bordure du vide, plancher de travail constitué d'un seul madrier | Terrains accidentés et encombrés (travailleur au sol)<br><br>Madrier en pente (assembleur)<br><br>Inégalité du plancher de travail dû au chevauchement des madriers entre les sections d'échafaudage<br><br>Déplacements sur des planchers étroits | Glissement du madrier servant de plancher de travail pour l'assembleur<br><br>Croisillons manquants<br><br>Absence d'amarrage et de "bananes"<br><br>Mauvaises assises<br><br>Échafaudage endommagé<br><br>Bris ou déplacement des madriers ou de l'échafaudage par l'engin de levage | Tout au long de l'assemblage et du démantèlement pour tous les travailleurs impliqués | Tout au long de l'assemblage et du démantèlement en raison de la manutention de composantes lourdes et encombrantes (cadres métalliques, madriers) dans des conditions de manutention précaires et au coincement des cadres les uns dans les autres lors du démantèlement<br><br>Les efforts sont toujours combinés à des postures défavorables |

**Tableau 16 (suite)**

| Installation des échafaudages à cadres et pose de la brique | Type de risque                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | Chutes de hauteur                                                                                                                                                                                                                                                      | Chutes de plain-pied                                                                                                                                                                                                                                             | Effondrement                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mauvaise posture                                                                                                                                                                                                                                      | Efforts                                                                                                                                   |
| Poser la brique et transporter la brique et le mortier      | <p>Travail et circulation constamment en bordure du vide, particulièrement pour les manoeuvres</p> <p>Accéder ou quitter le plancher de travail pour tous les travailleurs</p> <p>Transport mécanisé: impact de l'engin de levage ("teleporter") sur l'échafaudage</p> | <p>Inégalité du plancher de travail dû au chevauchement des madriers entre les sections d'échafaudage</p> <p>Déplacements sur des planchers étroits et encombrés de piles de briques et de mortier</p> <p>Déplacements et travail sur des planchers en pente</p> | <p>Surcharge des madriers</p> <p>Croisillons manquants</p> <p>Absence d'amarrage et de "bananes"</p> <p>Mauvaises assises</p> <p>Échafaudage endommagé</p> <p>Bris ou déplacement des madriers ou de l'échafaudage par l'engin de levage</p> <p>Impacts répétés (vibrations de basse fréquence) dus aux déplacements</p> | <p>Postures extrêmes lors de la pose de la brique lorsque les consoles ajustables ne sont pas utilisées</p> <p>Tout au long de la manutention de la brique et du mortier par le manoeuvre particulièrement lorsque cette manutention est manuelle</p> | <p>Tout au long de la manutention de la brique et du mortier par le manoeuvre particulièrement lorsque cette manutention est manuelle</p> |

**Tableau 17**

Estimation de la proportion de la durée de l'installation des échafaudages à cadres et de la pose de la brique durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 65                                                        |
| Chute de plain-pied                  | 30                                                        |
| Effondrement du plancher de travail  | 20                                                        |
| Posture défavorable ou contraignante | 70                                                        |
| Effort excessif                      | 15                                                        |

**Prévention des risques.** Sur le plan théorique, une façon de prévenir les chutes de hauteur durant les travaux d'installation d'échafaudage et de maçonnerie consisterait à offrir systématiquement des garde-corps sur les échafaudages ainsi que des moyens d'accès appropriés tels que des échelles. Pour limiter les chutes d'objets, les garde-corps devraient être munis de plinthes sur la partie extérieure de l'échafaudage. Il faudrait aussi, en théorie du moins, utiliser des planchers pleine largeur afin d'éviter les chutes à l'intérieur de l'enceinte de l'échafaudage lors de leur assemblage et de leur démantèlement. Dans la pratique, les garde-corps ne sont pas utilisés parce que leur installation nécessite du temps et des manutentions supplémentaires non négligeables aux yeux des travailleurs et entrepreneurs. Dans le secteur domiciliaire, la compétition est très intense. De plus, toutes proportions gardées la durée des travaux au même endroit est très courte (l'ouvrage évolue rapidement) si on la compare à d'autres types de chantiers. Il n'apparaît donc pas rentable d'investir temps et équipement pour installer un garde-

corps là où somme toute, le travailleur passera peu de temps. Dans un tel contexte, toute perte de temps doit être éliminée. Aussi, les équipements disponibles ne sont pas toujours adaptés aux particularités nombreuses des chantiers domiciliaires de sorte que l'installation rapide d'un garde-corps efficace relève souvent du casse-tête (ex. garde-corps pour une passerelle reliant un balcon à un échafaudage à cadres? (Figures 81, 83 et 84); ou un échafaudage de charge dépourvu de garde-corps à un échafaudage de maçon?; ou sur un balcon? (Figure 85)). Enfin, les garde-corps constitueraient un obstacle potentiel supplémentaire à la circulation et aux tâches d'approvisionnement du manoeuvre (ex. sur un échafaudage de charge?).

Des échelles sont souvent utilisées comme moyen d'accès aux échafaudages bien qu'elles ne le soient pas assez compte tenu de la piètre qualité des moyens d'accès offerts par les échafaudages à cadres. Cependant, les échelles représentent des équipements supplémentaires qui peuvent gêner le mouvement de l'engin de levage et la circulation des personnes durant les travaux. En ce sens, un échafaudage incluant un moyen d'accès adéquat serait préférable à l'usage d'une échelle.

En principe, le fait d'utiliser des planchers d'échafaudage pleine largeur permettrait certainement de rendre les travaux d'installation et de démantèlement plus sécuritaires. Par exemple, la simple pose des croisillons se ferait alors en bordure du vide et non au-dessus du vide. Aussi, un plancher pleine largeur offre plus de chances au travailleur de se reprendre en cas de perte d'équilibre. Un plancher pleine largeur permet aussi de minimiser les risques de déplacement latéral des madriers. Cependant, l'utilisation d'un plancher pleine largeur n'est pas réaliste particulièrement lorsque les engins de levage ne sont pas disponibles lors de ces travaux, en raison des exigences physiques élevées associés à la manutention des madriers supplémentaires qu'ils nécessitent. Aussi, l'usage de planchers pleine largeur nécessiterait un inventaire considérable de madriers dans lequel les entrepreneurs ne sont probablement pas prêts à investir à moins qu'on trouve une façon nouvelle qui soit rapide pour transférer un plancher pleine largeur d'un étage d'échafaudage à l'autre: avec les techniques actuelles, un plancher pleine largeur représente trois fois plus de travail physique. L'usage des planchers dits "préfabriqués" plutôt que les madriers permet d'offrir un plancher pleine largeur avec la moitié des composantes. Ces planchers sont constitués à toutes fins pratiques d'une échelle d'aluminium couchée sur laquelle on aurait fixé une feuille de contre-plaqué. Ces planchers ont une largeur qui équivaut à peu près à deux madriers mis côte-à-côte. Ces planchers ont une rigidité constante ce qui est un avantage considérable par rapport aux madriers lors des déplacements de personne avec ou sans charge. De plus, ces planchers sont munis de crochets qui leur permettent de se fixer aux membrures des cadres d'échafaudage. Ainsi, ils ne peuvent glisser sur leurs points d'appui et ne créent pas de dénivellation au niveau du plancher de travail (ils ne se chevauchent pas comme les madriers).

De façon générale, les travailleurs n'aiment pas les planchers préfabriqués car chaque section est beaucoup plus lourde qu'un madrier ce qui les rend très difficiles à manutentionner même lorsque des engins de levage sont utilisés pour les hisser (les sections de plancher doivent tout de même être transportées manuellement sur une certaine distance et installés manuellement). De plus, les crochets dont les extrémités de ces planchers sont munies les rendent plus difficile à manipuler: lors du transfert du plancher à un étage d'échafaudage supérieur, on ne peut faire glisser les sections de plancher préfabriquées les unes sur les autres sans devoir au préalable les soulever au complet, ce qui représente un effort considérable étant donné leur poids élevé et la posture dans laquelle l'effort doit être exercé. La Figure 91 montre un travailleur en train de démanteler un échafaudage utilisant des planchers préfabriqués. Pour pouvoir enlever la section de plancher au-dessus de sa tête (les cadres ont une hauteur de 6' ou 1.83 m), il doit la soulever au complet pour désengager les crochets à chaque extrémité. Ensuite, il la descendra à une hauteur convenable pour la transporter sur une distance d'environ 6 m pour enfin la descendre au niveau du sol au moyen d'un câble. Cette manutention se déroule sur un plancher d'une largeur de deux madriers situé à environ 6 m du sol. Le travailleur n'est pas attaché et il n'y a pas de garde-corps sur l'échafaudage. Dans ces conditions, deux madriers sont beaucoup plus faciles à manutentionner. Ces raisons expliquent la faible popularité des planchers préfabriqués lesquels ne sont utilisés que par environ 15% des entrepreneurs interrogés par questionnaire.

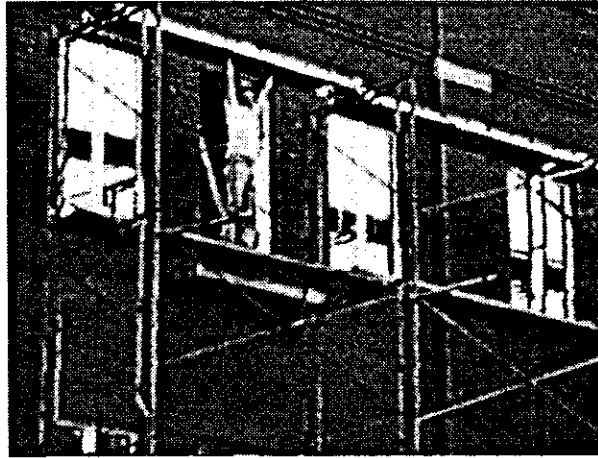


Figure 91  
Soulèvement d'une section de plancher préfabriqué pour l'enlever.

L'utilisation d'équipements de sécurité tels que les ceintures ou les filets pour limiter les chutes de hauteur apparaît peu réaliste. D'abord, la ceinture doit être fixée quelque part sur le bâtiment, ce qui n'est pas toujours évident. En effet, il semble que d'un point de vue de facilité et de rapidité d'utilisation les dispositifs d'ancrage disponibles ne sont pas toujours adéquats en regard des caractéristiques des chantiers domiciliaires. Aussi, le simple fait d'aller ancrer le câble sur lequel la ceinture viendrait à son tour se fixer présenterait en soi des risques de chute de hauteur dans bien des cas. Enfin, l'espace de travail étant habituellement restreint, le câble de la ceinture pourrait constituer une gêne importante durant le travail et même représenter un risque de chute de plain-pied pour un travailleur voisin. En ce qui concerne le filet de sécurité, son installation autour d'un échafaudage demanderait du temps supplémentaire que les travailleurs ne sont pas prêts à investir, car de toute façon une telle installation serait problématique (Figure 85). Un filet constituerait une gêne importante à l'approvisionnement des matériaux. De plus, la chute d'un travailleur ou d'une charge importante dans un filet installé à l'extérieur de l'échafaudage et fixé à même sa structure pourrait provoquer un renversement de l'échafaudage. Pour prévenir ce genre d'événement, il faudrait amarrer l'échafaudage au bâtiment ce qui ne se fait jamais parce que les maçons évitent de percer leur ouvrage. De plus, l'utilisation de ces filets et ceintures auraient pour effet d'augmenter le nombre et la variété des équipements nécessaires aux travaux de maçonnerie ce qui compliquerait encore un peu plus le travail.

Durant le travail d'assemblage et de démantèlement des équipements d'échafaudage les moyens de protection de chute de hauteur utilisables en théorie seraient les ceintures de sécurité. Cependant, encore ici il faudrait concevoir des systèmes d'amarrage au bâtiment qui soient très particuliers et bien adaptés au contexte de la construction domiciliaire. De plus, ces équipements devraient nécessiter un temps négligeable pour leur installation et ne pas constituer une gêne durant le déroulement des travaux. Si ces critères de base ne sont pas rencontrés, comme c'est le cas avec la plupart des équipements de sécurité disponibles à l'heure actuelle, alors il est peu probable que les travailleurs les adoptent (ex. Figure 87) même s'ils y sont forcés. De toute évidence, une réflexion approfondie sur ce sujet est nécessaire.

Une façon de prévenir les risques d'effondrement décrits plus haut, consisterait à se conformer aux exigences du Code de sécurité pour les travaux de construction du Québec. Entre autres, un bon amarrage latéral de l'échafaudage le long du mur qui lui fait face, des assises solides, la pose de croisillons sur chaque face et à chaque étage de l'échafaudage, une bonne verticalité de la structure, l'utilisation de composantes d'échafaudage non altérées et le respect des charges maximales. Un échafaudage bien entretenu, non surchargé, verticalement d'aplomb, contreventé sur chaque face, bien amarré à l'édifice et reposant sur des assises solides et stables sera à l'épreuve d'un bon nombre de risques d'effondrement. Tel que décrit plus haut cependant, le fait de respecter le code entraînerait dans

certains cas des problèmes non négligeables durant le travail. Par exemple, la présence d'un croisillon du côté de la bâtisse, c'est-à-dire là où le maçon travaille constitue un obstacle non négligeable à son travail surtout s'il n'utilise pas de console ou que l'échafaudage est préinstallé. Aussi, le fait d'amarrer l'échafaudage à la bâtisse implique qu'il faille endommager l'ouvrage de maçonnerie ou qu'on risque d'endommager les ouvertures de la bâtisse si on s'y amarre. D'un autre côté, si on utilisait des amarres permanentes, celles-ci demeureraient visibles après la fin des travaux ce qui apparaît à l'heure actuelle, inacceptable d'un point de vue esthétique et généralement difficile à réaliser. Le problème est particulièrement aigu lorsque la hauteur de l'échafaudage évolue avec celle de l'ouvrage, car dans ces conditions, au moment où il faut s'amarrer à la bâtisse (lorsque la hauteur de l'échafaudage atteint trois fois la plus petite dimension de sa base), l'ouvrage de maçonnerie est frais fait et donc ne peut retenir une amarre. Le point d'ancrage doit alors être sur la charpente de la bâtisse et donc traverser le revêtement de brique. Dans ce cas, la possibilité de s'amarrer solidement à la charpente ne s'offre pas toujours, car les poteaux de l'échafaudage (seule partie de l'échafaudage pouvant servir de point d'amarrage) n'arrivent pas toujours vis-à-vis les colombages de la charpente des murs ou vis-à-vis une traverse. L'amarrage d'un échafaudage à la charpente d'un bâtiment n'est pas une tâche simple et évidente dans le contexte actuel: les échafaudages utilisés sont une technologie qui a été transportée des chantiers plus importants pour lesquels ils ont été développés de sorte que leur amarrage aux petits bâtiments n'est pas simple étant donné les dispositifs d'amarrage actuellement disponibles. Bien sûr, avec de la bonne volonté et de la patience il est toujours possible de trouver un moyen de s'amarrer solidement à la bâtisse. Cependant, étant donné l'absence de solution simple et rapide et considérant la compétition existante dans le secteur domiciliaire de même que l'incertitude liée aux intempéries, il n'est pas surprenant que les échafaudages ne soient jamais amarrés.

Une solution relativement simple pour l'amarrage pourrait être considérée. Par exemple, lorsque l'échafaudage est préinstallé (installé à la pleine hauteur), on peut envisager de l'amarrer à la structure des soffites. Des amarrages à cet endroit ne gêneraient en rien les travaux de maçonnerie et seraient faciles à réaliser dans la mesure où des équipements d'amarrage simples pourraient être conçus spécifiquement pour cet usage. L'ennui avec cette solution, c'est que le Code de sécurité pour les travaux de construction spécifie qu'un échafaudage de ce type doit être amarré à une hauteur qui ne dépasse pas trois fois la hauteur de la plus petite dimension de sa base. Les soffites sont généralement plus haut que cette hauteur. L'élargissement des cadres d'échafaudage à la base de l'installation pour se conformer à cette directive est une alternative acceptable en vertu du Code de sécurité pour les travaux de la construction. Cependant, cette solution n'est jamais observée sur les petits chantiers, car la présence de ces équipements ajouterait à l'encombrement déjà très important. Une autre alternative acceptable selon le Code de sécurité pour les travaux de construction consisterait à installer des échafaudages tout le tour de la bâtisse en construction. Ainsi, il serait possible d'éviter d'avoir à installer des amarrages sous le niveau des soffites sur les petits chantiers. Cependant, cette solution n'est jamais observée sur les petits chantiers: les échafaudages sont assemblés le long d'un ou de deux murs et sont déplacés vers les autres murs selon le progrès des travaux. On peut se demander si cette recommandation du Code de sécurité concernant les amarrages, laquelle a fort probablement été développée pour les chantiers plus importants, est aussi applicable aux petits chantiers de construction. De toute évidence, l'amarrage des échafaudages sur les petits bâtiments est une question qui mérite d'être approfondie.

En ce qui concerne la qualité des assises, on aurait avantage à trouver des moyens de respecter le code d'un peu plus près. Les contraintes de temps et les lacunes de conception des équipements d'un point de vue ergonomique expliquent fort probablement aussi une partie des déficiences observées sur les chantiers. Par exemple, on pourrait monter les vis d'ajustement et de mise à niveau des échafaudages sur des pieds élargis comme ceux qu'on retrouve sur les stabilisateurs des grues mobiles. De tels pieds munis de vis auraient probablement une capacité portante suffisante pour les chantiers domiciliaires. De tels pieds seraient beaucoup plus rapides et simples à installer que les longrines de madrier habituellement recommandées (qu'on n'installe jamais de toute façon) ou que les piles d'objets hétéroclites. Tout comme les amarrages, les dispositifs de mise à niveau des échafaudages et leurs assises doivent être examinés de plus près.

Notons aussi que le respect des charges sur les échafaudages est difficile à réaliser en pratique. Le maçon et le manoeuvre n'ont jamais les informations de base nécessaires concernant les valeurs de charges qu'ils manipulent. D'une part, le poids des briques n'est jamais connu avec précision. Par exemple, si le poids d'une brique était estampillé sur la brique elle-même, le manoeuvre serait plus en mesure d'évaluer les charges qu'il entrepose sur les planchers d'échafaudage. D'autre part, la capacité de tel ou tel type de cadre d'échafaudage n'est jamais connue avec précision: elle n'est pas inscrite sur les équipements. Enfin, les normes et le Code de sécurité traitent de charges uniformément distribuées sur les planchers d'échafaudage alors que les charges sur les échafaudages s'apparentent beaucoup plus à des charges ponctuelles (ex. on dispose les briques en piles): un grand nombre de travailleurs rapportent que les briques et le mortier ont des emplacements réservés sur les planchers d'échafaudage. La façon de spécifier les charges dans les documents officiels n'a donc que peu de relation avec la réalité des travailleurs. Bien sûr, avec de la bonne volonté, de la patience, et un certain nombre de coups de téléphones (fournisseur de brique, d'équipement d'échafaudage, ingénieur en structure pour convertir les effets résultants des charges ponctuelles en charges linéaires, CSST pour interpréter hors de tout doute les normes en regard des calculs de l'ingénieur, etc.) il est possible de calculer les charges sur un échafaudage. Mais, tel que mentionné précédemment, étant donné les impératifs du travail à accomplir et des conditions dans lesquelles il doit l'être, il n'est pas étonnant que les travailleurs recourent au "pifomètre" lorsqu'ils chargent leurs équipements d'échafaudage.

Afin de minimiser les risques de mauvaise posture durant la pose de la brique, le plancher de travail devrait toujours être ajusté en hauteur de façon à éviter au maçon les flexions et les extensions répétées durant son travail. En ce sens, les échafaudages sans console ajustable sont à déconseiller. Leur élimination des chantiers n'est pas pour bientôt cependant, puisqu'ils sont plus faciles à manipuler et moins coûteux que les équipements à console: l'acquisition des équipements à console qui sont des équipements particuliers entraîne des coûts supplémentaires que visiblement une bonne partie des maçons ne sont pas prêts à assumer. Par ailleurs, les consoles ajustables en hauteur offrent des avantages considérables d'un point de vue ergonomique par rapport aux cadres sans console. Cependant, les consoles ajustables en hauteur apparaissent souvent mal utilisées à l'heure actuelle: les planchers de stockage ne sont pas ajustés en hauteur assez souvent de sorte que les flexions du tronc pour saisir la brique ou le mortier demeurent inutilement trop fréquentes. Des mesures montrent que le fait de situer le plancher de stockage et le plancher de travail à une hauteur confortable par rapport à l'ouvrage permet de réduire la dépense énergétique associée au travail de pose de la brique tout en augmentant la productivité de façon significative (Luttmann, Jäger et Laurig, 1991). Idéalement donc, le plancher de stockage devrait suivre le plancher de travail. Une formation des manoeuvres en ce sens permettrait de corriger facilement cette lacune. Aussi, il serait intéressant de fournir au maçon un dispositif d'échafaudage qui lui permettrait de saisir les briques à son côté plutôt qu'à l'arrière de son plancher de travail. Un tel dispositif permettrait d'éviter le mouvement de torsion qui accompagne la saisie de chaque brique.

En ce qui concerne le manoeuvre, l'utilisation d'un engin de levage permet de diminuer significativement sa charge de travail et particulièrement les efforts tant en termes de fréquence que d'intensité. L'usage des engins de levage est donc souhaitable.

Finalement, en ce qui a trait aux risques de chutes de plain-pied, le dégagement des aires de circulation sur les planchers de travail apparaît la seule action possible. En ce sens, l'utilisation d'un plancher de travail plus large permettrait de solutionner ce problème. Les obstacles à l'utilisation d'un tel plancher dans la pratique, ont été décrits plus haut. Enfin, la différence de niveau à l'endroit des chevauchements des madriers ne peut être éliminée à moins qu'on modifie les cadres métalliques et qu'on raccourcisse les madriers ou qu'on utilise des planchers préfabriqués qui eux ne présentent pas cet inconvénient.

À partir de cette description, on réalise rapidement que les équipements qui sont utilisés pour les travaux de maçonnerie comportent des lacunes importantes sur le plan de la sécurité et de l'ergonomie. Ces équipements adaptés pour des chantiers plus importants sont à l'heure actuelle les meilleurs

disponibles pour les travaux de maçonnerie sur les chantiers résidentiels. Le développement d'un nouveau dispositif d'échafaudage qui permettrait d'éliminer ou de minimiser les lacunes inhérentes aux échafaudages à cadres métalliques actuels apparaît très souhaitable.

Groupe de tâches #7: Pose du revêtement extérieur d'aluminium ou de plastique. La finition extérieure implique presque toujours du revêtement d'aluminium ou de plastique (vinyle) puisqu'on marie beaucoup ces matériaux avec la brique pour des fins esthétiques et pour réduire les coûts élevés inhérents à la maçonnerie. Ce type de revêtement est posé obligatoirement aux soffites, en bordure du toit (sur la frise) et sous les balcons et selon le cas, autour des ouvertures et sur des sections de mur. Ces zones de travail sont très différentes les unes des autres. Aussi, c'est pour ce groupe de tâches que les types d'équipement d'échafaudage utilisés sont les plus variés. Ce travail est accompli par des poseurs de revêtement. Typiquement, le travail se fait à deux: un des travailleurs mesure et pose le revêtement alors que l'autre taille les pièces au sol ou près du poseur. Le poseur utilise toujours un dispositif d'échafaudage quelconque.

Le "Pump Jack". Un équipement d'échafaudage très populaire chez les poseurs de revêtement d'aluminium ou de plastique sur de grandes surfaces est l'échafaudage à crics ou "Pump jack" (CSST, 1991). Cet échafaudage de type à tour et plate-forme est léger et d'installation très rapide. Son plancher de travail est généralement très long (Figures 92, 93 et 94) et s'ajuste en hauteur rapidement. L'accès à toute la surface de travail est donc assuré et rapide. Ces avantages sont très importants, car la pose de revêtement s'effectue souvent sur de grandes surfaces (ex. recouvrement de murs). Ce travail exige donc un accès à toute la surface à recouvrir et ce rapidement, car chaque pièce de revêtement couvre une portion significative de la surface. La pose de revêtement d'aluminium ou de plastique est donc une tâche dont la progression est très rapide si on la compare à la maçonnerie.



Figure 92

Plate-forme de base d'un échafaudage "Pump Jack" transportée par deux travailleurs.

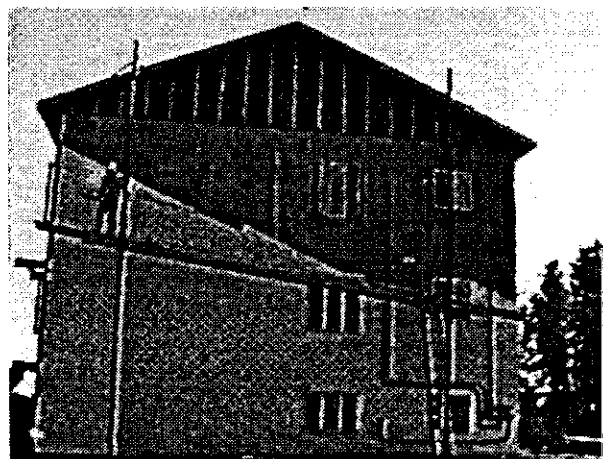


Figure 93

Installation de revêtement extérieur à angle. Noter que des extensions peuvent être ajoutées aux extrémités de la plate-forme de base pour l'allonger.

L'échafaudage à crics consiste en deux poteaux d'aluminium verticaux le long desquels des crics sont déplacés. L'une des extrémités est appuyée sur le sol, l'autre est fixée à la partie supérieure de la bâtisse, généralement le toit (Figures 94 et 95). Les poteaux ne sont jamais amarrés entre ces deux points. Les crics supportent le plancher d'aluminium d'une longueur d'environ 8 m sur 60 cm à partir duquel le poseur travaille. L'ajustement en hauteur est relativement rapide et est effectué en actionnant les crics avec la jambe pour monter (Figure 96) ou une simple manivelle pour descendre (Figure 97). Pour élever le plancher, il faut actionner successivement les deux crics. Le "Pump Jack" est apprécié, car il permet l'inclinaison du plancher ce qui facilite grandement la pose du revêtement à angle (Figure 93). Il s'agit alors simplement d'actionner un seul des deux crics pour élever une extrémité de la plate-forme pour lui donner l'inclinaison voulue.



Figure 94  
Utilisation d'un "Pump Jack" pour des travaux de soffite. Noter les amarrages au niveau du toit.

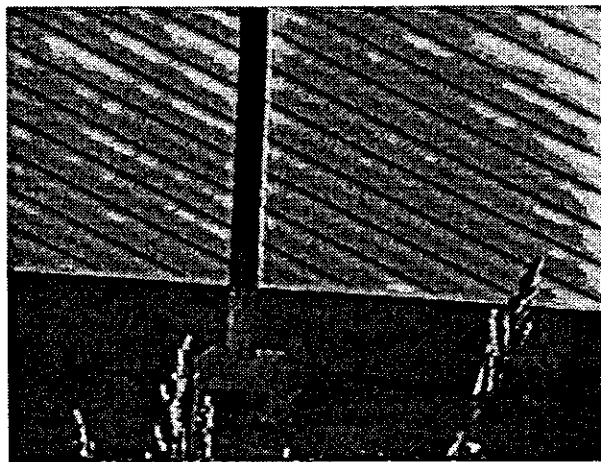


Figure 95  
Patte de "Pump Jack" assise sur une pile de blocs de bois.



Figure 96  
Action d'un cric pour élever l'extrémité du plancher du "Pump Jack".



Figure 97  
Descente du "Pump Jack" en actionnant la manivelle de chaque cric et en relâchant le frein avec la jambe.

Un des inconvénients de ce type d'échafaudage, est qu'il faut installer le dispositif de fixation de l'extrémité supérieure des poteaux d'aluminium sur le point le plus haut de la construction, c'est-à-dire typiquement sur le toit de la bâtisse. Cette opération implique généralement qu'il faille monter sur le toit pour installer l'échafaudage puisque le travail à partir d'une échelle est plus difficile (Figures 98 et 99). Un autre inconvénient est l'élancement des poteaux, qui en raison de leur grande longueur et de leur faible section, fait en sorte que l'échafaudage est très instable lorsque le point d'ancrage supérieur est haut. Par exemple, lorsque le travailleur se déplace le long de la plate-forme à la Figure 93, celle-ci oscille latéralement (gauche-droite) de plus de 30 cm. Les efforts sur la surface de travail (i.e., le mur) contribuent aussi à faire osciller la plate-forme. Il est à noter que lors de l'installation et de l'utilisation de ce type d'échafaudage, les travailleurs n'utilisent aucun garde-corps ni ceinture de sécurité.



Figure 98  
Déplacement d'une patte de "Pump Jack". Les travailleurs ont terminé le travail sur le côté de la maison (Figure 94) et démontent maintenant l'échafaudage.



Figure 99  
Installation de l'ancrage au niveau du toit.

L'échafaudage à cadres. Un autre type d'échafaudage très utilisé pour ce groupe de tâches est l'échafaudage mobile soit un échafaudage à cadres métalliques de 5' d'au plus une section de longueur muni de roues (Figure 100). Les échafaudages à cadres métalliques de 5' sans roues sont aussi très utilisés pour la pose du revêtement d'aluminium ou de plastique. L'échafaudage à cadres est le moins coûteux mais d'utilisation moins rapide que les autres types, car il faut l'assembler, le démonter et le déplacer de façon manuelle. C'est une des raisons pour lesquelles on l'utilise en général pour les ouvrages plus localisés, c'est-à-dire là où les surfaces à recouvrir sont relativement limitées. Sur ce type d'échafaudage (à cadres et roulant) on n'utilise jamais de garde-corps, ni de ceinture de sécurité (Figure 101), ni d'amarrages sauf sur les chantiers plus importants (type industriel/commercial) où les amarrages de fortune sont habituels (Figures 102 et 103).

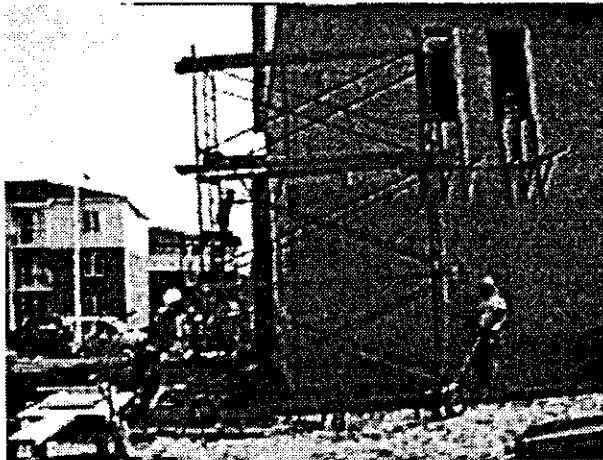


Figure 100  
Déplacement d'un échafaudage roulant.



Figure 101  
Travaux de soffite sur échafaudage roulant.

Les assises sont généralement précaires et instables (i.e., piles de blocs de bois), la verticalité déficiente (Figure 78) et les croisillons ne sont pas toujours tous installés (Figures 78, 102 et 104). Plusieurs travailleurs et entrepreneurs n'installent pas de façon systématique les croisillons sur l'un des côtés de l'échafaudage. D'autres installent les croisillons sur une face seulement de l'échafaudage en alternant d'une face à l'autre avec les étages de l'échafaudage (ex. du côté extérieur pour le premier étage de l'échafaudage, du côté de la bâtisse pour le second étage, du côté extérieur pour le troisième

étage, etc.). Lorsque la surface à couvrir est étendue, on utilisera souvent des tours d'échafaudage à cadres (avec ou sans roues) qu'on reliera par des passerelles de madrier qui serviront aussi de planchers de travail (Figure 105). Par exemple, un échafaudage de poseur de revêtement comprenant 4 tours réussissait à couvrir trois faces de la bâtisse. On se sert des balcons et autres caractéristiques du bâtiment comme dispositif d'échafaudage qu'on relie aux tours avec des passerelles de madrier. Les tours ne sont jamais reliées entre elles par des croisillons (contreventements). On remarque souvent que les appuis d'une passerelle sont trop espacés (plus de 3 m) de sorte que son glissement et éventuellement son effondrement est possible.

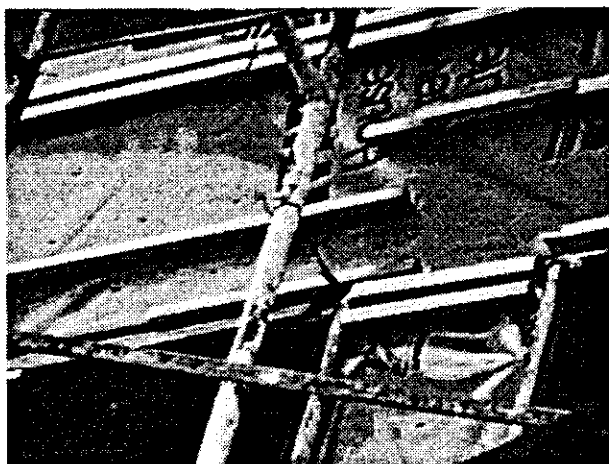


Figure 102

Amarrage de fil de fer pour un échafaudage roulant sur un chantier industriel. À noter l'absence de croisillon du côté de la bâtisse.

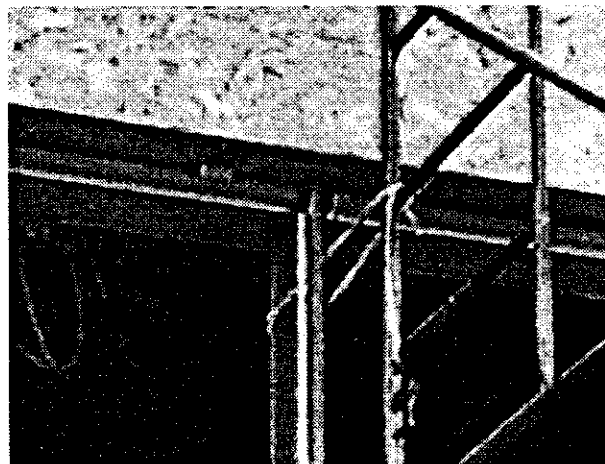


Figure 103

Amarrage de corde pour un échafaudage roulant sur un chantier industriel. Noter l'absence de croisillon du côté de la bâtisse.



Figure 104

Verticalité déficiente d'un échafaudage roulant. À noter l'utilisation d'une nacelle pour les travaux. À titre informatif, sur l'échafaudage roulant, il n'y a que 3 croisillons installés pour trois sections de hauteur: 2 au bas, un en haut et rien au milieu.



Figure 105

Passerelles et planchers de travail de madrier reliant des tours d'échafaudage à cadres.

De façon presque systématique, chez les poseurs de revêtement les planchers d'échafaudage à cadres (avec ou sans roues) et les passerelles sont constituées de madriers uniques non fixés. Les mêmes raisons que celles décrites précédemment expliquent cette situation (fatigue associée à la manutention des madriers et rigidité variable des madriers). Le problème de la rigidité des madriers est plus aigu

pour les poseurs de revêtement à cause des déplacements plus nombreux que requiert leur travail. À l'inverse, les maçons ont un travail relativement stationnaire de sorte que le problème de rigidité des madriers se pose moins: on observe donc plus souvent des planchers plus larges chez ces derniers. Aussi, les poseurs de revêtement sont les seuls à utiliser plusieurs planchers de travail sur un même échafaudage en même temps (ex. pour poser le revêtement à angle) ce qui nécessiterait un stock imposant de madriers si on utilisait des planchers plus larges. Les planchers de travail en pente sont fréquents chez les poseurs de revêtement.

Pour couvrir des zones de travail étendues telles que les soffites et les frises, une échelle et une tour d'échafaudage à cadres peuvent être utilisés en combinaison pour supporter un plancher de travail (Figures 106 et 107). Ce dispositif est plus simple et plus rapide à assembler qu'un échafaudage à cadres pleine largeur. Ces installations ne comportent jamais de garde-corps et les travailleurs n'y sont jamais attachés.



Figure 106

Utilisation d'une échelle pour supporter un plancher de travail pour des travaux de soffite et de frise. Noter que la zone de travail est à un peu plus de 6 m du sol.



Figure 107

Utilisation d'une tour d'échafaudage à cadres de 5' pour supporter l'autre extrémité d'une plate-forme (Figure 106). Noter l'absence de croisillons du côté de la bâtisse (ce qui pend derrière le travailleur n'est pas un dispositif de sécurité mais le boyau d'alimentation de son outil pneumatique).

Tout comme pour les échafaudages de maçon, l'accès aux planchers de travail se fait habituellement par les échelons des cadres (Figures 108 et 109). Cependant, pour les travaux de revêtement, les accès sont beaucoup plus fréquents puisque les pièces sont habituellement taillées au sol et donc doivent être apportées au poseur au haut de l'échafaudage.

Dans des cas moins fréquents, les échafaudages à cadres métalliques utilisés par les maçons peuvent aussi être utilisés par les poseurs de revêtement extérieur s'ils réussissent à passer avant que ces équipements ne soient complètement démantelés. Par exemple, à la Figure 110 la tâche des poseurs consiste à recouvrir le dessous du toit qui surplombe la porte patio. On peut y commencer les travaux de revêtement puisque le briquetage est terminé sur ce mur. L'un des poseurs est sur l'échafaudage qu'il vient de terminer d'aménager pour les travaux. Il est à noter qu'ici, l'échafaudage sur lequel le poseur se tient est un échafaudage de maçon puisqu'il comporte une console. On peut remarquer sur cette figure la passerelle de madriers devant la porte qui relie deux échafaudages. On remarque aussi que l'échafaudage du maçon ne comporte pas de croisillon du côté extérieur de la bâtisse sur la section la plus haute. Ces travaux d'aménagement de l'échafaudage (Figure 111) se sont déroulés pendant qu'un maçon travaillait directement en dessous au niveau le plus bas. En effet, à la Figure 111 on voit le poseur de revêtement saisir et lever un madrier que son collègue au sol vient de lui passer. Ces manutentions se déroulent pendant que le maçon effectue son travail deux étages d'échafaudage plus bas ...

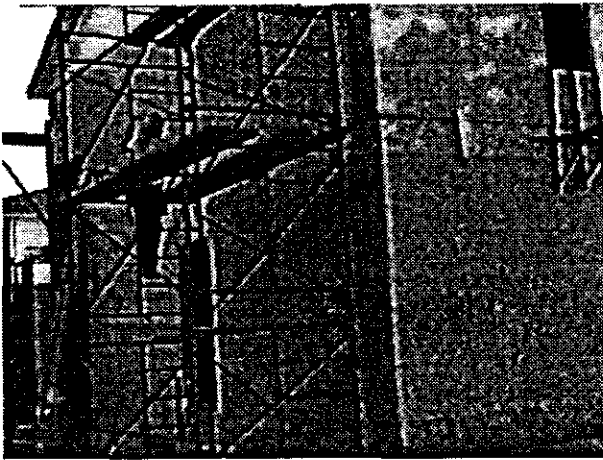


Figure 108  
Accès au plancher d'un échafaudage roulant en passant entre deux planchers de madriers.

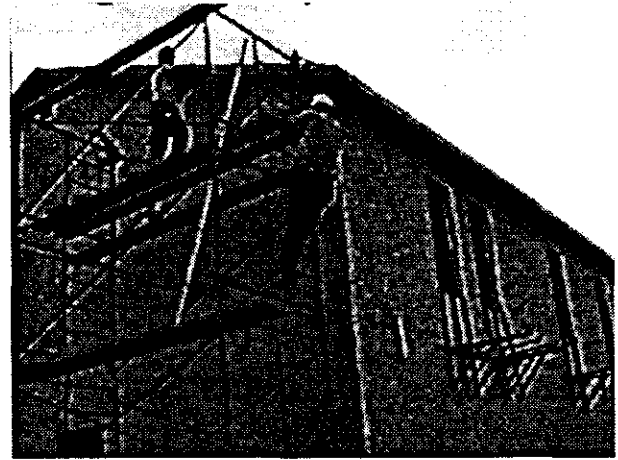


Figure 109  
Accès au plancher d'un échafaudage roulant en contournant un plancher de madrier.

Mentionnons que les échafaudages à cadres métalliques (cadres de 5' surtout) sont les équipements les plus utilisés pour les travaux de rénovation dans le secteur domiciliaire. Les conditions dans lesquelles ces équipements sont utilisés pour le groupe de tâches #7 sont très semblables lors de travaux de rénovation. Ainsi, les résultats donnés ici concernant ces équipements sont valables pour les deux catégories de travaux: la rénovation et la pose de revêtement léger sur des constructions neuves.



Figure 110  
Aménagement d'un plancher de travail à partir d'un échafaudage de maçon.



Figure 111  
Travaux d'aménagement d'un plancher de travail au-dessus d'un échafaudage où travaille un maçon (non visible).

**La plate-forme élévatrice.** Un autre type d'échafaudage très apprécié, qui est relativement moins utilisé que les précédents mais dont la popularité semble croissante pour la pose de revêtement d'aluminium ou de plastique est la plate-forme élévatrice (Figures 112 et 113). La plate-forme élévatrice consiste en une plate-forme montée sur un dispositif en ciseau permettant l'ajustement en hauteur. Le tout est motorisé de sorte que les déplacements de l'échafaudage lui-même d'un point à un autre du chantier et ceux de sa plate-forme en hauteur ne requièrent aucun effort. Cet échafaudage ne requiert aucune installation si ce n'est que de déployer les stabilisateurs hydrauliques et est très rapide à ajuster en hauteur. Cette caractéristique fait en sorte qu'il est particulièrement approprié et rapide pour les travaux en hauteur comme pour le recouvrement des parties supérieures des murs et celui des frises et des soffites.

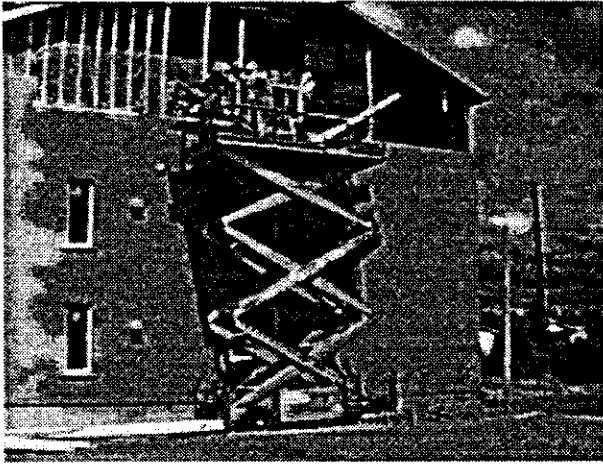


Figure 112  
Pose de revêtement sur un mur à l'aide d'une plate-forme élévatrice.



Figure 113  
Recouvrement de la frise et du soffite à l'aide d'une plate-forme élévatrice.

Typiquement, la plate-forme, toujours munie d'un garde-corps, fait 3.5 m sur 2 m ce qui permet aux deux travailleurs d'être présents sur la plate-forme en même temps et d'y utiliser leurs outils directement. Le principal désavantage de ce type d'échafaudage est son coût d'acquisition élevé (environ \$30 000). Aussi, contrairement au "Pump jack" la plate-forme de longueur limitée ne donne pas accès à une grande surface de travail. Dans ce cas, on doit déplacer la plate-forme de façons successives pour couvrir la surface. Cette opération est souvent difficile parce que le véhicule a tendance à s'enliser. En effet, le véhicule est toujours utilisé le long des murs extérieurs de la bâtisse, c'est-à-dire là où le terrain est mou en raison du fait que les fondations ont été remblayées et que le sol n'y est jamais compacté suffisamment. Les déplacements deviennent carrément impossibles lorsque le terrain est trop accidenté ou de pente trop forte. De façon générale, l'usage de la plate-forme élévatrice se prête plus facilement aux murs relativement unis le long desquels les déplacements sont rectilignes. Son usage devient plus difficile lorsqu'il s'agit de contourner des obstacles comme des arbres ou des balcons.

La plate-forme élévatrice est particulièrement intéressante pour poser les fermes de toit de bout (petites fermes) sur les chantiers de constructions unifamiliales. Dans ces circonstances, elles permettent un travail plus rapide que de l'intérieur de la bâtisse. Leur plancher de grande superficie permet de stocker un bon nombre de fermes de toit et permet un accès rapide à la zone de travail. Les plates-formes élévatoires n'ont jamais été observées pour la construction de la charpente du toit des édifices multilogements probablement en raison du nombre de déplacements de la plate-forme accru que ces chantiers nécessiteraient. Les échafaudages temporaires intérieurs permettent vraisemblablement un travail plus rapide.

Autres équipements d'échafaudage. L'usage d'une nacelle pour la pose de revêtement d'aluminium ou de plastique (Figure 104) a été observé à quelques rares reprises. Le principal avantage est l'accès rapide à une grande surface de la construction. Les principaux désavantages sont le coût d'acquisition élevé de ce type d'équipement et l'exiguïté de la nacelle. Des équipements d'autres types sont donc toujours utilisés conjointement avec la nacelle.

Les escabeaux, tréteaux et bancs sont des équipements très utilisés pour la pose du revêtement extérieur (Figures 114 et 115). Un exemple typique est la finition des zones de balcons: le travail se fait souvent à partir d'un escabeau ou d'un banc situé sur le balcon de l'étage inférieur pour les plus petits travailleurs (Figure 115) ou directement du balcon pour les plus grands (Figures 116 et 117). Ces équipements n'offrent pas une surface de travail adéquate et sont loin d'offrir la stabilité requise pour

effectuer ce genre de travail. Cependant, leur usage est rendu nécessaire car dans beaucoup de situations, ce sont les seuls qui peuvent être utilisés.

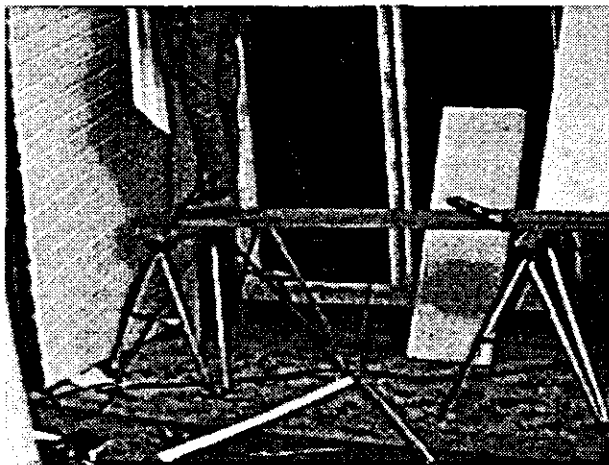


Figure 114  
Utilisation de tréteaux comme échafaudage.



Figure 115  
Utilisation d'un banc comme échafaudage sur le balcon du 2e étage.



Figure 116  
Recouvrement du dessous du toit surplombant le balcon du 2e étage.



Figure 117  
Recouvrement de la frise du toit surplombant le balcon du 2e étage.

**Risques de chute de hauteur** Les risques de chute de hauteur sont constamment présents lorsqu'on utilise les échafaudages à crics, à cadres et mobiles principalement en raison de l'absence systématique de garde-corps sur ces équipements et de la faible largeur des planchers de travail qu'ils offrent. Ces risques sont particulièrement aigus là où la hauteur de travail est élevée, comme par exemple pour les travaux de soffite. Ces risques sont aussi présents lorsqu'on utilise en hauteur des escabeaux, tréteaux, bancs ou autres dispositifs du même genre. Par contre, ils sont pratiquement absents lors de l'utilisation d'une plate-forme élévatrice (toujours munie de garde-corps) et d'une nacelle (monocoque protectrice). Rappelons que le type de travail dont il est question ici se fait presque toujours à deux travailleurs. Lorsque la zone de travail est de faible hauteur (ex. résidence unifamiliale), l'un des deux travailleurs est au sol pour tailler les pièces. Bien qu'il ne soit pas exposé aux chutes de hauteur durant son travail de coupe, il l'est durant l'accès au plancher de travail en hauteur lorsqu'il apporte les pièces au poseur s'il ne peut lui passer directement à partir du sol.

Un facteur qui accentue les risques de chute de hauteur avec les échafaudages à crics, à cadres et mobiles est la grande instabilité de leur structure. Ce problème est particulièrement aigu dans le cas des échafaudages à crics à cause de l'élancement des poteaux. Mentionnons enfin que les ceintures de sécurité ne sont jamais utilisées. La progression rapide des travaux et les déplacements fréquents font qu'elles constitueraient un risque de chute de plain-pied et une gêne significative pour le travail.

Risques de chute de plain-pied. À l'exception de la nacelle, les risques de chutes de plain-pied sont présents sur tous les échafaudages utilisés pour cette tâche en raison principalement de l'encombrement du plancher de travail et de son inégalité (surtout pour le travailleur au sol). Les chutes de plain-pied sont particulièrement importantes suite à une averse de pluie ou à une averse de neige.

Risques d'effondrement du plancher de travail. Ici encore, les risques d'effondrement du plancher de travail sont plus élevés pour les échafaudages à crics, à cadres et mobiles de même que pour les escabeaux, tréteaux et autres dispositifs du même genre.

Dans le cas des échafaudages à cadres (avec ou sans roues), les risques d'effondrement proviennent surtout du fait que les équipements ne sont pas toujours contreventés adéquatement (des croisillons sont souvent manquants). Aussi, les appuis des planchers et passerelles sont souvent trop espacés. Les travailleurs utilisent souvent un plancher en pente (environ une fois sur deux) pour travailler, car il leur donne un accès plus facile à certaines zones de travail ce qui représente encore un risque d'effondrement. Enfin, les assises des échafaudages sont presque toujours de piètre qualité de même que celle des amarrages lorsqu'ils sont présents. La verticalité est très souvent déficiente.

Un équipement mécanisé n'est jamais entièrement à l'épreuve d'une défectuosité ou de l'usure de l'un de ses mécanismes. Ainsi, les crics qui coulisent le long des poteaux des "Pump Jack" ne possèdent aucun mécanisme de blocage positif. Leur seul mécanisme de blocage fonctionne par friction. Ces crics apparaissent vulnérables. Enfin, les plates-formes élévatrices et les nacelles présentent un niveau de risques d'effondrement moindre bien qu'elles n'en soient toutefois pas totalement à l'abri. Une surcharge peut entraîner le bris de certaines composantes et provoquer un effondrement du plancher bien que ce risque soit minime lors des travaux de revêtement d'aluminium ou de plastique, les matériaux étant légers.

Risques associés à une posture de travail défavorable ou contraignante. C'est surtout l'opération d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres, à crics et mobiles qui comporte des risques associés à une mauvaise posture de travail. Par ailleurs, la pose du revêtement se fait souvent au-dessus de la hauteur des épaules (les bras élevés) de sorte que ces structures peuvent être surutilisées pour certains types de travaux (ex. soffites et dessous de balcons).

Risques associés à la manutention d'une charge excessive ou à des efforts potentiellement excessifs. À l'exception de l'assemblage et du démantèlement des échafaudages à cadres, à crics et mobiles, la pose du revêtement d'aluminium ou de plastique comporte peu de manutention de charges potentiellement excessives et peu d'occasions d'appliquer des efforts relativement importants.

Le Tableau 18 donne une estimation de la proportion moyenne de la durée de la pose du revêtement d'aluminium ou de plastique durant laquelle le travailleur sur l'échafaudage est exposé à chacun des types de risque. Ces estimations représentent des moyennes qui tiennent compte de tous les types d'équipements d'échafaudage observés en excluant les plates-formes élévatrices.

Enfin, mentionnons que c'est lors de la pose du revêtement d'aluminium ou de plastique que les exigences sont les plus variées en ce qui a trait à la facilité, la rapidité et la sécurité d'utilisation des équipements d'échafaudage. C'est donc durant ce groupe de tâches que les principales lacunes de conception de chaque type d'équipement d'échafaudage peuvent être facilement observées. Les solutions à ces lacunes ne sont cependant pas évidentes. Ce qui apparaît évident, c'est qu'aucun des

équipements actuels ne convient parfaitement aux caractéristiques du travail durant ce groupe de tâches: tous ont des avantages et tous ont des inconvénients.

**Tableau 18**

Estimation de la proportion de la durée de la pose du revêtement d'aluminium ou de plastique durant laquelle les travailleurs sont exposés à chacun des types de risque

| Type de risque                       | Durée d'exposition<br>(% de la durée du groupe de tâches) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Chute de hauteur                     | 80                                                        |
| Chute de plain-pied                  | 100                                                       |
| Effondrement du plancher de travail  | 90                                                        |
| Posture défavorable ou contraignante | 50                                                        |
| Effort excessif                      | 20                                                        |

### Résumé des risques

Le Tableau 19 résume l'exposition aux types de risque pour chacun des sept groupes de tâches considérés. Ce tableau donne aussi des valeurs globales d'exposition pour chaque type de risque ainsi que la durée relative de chacun des groupes de tâches impliqués dans la construction de l'édifice multilogement type décrit au début de ce chapitre. Rappelons encore une fois que cet édifice de trois étages a quatre façades de briques et donc un minimum de revêtement d'aluminium ou de vinyle. Rappelons aussi que les types de risque ne sont pas mutuellement exclusifs; un travailleur peut être exposé en même temps à un effort excessif et à une chute de hauteur (ex. manutention d'une ferme de toit sur le dessus du mur du dernier étage).

Ce tableau nous indique que la chute de hauteur est le type de risque auquel les travailleurs sont le plus exposés durant la construction d'un édifice multilogement, soit environ 60% du temps total de la partie de la construction considérée ici. Cela ne veut pas dire qu'une chute se produira nécessairement mais plutôt que les conditions sont propices à une chute et donc que le travailleur est exposé. Mentionnons que pour tous les groupes de tâches considérés ici, une chute de hauteur représente une chute d'une hauteur de 1.5 m (5 pi) au minimum. Les chutes de hauteurs plus faibles (ex. chute en bas d'un escabeau ou d'un tréteau) ne sont pas du tout considérées ici bien qu'elles soient très souvent possibles durant la construction.

À titre indicatif, mentionnons que les mesures de chronométrage effectuées à partir des observations en continu concernant la construction de la charpente de l'édifice à six logements type décrit dans la méthodologie, ont montré que la proportion du temps où le travailleur est situé à moins d'un mètre du bord de la bâtisse et à plus de trois mètres du sol représente un peu plus de 5% pour l'assemblage des planchers, pour l'assemblage des murs (excluant la pose des ouvertures) et pour la pose des fermes de toit. Ici, on a considéré qu'un travailleur qui trébuche en dedans de 1 mètre du bord de la bâtisse et qui tombe sur le plancher aura une forte probabilité de se retrouver dans une posture où son centre de gravité est à l'extérieur de la bâtisse de sorte que la chute à l'extérieur est presque inévitable. La valeur de 3 m pour la chute est conforme à ce qu'impose le Code de sécurité pour les travaux de construction (Gouvernement du Québec, 1990 - article 3.8.1) qui spécifie qu'un garde-corps doit être utilisé pour le travail en bordure du vide là où la hauteur de la chute est de 3 m ou plus. On peut donc affirmer que selon les chronométrages effectués, durant 5% de la durée de la construction de la charpente d'une bâtisse, un travailleur est exposé à une chute de 3 m ou plus à l'extérieur de l'enceinte de la bâtisse parce qu'il ne bénéficie jamais de la protection minimale imposée par la réglementation. Rappelons que dans les tableaux précédents, les chutes de hauteur de plus de 1.5 m et ce, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la bâtisse ont été considérées ce qui explique les valeurs d'expositions beaucoup plus élevées.

Uniquement pour la pose des panneaux de 4' x 8' sur le toit, la proportion du temps chronométrée où un travailleur est susceptible de faire une chute de 3 m ou plus à l'extérieur de la bâtisse est de 74% si on considère que dès que le travailleur est debout sur un panneau en pente (pente du toit), il y a risque de chute à l'extérieur de la bâtisse. En effet, les panneaux sont relativement glissants —type à copeaux pressés et cirés—, rigides et offrent peu de possibilité de s'agripper de sorte qu'un dérapage ou le fait de trébucher peut facilement résulter en une chute en bas du toit.

**Tableau 19**  
Résumé de l'exposition aux divers types de risque selon le groupe de tâches  
pour un édifice multilogement type de 3 étages

| Groupe de tâches                                                | Durée du groupe de tâches<br>(% du total) | Type de risque       |                         |                           |                      |                     |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
|                                                                 |                                           | Chute de hauteur (%) | Chute de plain-pied (%) | Risque d'effondrement (%) | Mauvaise posture (%) | Effort excessif (%) |
| Planchers                                                       | 9                                         | 7                    | 7                       | 6                         | 6                    | 2                   |
| Murs                                                            | 27                                        | 8                    | 16                      | 1                         | 19                   | 4                   |
| Balcons                                                         | 2                                         | <2                   | < 1                     | < 1                       | 1                    | < 1                 |
| Fermes de toit                                                  | 5                                         | 5                    | 4                       | 2                         | 4                    | 3                   |
| Recouvrement du toit                                            | 5                                         | 5                    | 5                       | 1                         | 4                    | 1                   |
| Brique                                                          | 49                                        | 32                   | 15                      | 10                        | 34                   | 7                   |
| Soffites, calfeutrage et contour des ouvertures, le cas échéant | 3                                         | 2                    | 3                       | 3                         | 2                    | < 1                 |
| Total pour la construction                                      | 100<br>(691 heures-hommes)                | 61                   | 51                      | 24                        | 70                   | 18                  |

Il faut faire attention lorsqu'on interprète les résultats concernant les chutes de hauteur au Tableau 19, car il s'agit simplement de durées d'exposition et non de probabilités de chute, lesquelles sont impossibles à déterminer. Par exemple, une chute de hauteur lorsque le travailleur marche sur le dessus d'un mur (Figures 41, 42 ou 43) est beaucoup plus probable qu'une chute à partir d'un échafaudage sans garde-corps lors de la pose de la brique. En effet, lors du mesurage sur le mur pour déterminer l'emplacement des fermes de toit ou des solives de plancher, la surface sur laquelle le travailleur se tient est beaucoup moins large qu'un madrier (plancher typique d'un échafaudage). Aussi, si un travailleur perd l'équilibre sur le dessus d'un mur, la probabilité qu'il chute à un niveau inférieur est plus grande que s'il perd l'équilibre lors de la pose de la brique puisqu'alors, les chances de s'agripper à un objet (partie du mur, croisillon, cadres de l'échafaudage, etc.) pour éviter ou minimiser la hauteur de la chute sont beaucoup supérieures sur un échafaudage qu'à partir d'un mur où il n'y a rien autour et dont la surface offre peu de prise. En ce sens, les probabilités de chute de hauteur ne sont pas toutes égales.

Les observations effectuées ici illustrent le constat de Mercier (1986) qui rapporte que les mesures de sécurité sont pratiquement absentes sur les chantiers domiciliaires. Ces observations permettent aussi d'identifier et de comprendre, dans le cas du secteur domiciliaire, les circonstances particulières pouvant être à l'origine des accidents rapportés dans la littérature. Par exemple, l'étude du Bureau of Labor (1980) rapporte que des échafaudages impliqués dans les accidents, 64% n'avaient pas de garde-corps, 54% présentaient un côté exposé, 27% étaient des chutes d'un échafaudage sans dommage apparent à l'échafaudage, 45% comportaient une condition dangereuse telle que des madriers mal fixés ou libres, etc. En ce qui concerne le secteur domiciliaire/résidentiel, l'observation du travail effectuée ici permet maintenant dans une bonne mesure de coller un contexte de travail précis et des lacunes de conception des équipements qui expliquent l'occurrence des accidents rapportés.

Le Tableau 19 révèle que les travailleurs sont exposés aux chutes de plain-pied environ 50% du temps principalement en raison de l'inégalité et de l'encombrement de leur plancher de travail. Ils adoptent souvent des postures de travail qui sont contraignantes selon la bonne pratique ergonomique, soit les deux tiers du temps. À ce sujet, ce sont les charpentiers-menuisiers et les couvreurs qui ont les postures les plus contraignantes (penché et agenouillé) puisque l'essentiel du travail s'effectue au niveau des pieds. Dans une étude par questionnaire portant sur les maux de dos chez les travailleurs de la construction, Holmström, Lindell et Moritz (1992) concluent que le facteur de risque le plus important de douleurs aiguës au bas du dos est la posture penchée et agenouillée. Ces auteurs ont même identifié une relation de dose d'exposition-effet entre la durée de maintien journalière de ces postures et les douleurs au dos. Ils ont aussi mis en évidence une relation forte entre la manutention manuelle et les maux de dos. Dans leur étude, les ouvriers spécialisés dans l'installation et le démantèlement d'échafaudages montraient une prévalence significativement plus élevée de maux de dos que les autres groupes occupationnels. L'observation du travail effectuée ici permet de coller des situations de travail précises à ces résultats.

Enfin, le plancher sur lequel le travailleur se trouve peut potentiellement s'effondrer environ le quart du temps. Et, le travailleur applique des efforts potentiellement excessifs en moyenne environ 20% du temps travaillé.

Des observations ad hoc effectuées durant les saisons 1993 et 1994 indiquent que les résultats des observations effectuées demeurent valables puisque les techniques de travail et les équipements utilisés n'ont à toutes fins pratiques pas changé durant les dernières années.

## Discussion

La présence des situations de travail à risques décrites dans le texte qui précède est due à deux problèmes avec lesquels le travailleur doit constamment composer pour pouvoir effectuer son travail. Le premier problème est l'accès à la zone de travail et le second, l'absence systématique à la zone de travail d'un plancher de travail ou d'une surface de support du travailleur qui soit adéquate tant sur le plan sécuritaire qu'ergonomique. Ces deux problèmes sont principalement associés au fait que le processus de construction dans le secteur domiciliaire n'est jamais prévu ou conçu en ayant à l'esprit les travailleurs qui en font partie. De tous les objectifs qui sont prévus lors de l'étape de la conception du plan d'une bâtisse, la sécurité et la productivité des travailleurs ne semblent pas considérées; ces éléments apparaissent comme des acquis qui ne sont jamais remis en question. De la même façon qu'on voit les lignes d'assemblage d'automobiles être modifiées en fonction des caractéristiques et des besoins de ceux qui y travaillent en raison de blessures et autres dysfonctions coûteuses à tous les points de vue et donc qui réduisent la productivité, on devrait revoir dans une certaine mesure le processus de conception d'un chantier de construction en y intégrant des aspects techniques de la sécurité et les considérations associées à la présence des travailleurs. Ce faisant on éliminerait à la source les dangers en concevant des chantiers plus ergonomiques.

Il n'y a qu'à observer les techniques de travail utilisées dans le secteur de la construction industrielle et commerciale pour constater qu'il est possible de concevoir des méthodes de travail, des solutions

techniques et administratives et des mécanismes de contrôle qui permettent d'améliorer la sécurité des travailleurs. Dans le secteur industriel et commercial, il existe une certaine normalisation des méthodes de travail et des équipements qui même si elle est loin d'être parfaite, demeure supérieure à ce qu'on retrouve dans le secteur résidentiel/domiciliaire. En effet, une telle normalisation est à toutes fins pratiques inexistante dans le secteur résidentiel/domiciliaire ce qui fait en sorte que la prévention y est difficile. Ce manque de normalisation crée de l'incertitude pour les travailleurs en ce qui a trait à la progression des travaux de construction. Cette incertitude fait en sorte que la coordination et la sécurité du travail en équipe sont souvent déficientes. Les solutions de grands chantiers sont évidemment difficiles à appliquer sur de petits chantiers du secteur domiciliaire, car les caractéristiques de ces derniers sont très différentes. En effet, plusieurs problèmes liés aux échafaudages sur les petits chantiers proviennent du fait qu'on y a transporté la technologie des gros chantiers. Les échafaudages à cadres métalliques en sont un exemple frappant. Même s'ils permettent de faire le travail, ils constituent des solutions moins qu'adéquates. Les difficultés d'amarrage de ces équipements sur les petites constructions offrent un bel exemple: le simple fait que les échafaudages ne soient jamais amarrés à la bâtisse révèle un problème. Il est permis de croire que les équipements et méthodes de travail des grands chantiers pourraient certainement être adaptés pour mieux répondre aux besoins spécifiques des petits chantiers tel que le propose Mercier (1986). Il semble cependant que relativement peu de travail soit effectué en ce sens à l'heure actuelle.

En ce qui concerne l'accès à la zone de travail et la qualité de la surface de support du travailleur sur les petits chantiers étudiés, la bâtisse en construction ne comporte jamais un plancher de travail adéquat pour le travailleur et il semble que les équipements disponibles qu'on appelle échafaudages de service ne permettent pas de combler cette lacune de façon satisfaisante tant d'un point de vue économique, de sécurité et d'ergonomie. Ceci est bien démontré par le fait que ces équipements sont peu ou pas utilisés durant certaines étapes de la construction (ex. assemblage du plancher et des murs) ce qui fait que les travailleurs sont exposés à des risques non négligeables. Rappelons ici que les études rapportent que près des trois quarts des accidents par chute n'impliquent d'aucune façon des équipements d'échafaudage ce qui peut indiquer que ces équipements sont sous-utilisés mais aussi, que les occasions de chuter d'un bâtiment en construction sont potentiellement nombreuses.

Durant certaines étapes de la construction, les équipements d'échafaudage sont utilisés parce qu'il est impossible de faire autrement. Dans ce cas, la sécurité des travailleurs n'est pas nécessairement assurée. Certaines études rapportent que plus du quart des accidents par chute associés à un échafaudage n'impliquent aucun dommage à cet équipement ce qui peut indiquer que ces équipements ou la façon dont ils sont utilisés ne protègent pas complètement contre les chutes. Lors de la pose de la brique par exemple, on n'a pas le choix d'utiliser ou non des échafaudages à cadres en raison des charges relativement élevées qui sont mises en jeu; c'est le seul équipement disponible qui nous permette d'accomplir ce type de travail sur les petits chantiers. Cependant, bien qu'ils soient utilisés, ces équipements ne protègent pas toujours les travailleurs contre certains risques tels que les chutes de hauteur, principalement parce que ces équipements ne permettent pas de s'adapter aux particularités des petits chantiers de construction. Ce sont des équipements qui ont été conçus pour de gros chantier et qu'on a importé dans les petits faute de mieux. Par exemple, deux cas typiques de manque de flexibilité de ces équipements sont leur amarrage à la bâtisse ou les problèmes que pose leur installation le long de murs qui ne sont pas parfaitement rectilignes ou qui comportent des particularités architecturales telles que des balcons. Dans ces situations, il est souvent impossible d'assembler un échafaudage sécuritaire selon les techniques proposées étant donné les contraintes de temps. Une portion de l'échafaudage ou un dispositif de sécurité doit alors être improvisé. Dans le cas de l'échafaudage lui-même, on finit toujours par trouver le moyen de s'accommoder parce qu'on n'a pas le choix; il faut faire le travail (ex. Figures 85 et 86). Mais, dans le cas des dispositifs de sécurité, on laisse généralement tomber parce que de toutes façons le travail peut se faire sans eux. De la même façon que pour les équipements d'échafaudage, les équipements de protection existants sont rarement conçus en fonction des besoins des constructions de petites dimensions. On peut être tenté d'attribuer bon nombre de situations à risque tel que l'absence de garde-corps ou d'amarrage à la négligence des travailleurs. Cependant, lorsqu'on constate de visu le peu de convivialité ou la piètre utilisabilité des

équipements disponibles en regard des contraintes nombreuses et variées dans lesquelles le travail se déroule sur les petits chantiers alors on est amené à pointer du doigt la conception des équipements et plus globalement celle du processus de construction plutôt que les travailleurs. Évidemment, le travailleur est une cible plus facile parce qu'il est celui qui utilise les équipements et à qui les accidents arrivent.

Un autre bel exemple de problèmes inhérents aux échafaudages de service sur les petits chantiers est celui de la pose des bardeaux sur le toit. Pour cette étape, les travailleurs devraient idéalement pouvoir bénéficier au minimum d'un plancher de travail tout autour de la bâtisse puisque ce travail se fait essentiellement sur une pente et ce, en hauteur. À l'heure actuelle, le type d'équipement qui permettrait le mieux de réaliser un tel plancher de travail est l'échafaudage à cadres métalliques muni d'un plancher pleine largeur. Cependant, le temps que le couvreur mettra à assembler puis à démanteler ses échafaudages —environ 16 heures-hommes pour la construction type décrite plus haut— sera presque aussi long, en supposant qu'un engin de levage est disponible sur le chantier, au temps qu'il lui faudra pour poser les larmiers et le bardeau —environ 20 heures-hommes—: le temps de préparation est presque aussi long que le temps de travail utile! L'utilisation de ces équipements entraînerait donc des coûts prohibitifs pour cet entrepreneur à moins que les équipements ne soient déjà en place, ce qui n'est pratiquement jamais le cas. En effet, dans les rares occasions où des équipements de maçons pleine hauteur pourraient être présents, ils ne feraient alors pas le tour de la bâtisse parce que le briquetage s'effectue toujours sur une face à la fois ou deux au maximum. Les maçons n'investissent pas inutilement dans un inventaire d'équipement d'échafaudage qui leur permet de faire le tour de la bâtisse d'autant plus qu'ils ne sont jamais assez nombreux pour travailler sur plus d'une face de la bâtisse à la fois: on démonte les échafaudages sur une face pour les assembler sur une autre face. L'installation des fermes de toit et le recouvrement du toit posent exactement le même problème.

Une des caractéristiques inhérentes aux petits chantiers, est le fait que le travail se déroule sur une période relativement courte et qu'une proportion importante du travail n'est pas stationnaire, c'est-à-dire que les déplacements sont nombreux sur une zone de travail relativement étendue (ex. pose des fermes de toit). Dans de telles conditions, les échafaudages à cadres nécessitent un temps de préparation (installation et démantèlement) trop long et donc on tente par tous les moyens de les éviter. Helander (1991) rapporte que les travaux de toiture sont les plus dangereux de toute l'industrie en partie parce que les mesures de sécurité sont négligées. L'auteur rapporte que bien que la meilleure façon d'éviter les accidents associés à ce genre de travaux soit de fournir des garde-corps en bordure du vide et autres dispositifs de sécurité, il apparaît que ces équipements ne sont pas toujours fonctionnels ni adéquats. Dans le contexte des chantiers domiciliaires, cette constatation est tout à fait à point et s'applique particulièrement bien aux échafaudages à cadres métalliques.

À l'opposé des travaux de toiture, la pose de la brique est un travail relativement stationnaire —qui évolue lentement—. C'est pour ces travaux qu'on retrouve l'utilisation généralisée des échafaudages à cadres métalliques. Cependant, étant donné le coût de plus en plus élevé de la maçonnerie et celui comparativement plus faible des revêtements d'aluminium et de plastique, on peut s'attendre à ce que les problèmes inhérents à l'installation et à la sécurité des échafaudages à cadres deviennent de plus en plus criants tel qu'observé à la section portant sur la description des risques lors de la pose des revêtements légers.

Dans des conditions où les équipements d'échafaudage sont trop longs à installer et à démanteler, le travailleur tentera de modifier du mieux qu'il le peut et avec les matériaux et équipements disponibles sa situation de travail ("en utilisant les moyens du bord") pour pouvoir avoir accès à la zone de travail et se doter d'une certaine forme de support pour le travail. Les échafaudages non sécuritaires sont donc très fréquents (ex. Figures 26, 83 et 106). Les considérations de sécurité deviennent alors très secondaires face à l'objectif principal qui est de terminer le travail dès que possible: la contrainte de temps avec laquelle tous les travailleurs du secteur domiciliaire doivent composer est importante. La déréglementation récente n'améliorera certainement pas les choses. La construction d'un échafaudage de fortune peut dans certaines circonstances devenir une perte de temps qu'on ne peut pas se permettre

surtout si elle n'est pas essentielle (ex. non utilisation des échafaudages temporaires dans la construction de la charpente de toit des résidences unifamiliales, Figures 42 et 43). L'assemblage et le démantèlement de tout autre équipement d'échafaudage dans le but d'accroître la sécurité du travail nécessiteraient un temps encore plus long et donc sont totalement hors de question. Dans ces conditions, on comprendra que les échafaudages utilisés ont des objectifs strictement utilitaires et non de sécurité. Ceci a pu être confirmé à maintes reprises par les observations sur le terrain et lors d'entrevues avec différents travailleurs et entrepreneurs: dans un contexte de compétition féroce, de travail au noir, d'insécurité constante face à l'emploi et d'incertitude quant aux intempéries, le temps est une ressource qu'on n'est pas prêt à perdre à s'échafauder simplement pour pouvoir effectuer un travail plus sécuritaire.

Une forte proportion des travailleurs interrogés dans l'étude de Bourdouxhe et al. (1987) affirment que les accidents par efforts excessifs et par chutes pourraient être évités avec l'aide d'équipements appropriés. D'après les observations effectuées ici, il semble cependant que pour le secteur domiciliaire spécifiquement, les équipements appropriés semblent rarement exister ou être disponibles. Les équipements permettent parfois de faire une partie du travail —ex. engin de levage du camion de livraison pour hisser les paquets de panneaux de 4' x 8' sur le toit— mais jamais entièrement —ex. manutention manuelle de chacun des panneaux pour le recouvrement du toit—. La contrainte de temps à laquelle les travailleurs sont soumis dans ce secteur et dans certains cas, les coûts additionnels que représente l'usage d'équipements "appropriés" viennent renforcer davantage cette situation.

Outre les lacunes de conception, la contrainte de temps explique en partie le fait que les équipements de sécurité tels que filet, ceinture, garde-corps et amarrages ne sont jamais utilisés. En plus d'être un casse-tête parce que difficiles à installer dans plusieurs situations, ces équipements sont à tout le moins longs à installer en proportion du temps utile travaillé. Ils nécessitent habituellement un temps supplémentaire au-delà du temps d'assemblage et de démantèlement des équipements d'échafaudage, parfois nécessaires pour l'accomplissement du travail. En bref, l'installation des équipements de sécurité ne contribue pas à faire avancer le travail. Aussi, l'utilisation dans certains cas (ex. ceinture sur un échafaudage à cadres) gêne le travail de façon significative ce qui devient totalement inacceptable pour les entrepreneurs de petits chantiers. Enfin, les équipements de sécurité sont des composantes supplémentaires qui s'ajoutent au-delà de celles qui sont nécessaires à l'échafaudage et aux outils nécessaires à l'accomplissement du travail. Ces composantes supplémentaires impliquent donc des coûts et une certaine attention (transport, installation, entretien) qu'on n'est visiblement pas prêt à assumer. Pour rendre ces équipements plus acceptables, il faudrait en minimiser la gêne durant le travail et le temps d'installation pour tous les travailleurs (convivialité des équipements). Ceci nécessite la conception de nouveaux équipements en fonction des besoins spécifiques de la construction domiciliaire.

Une approche plus prometteuse serait d'éliminer la nécessité d'avoir recours à l'installation des équipements de sécurité en intégrant les caractéristiques de sécurité et d'ergonomie à même les équipements d'échafaudage et du chantier en construction. De toute évidence, une telle approche nécessitera de revoir complètement l'ensemble du processus de construction, car il ne s'agit pas simplement d'alourdir et de rendre plus complexes les équipements actuels en y ajoutant des dispositifs de sécurité.

Les avenues de solutions qui ont été proposées dans ce document ne doivent pas être considérées comme des solutions finales: ce sont des avenues de solution à explorer. Ces suggestions ont été formulées dans le but de fournir au concepteur éventuel des idées de départ pour une réflexion. Les solutions éventuellement implantées devraient permettre de réduire l'exposition dans chacun des types de risque dont il a été question ici. La description des situations de travail à risque qui a été faite ici fournit suffisamment d'information de départ pour l'identification de solutions techniques faisables. Les trois caractéristiques minimales des solutions qu'on devrait envisager d'implanter de façon définitive devraient être les suivantes:

- amélioration de la sécurité des travailleurs sans gêner ni ralentir le rythme de travail;
- temps d'installation et de démantèlement négligeable sinon nul en regard du temps utile travaillé pour l'étape où cette solution est utilisée;
- coût d'acquisition relativement faible.

L'amélioration de la sécurité ou l'élimination (sinon la réduction) des risques décrits plus haut est l'objectif principal visé. Cependant, si cet objectif est atteint au prix d'un ralentissement du travail, la solution ne sera jamais adoptée par les travailleurs. Les temps d'installation et de démantèlement d'équipements d'échafaudage ou de sécurité sont considérés comme perdus, car ils ne contribuent pas à faire avancer les travaux de construction. Comme les travailleurs le rapportent souvent, "les échafaudages sont un mal nécessaire". Dans le même ordre d'idée, on pourrait ajouter que les équipements de protection ou de sécurité sont un "mal qui n'est pas nécessaire" alors pourquoi s'en embarrasser. Par ailleurs, une solution qui nécessiterait un certain temps de mise en oeuvre mais qui permettrait d'obtenir un gain en temps équivalent pour les travaux de construction eux-mêmes aurait de meilleures chances d'être acceptée dans la mesure où les coûts d'acquisition ne seraient pas trop élevés. Dans ce dernier cas, il faut considérer que dans le secteur de la construction domiciliaire, les "petits" entrepreneurs sont nombreux. Ils n'ont pas les moyens d'investir des sommes importantes pour des équipements coûteux surtout dans le contexte économique actuel.

Des recommandations visant à améliorer la sécurité du travail sont souvent formulées dans la littérature portant sur les accidents de travail associés à l'utilisation des échafaudages. Les recommandations à l'effet:

- qu'une meilleure formation et information des travailleurs concernant la qualité et la sécurité de l'environnement de travail;
- qu'une meilleure organisation de la sécurité sur le chantier;
- qu'un effort soit fait de la part des entreprises pour respecter les normes et la réglementation (pour les installations temporaires en particulier);
- que l'intégration de la sécurité à la planification, à la gestion et à l'organisation du travail sur le chantier;
- que les entreprises veillent à la qualité des matériaux utilisés et à l'usage d'équipements appropriés;
- que les montages et démontages d'échafaudages soient faits en respectant les modes opératoires préconisés par les manufacturiers;
- qu'on devrait utiliser les échafaudages en fonction de leur capacité de charge;
- qu'on s'attache durant le montage et le démontage des équipements d'échafaudage;

contribueraient à réduire les accidents dans le secteur domiciliaire spécifiquement ne sont pas réalistes et peuvent même être choquantes pour beaucoup d'intervenants de ce secteur. Tel que les observations le montrent ici, le problème de base en est un de conception d'équipements et de conception du processus de construction et non de sensibilisation ou de formation des travailleurs et autres intervenants à la sécurité. De façon générale, les matériaux utilisés sont appropriés et de qualité pour le travail qu'il y a à faire. Le problème se situe au niveau des équipements. L'intégration des mesures de sécurité actuelles à la planification, à l'organisation et à la gestion auraient pour effet net de ralentir le rythme du travail significativement. Dans le contexte socio-économique actuel de la construction dans le secteur domiciliaire, aucun entrepreneur ne fera cette intégration s'il n'est pas convaincu au préalable que tous feront comme lui. Autrement, il est voué à disparaître à court terme.

Si les intervenants de la construction rapportent que des équipements et méthodes de travail mieux adaptés pourraient réduire les accidents (ex. dans l'étude de Bourdouxhe et al., 1987), c'est donc qu'ils sont conscients des limites des équipements et des méthodes qu'ils utilisent à l'heure actuelle. Ceci implique aussi qu'ils sont pleinement conscients des risques qu'ils sont obligés de prendre sur une base régulière pour pouvoir faire et continuer de faire leur travail. Il faut donc regarder de plus près les équipements et les méthodes de travail et moins les travailleurs.

Un principe de base en ergonomie stipule que les caractéristiques des équipements définissent la façon dont les opérateurs les utiliseront. Si les équipements sont mal conçus, les opérateurs accepteront de compenser pour des lacunes de conception en adaptant leurs comportements mais ce, à l'intérieur d'une certaine limite acceptable déterminée par le contexte dans lequel les équipements sont utilisés (le contexte de travail). Un second principe dit qu'il est plus facile de modifier l'équipement que de modifier l'opérateur pour atteindre un objectif donné. Si à la source, l'équipement (ex. échafaudage) n'est pas sécuritaire pour une utilisation normale dans le contexte du travail, alors l'utilisation sera fort probablement non sécuritaire. Le fait d'utiliser des équipements de sécurité avec l'équipement de base (ex. l'échafaudage) pourrait potentiellement en améliorer la sécurité (comportement compensatoire). Cependant, étant donné le contexte de travail (i.e., contrainte de temps, compétition, etc.) et le fait que les lacunes de conception des équipements de sécurité sont telles qu'ils sont difficiles à utiliser et relativement longs à installer, l'usager s'en désintéresse complètement plutôt que de tenter de compenser pour les lacunes. Dans ce contexte, il est futile de former, d'informer, de gérer, d'organiser ou de planifier. D'ailleurs, l'étude du Bureau of Labor (1980) rapporte que les deux tiers des victimes d'accidents impliquant des échafaudages avaient déjà reçu une formation sur les moyens de sécurité associés à ces équipements. Par conséquent, les recommandations à l'effet que des mécanismes de sécurité particulièrement adaptés aux petits chantiers fassent partie des priorités de recherche ont beaucoup plus de chance de porter fruit si elles sont suivies. Dans le même sens, les recommandations à l'effet de rendre disponibles les équipements et outillages dans le but de diminuer les efforts de manutention sont réalistes dans la mesure où certains de ces équipements existent (ce qui pose un problème en partant) et où l'usage de ces équipements ne ralentit pas le rythme du travail. Aussi, le coût d'acquisition et d'utilisation de ces équipements doit être conséquent avec les capacités de payer des intervenants: dans le secteur domiciliaire les "petits" entrepreneurs sont légion. À l'heure actuelle, la recommandation à l'effet de développer des solutions techniques nouvelles par la recherche et le développement incluant le développement de normes spécifiques au secteur domiciliaire apparaît la plus réaliste et la plus prometteuse.

Dans cet ordre d'idées, si on tient compte d'une part, des résultats d'études d'accidents qui démontrent que les chutes de moins de 3 m ont des conséquences aussi graves que les chutes de plus de 3 m et d'autre part, de la durée d'exposition élevée aux chutes de la présente étude on devrait éventuellement envisager de modifier le Code de sécurité pour les travaux de construction pour qu'il prévoient une meilleure protection contre les chutes de faible hauteur. Pour être efficace cependant, cette modification au Code devrait être accompagnée du développement d'équipements et de méthodes de travail appropriés pour ce secteur de la construction.

Un des objectifs initiaux de ce projet de recherche était de comparer les différents équipements d'échafaudage utilisés sur les petits chantiers selon divers critères qui devaient être établis durant le projet afin d'identifier si possible, le meilleur équipement. Une telle comparaison est difficile à réaliser et plutôt inutile, car chacun des dispositifs d'échafaudage a des caractéristiques propres très différentes des autres dispositifs. En d'autres termes, chaque dispositif d'échafaudage a été conçu pour des travaux particuliers. Par exemple, pour le revêtement d'aluminium ou de plastique, le "Pump Jack" est beaucoup plus fonctionnel que l'échafaudage à cadres si on exclut les aspects de sécurité. Par contre, pour les travaux de maçonnerie, seul l'échafaudage à cadres peut être utilisé. Des échafaudages à tour et plate-forme existent pour les travaux de maçonnerie mais ils sont utilisés uniquement sur les grands chantiers en raison de leurs grandes dimensions et de leur temps d'installation important. En fait, l'usage de l'échafaudage à cadres pour la pose de revêtement léger est en quelque sorte une anomalie, car cet équipement ne possède pas les caractéristiques désirables pour ce genre de travail. L'utilisation des échafaudages à cadres pour ces travaux tient probablement au fait que c'est un type d'équipement largement disponible, facile à utiliser et dont le coût d'acquisition ou de location est très bas. Ce n'est pas le cas des autres types d'équipement. Pour effectuer une comparaison des différents équipements d'échafaudage, il faudrait que ces équipements aient été conçus pour le même type d'usage et soient utilisés en conséquence. Or, ce n'est pas le cas.

Pour améliorer la sécurité du travail avec ou sans les équipements d'échafaudage, deux avenues prometteuses se présentent. D'une part, on peut tenter d'améliorer ou même de modifier les équipements disponibles à l'heure actuelle tout en modifiant aussi dans la mesure du possible et au besoin les caractéristiques de la bâtisse en construction. En ce sens, une avenue de solution qui serait relativement intéressante à explorer plus à fond serait de concevoir un échafaudage qui ceinturerait la construction en cours et qui évoluerait avec celle-ci. À toutes les étapes, il y aurait un plancher de travail d'une surface appropriée et d'une qualité acceptable. Ce plancher de travail extérieur muni de garde corps permettrait d'éliminer en bonne partie les risques de chute de hauteur, de plain-pied et d'effondrement lors des déplacements nombreux requis par le travail. La hauteur de ce plancher pourrait être rapidement et facilement ajustable en fonction des besoins spécifiques de la construction. De plus, une telle solution permettrait de réduire le temps passé par les travailleurs à monter et à démonter successivement des installations temporaires ce qui contribuerait à réduire les accidents par efforts excessifs. Cette solution permettrait de faciliter grandement les déplacements de sorte qu'un gain de productivité apparaît définitivement possible. Cette idée nécessitera cependant une réflexion plus approfondie avant qu'elle puisse se concrétiser. Par exemple, cet échafaudage devrait permettre l'approvisionnement facile en matériaux par les ouvertures de la bâtisse pour les travaux de finition qui sont faits en parallèle à l'intérieur. Les échafaudages à cadres métalliques posent ce problème d'approvisionnement à l'heure actuelle selon 62% des travailleurs interrogés. Aussi, à moins qu'on ne modifie radicalement les méthodes de travail, il faudrait imaginer des dispositifs d'échafaudage qui seront utilisés à l'intérieur du périmètre de la bâtisse comme pour la pose des fermes de toit: celles-ci doivent être supportées par le centre et on doit avoir un accès en hauteur au centre de la bâtisse.

L'autre avenue possible de solution consiste en l'usage plus important de composantes préfabriquées. De telles composantes permettrait de réduire le travail en hauteur et dans de mauvaises postures. Aussi, elles favoriseraient le travail à l'intérieur de l'enceinte de la bâtisse là où les planchers sont stables et de dimensions adéquates. Cette approche serait particulièrement indiquée pour l'érection de la charpente et la construction du toit. Une telle approche permettrait certainement de réduire significativement le temps nécessaire à ces opérations sur le chantier. Ainsi, une portion plus importante du travail serait effectuée en usine, c'est-à-dire là où les aspects de sécurité du travail sont plus faciles à implanter et à maintenir, où des moyens de production sophistiqués peuvent être utilisés et perfectionnés et où les intempéries ne constituent pas une menace. Des dispositifs d'échafaudage demeureraient nécessaires cependant pour les travaux de maçonnerie et de finition extérieure (groupe de tâches #6 et #7).

À l'heure actuelle, aucun équipement existant ne semble offrir les caractéristiques de base permettant de répondre adéquatement aux besoins des petits chantiers d'un point de vue sécurité et de productivité. Réduites à leur plus simple expression, ces caractéristiques sont un accès sécuritaire à la zone de travail et un plancher de travail sécuritaire et ergonomique. Il faudra donc imaginer de nouveaux équipements ou modifier ceux qui existent. Des équipements comportant certaines de ces caractéristiques semblent exister pour les chantiers de plus grande importance. Ce sont entre autres, les échafaudages à tour et plate-forme. Toutefois, ces équipements sont encore beaucoup trop encombrants et coûteux pour être utilisés sur les petits chantiers: c'est pourquoi on ne les y voit jamais.

## Conclusion

L'observation d'une partie du processus de construction d'un édifice multilogement de quatre étages ou moins a permis de mettre en évidence de nombreuses situations de travail à risques reliées à l'utilisation ou non des échafaudages extérieurs durant le travail. Ces situations de travail à risque sont variées et sont associées principalement à des lacunes de conception des divers équipements d'échafaudage disponibles en relation avec les caractéristiques particulières du travail effectué sur les petits chantiers du secteur résidentiel/domiciliaire. Les observations ont aussi permis d'identifier cinq types de risque relativement communs à toutes les étapes du processus de construction et à estimer la proportion du temps travaillé où les travailleurs sont exposés à chacun de ces types de risque.

Les observations permettent de mettre en évidence le fait que la présence de ces situations de travail à risque est associée à deux problèmes constants auxquels le travailleur doit faire face: l'accès à la zone de travail et la qualité du plancher de travail ou de support du travailleur durant le travail. Les observations ont permis d'illustrer dans différents contextes ces deux problèmes et de mettre en lumière beaucoup de lacunes inhérentes aux équipements d'échafaudage et de sécurité existants. Ces deux problèmes sont associés à un processus de construction qui n'intègre pas dans sa conception même la sécurité et la productivité des travailleurs: "les chantiers ne sont pas ergonomiques". Par conséquent, les travailleurs doivent pallier à cette lacune en tentant de modifier comme ils le peuvent et ce, avec les moyens limités disponibles, leur situation de travail. Lorsque la contrainte de temps, une caractéristique typique de ce secteur, est prise en compte, on comprend que le temps investi pour modifier la situation de travail ou en d'autres termes, pour s'échafauder, est maintenu au strict minimum: ce temps ne contribue pas de façon stricte à l'avancement de la construction de sorte qu'il est considéré comme perdu. Dans tous les cas où c'est possible, on évitera de s'échafauder. Si le temps de s'échafauder est inacceptable alors le temps de s'échafauder pour permettre un travail en toute sécurité, lequel est beaucoup plus long à cause de la mauvaise adaptation des équipements disponibles aux besoins qu'ils sont supposés combler, est encore moins acceptable. L'usage d'équipements de sécurité nécessite un temps supplémentaire qui se situe au-delà du temps requis pour s'échafauder, déjà considéré inacceptable. Toute formation des travailleurs ou norme doit tenir compte de cette réalité.

L'observation du processus de construction a permis de fournir une description détaillée des situations de travail à risque ce qui constitue une étape préalable au développement de solutions techniques viables. C'est en décrivant les caractéristiques des situations de travail qu'on en arrive à identifier les origines des risques et qu'on est en mesure de concevoir pour les éviter et ce, tout en prenant en compte les diverses contraintes. De toute évidence, la solution aux problèmes rencontrés apparaît dans l'intégration des caractéristiques de sécurité au processus même de construction. Ceci implique que ce processus doit être revu en entier et qu'à chacune de ses étapes on doit tenter d'intégrer dans la mesure du possible, l'accès sécuritaire et adéquat à la zone de travail que ce soit en modifiant la bâtisse ou les équipements d'échafaudage. Pour cette révision du processus, on devra mettre l'emphasis sur l'étude des méthodes et outils de travail et tenter de les normaliser dans la mesure du possible. Les solutions identifiées pour les édifices multilogements de quatre étages ou moins pourront aussi être appliquées dans une large mesure aux constructions unifamiliales puisque les techniques de construction ainsi que les travailleurs y sont les mêmes.

## Références

- Bourdouxhe, M., Champoux, D. et Mercier, L. (1987). *Étude exploratoire des accidents en construction sur l'île de Montréal*. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- Bureau of Labor (1980). *Survey of scaffold accidents*. Washington, D.C.: Bureau of Labor.
- Calavre, G. et Galibois, A. (1987). *Étude de la cause probable de l'effondrement d'un échafaudage sur le chantier de construction des Condominiums du Séminaire à St-Georges*, pour la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec. Georges Calavre et Associés Inc. Experts-Conseils. Ste-Foy, Québec.
- Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (1991). *Choisissez vos outils et machines pour exécuter un travail déterminé - Guide Série 4 - Échafaudages*. 2e édition revue et augmentée. Québec: Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec.
- Côté, J. (1991). *Analyse du travail, analyse des tâches et développement d'un indice d'exposition aux risques de chute pour la construction d'un édifice multilogement de quatre étages et moins*. Mémoire de maîtrise non publié. Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec.
- Dugas, R. (1985). *Fréquences des dérogations aux articles de Code de sécurité pour les travaux de construction*. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- Gouvernement du Québec (1990). *Code de sécurité pour les travaux de construction - S-2.1, r.6*. Éditeur officiel du Québec.

- Helander, M. G. (1991). Safety hazards and motivation for safe work in the construction industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 205-223.
- Holmström, E. B., Lindell, J. et Moritz, U. (1992). Low back and neck/shoulder pain in construction workers: Occupational workload and psychosocial risk factors. *Spine*, 17(6), 663-671.
- Institut National de Recherche en Sécurité (1985). *Conseils aux utilisateurs d'échafaudages de service*. Paris: INRS.
- Luttmann, A., Jäger, M. et Laurig, W. (1991). Task analysis and electromyography for bricklaying at different wall heights. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 247-260.
- Martinez, A. (1993). Les accidents survenus lors de l'utilisation d'échafaudages. *Cahier des Comités de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics*, #278, 19-23.
- Mercier, L. (1986). *Analyse de contenu des rapports d'enquête d'accidents graves et mortels chez les charpentiers-menuisiers*. Montréal: Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.
- Snook, S. H. et Ciriello, V. M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*, 34, 9, 1197-1213.

## **ÉTUDE CONNEXE #1: ÉVALUATION DES EXIGENCES PHYSIQUES DU TRAVAIL D'ASSEMBLAGE ET DE DÉMANTELEMENT D'ÉCHAFAUDAGES À CADRES MÉTALLIQUES**

Le texte de cette section résume les résultats et les conclusions qui ont déjà été publiés dans deux articles scientifiques (Imbeau et al., 1995; Imbeau et al., 1992).

L'analyse des accidents de la CSST faite à la première section de ce rapport a permis de mettre en évidence un nombre relativement élevé d'accidents conséquents à la manutention de composantes d'échafaudage lors des phases d'assemblage et de démantèlement de ces équipements. Ces accidents se traduisent souvent par des conflits disco-ligamentaires conséquents à des efforts excessifs, donc des blessures relativement graves. Ces accidents ne peuvent être reliés à un type particulier d'échafaudage cependant comme le type à cadres métalliques est de loin le plus utilisé, il est très probable que ces accidents y soient en majorité associés. De plus, le poids élevé des composantes des échafaudages à cadres et la manutention manuelle considérable que leur installation et leur démantèlement requièrent sont compatibles avec la littérature qui rapporte que les travailleurs spécialisés dans l'érection d'échafaudages ont une prévalence plus élevée de maux de dos et sont en moyenne plus jeunes que les autres travailleurs de la construction (Holmström, Lindell et Moritz, 1993; Helander 1991).

Par ailleurs, le poids des composantes des échafaudages à cadres métalliques (cadre de 5 pieds: 22 kg, cadre de 6 pieds: 29 kg, madrier sec de 12 pieds: 21 kg) est bien au-delà des poids maximum admissibles pour les levers de charge (Snook et Ciriello, 1991). À titre d'exemple, l'utilisation de l'équation révisée du NIOSH (Waters, Putz-Anderson, Garg et Fine, 1993) indique que le poids maximum d'une composante étant donné les diverses caractéristiques du travail d'érection d'échafaudage dont cette équation tient compte, serait d'environ 6.8 kg. Cette valeur est valable pour des opérations de lever seulement. Puisque le travail d'érection d'échafaudage comporte d'autres opérations de manutention manuelles (ex. baisser, transporter), cette valeur doit être révisée à la baisse selon les auteurs de cette équation. L'utilisation des tables de Snook et Ciriello (1991) nous permet d'en arriver à un poids similaire lorsqu'on accommode 90% de la population des hommes soit une bonne pratique de conception. Les valeurs de poids maximum publiées dans la littérature devraient être révisées à la baisse pour tenir compte de conditions de manutention non standard qui sont présentes durant le travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages. Quelques-unes de ces conditions sont: plancher de travail étroit (un seul ou deux madriers), charge mal équilibrée (dans le cas des cadres de 6 pieds en particulier), plancher inégal (madriers qui se chevauchent), rigidité inégale du plancher, manutention en hauteur et effet du vent.

Une étude physiologique visant à évaluer les exigences physiques du travail d'érection d'échafaudage à cadres métalliques a donc été élaborée en vue de renforcer le lien entre les statistiques d'accidents associés à la manutention des échafaudages et les échafaudages à cadres métalliques.

### **Méthodologie**

Dans cette étude, quatre sujets assistés de deux aides devaient assembler puis démanteler successivement deux colonnes d'échafaudage, l'une faite de cadres de 5 pieds et l'autre de cadres de 6 pieds, leur permettant d'atteindre une hauteur de travail d'environ 8.4 m (un peu plus de 27 pieds) du sol. Deux des sujets avaient une bonne expérience du travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres (ce sont les experts, âgés de 36 et 41 ans) alors que les deux autres en avaient utilisés à l'occasion (les novices, âgés de 26 et 34 ans).

La base de l'échafaudage était déjà préparée (à l'aide de demi-cadres) dans le but d'éliminer les délais très variables généralement associés à cette étape. Les sujets devaient choisir un rythme de travail normal pour cette tâche et observer les consignes de sécurité habituelles (ex. utiliser le harnais de sécurité en tout temps, ne pas simplement laisser tomber les équipements du haut de l'échafaudage lors

du démantèlement, etc.). Ils devaient utiliser un câble pour hisser les composantes au haut de l'échafaudage (i.e., méthode fréquente). Un harnais de sécurité était fourni et les sujets devaient s'attacher au-delà d'une hauteur de 3 m conformément à la réglementation québécoise. Le nombre de madriers à utiliser était fixe.

L'assemblage et le démantèlement de chacune des colonnes étaient précédées d'une pause d'environ 15 minutes, dans la posture assise à l'intérieur pour obtenir une valeur du pouls de repos (température ambiante  $\approx 21^{\circ}\text{C}$ ). Entre chaque opération d'assemblage et de démantèlement, le sujet devait se reposer au moins cinq minutes avant d'entreprendre l'opération suivante.

Les températures extérieures oscillaient entre  $-1^{\circ}\text{C}$  et  $5^{\circ}\text{C}$  lors de l'étude. Les travailleurs ont rapporté que ces températures étaient idéales pour ce travail.

Durant chaque opération d'assemblage et de démantèlement, la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène étaient mesurées en continu au moyen d'équipements portatifs. En tout six essais ont été réalisés.

### **Sommaire des résultats, discussion et conclusion**

Globalement, sauf pour les sujets novices, les valeurs de fréquence cardiaque moyennes durant le travail dépassaient largement les 135 bpm soit la limite de sécurité préconisée par Monod et Pottier (1981) pour le travail physique dynamique. Les valeurs de fréquence cardiaque enregistrées montrent que le travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres tels qu'effectués dans cette étude peuvent être catégorisés comme du travail physique dur à très dur selon l'AIHA (1971). Les résultats concernant la consommation d'oxygène supportent cette conclusion. L'intensité de ce type de travail est telle qu'il ne peut être maintenu plus d'une heure en moyenne par un travailleur masculin jeune et en bonne santé (Rodgers, 1986). Par conséquent, des pauses adéquates doivent être allouées pour la récupération durant ce type de travail. Selon Rohmert (1973), une allocation de repos correspondant à 40% du temps travaillé devrait être allouée durant le travail d'assemblage et de démantèlement d'échafaudage à cadres métalliques.

Ces résultats renforcent le lien entre les accidents associés aux manutentions d'échafaudage et les échafaudages à cadres métalliques spécifiquement. Comme ce travail consiste essentiellement en de la manutention manuelle, il constitue un risque pour le dos. Les exigences physiques élevées de ce travail sont certainement associées au poids élevé des composantes et aux conditions défavorables dans lesquelles elles sont manutentionnées. Une avenue de solution permettant de rendre le travail plus acceptable sur le plan physiologique serait de fournir des engins de levage sur les chantiers de construction. L'analyse du travail de l'étude principale montre que ces engins ne sont pas toujours disponibles. Une autre avenue de solution serait d'alléger les composantes des échafaudages à cadres métalliques. Cette avenue est explorée en détail dans l'étude connexe qui suit.

L'analyse des résultats a aussi permis de mettre en évidence que la technique de travail utilisée par les experts est beaucoup plus productive que celle des novices: pour une astreinte équivalente, le temps d'accomplissement de la tâche était plus court pour les experts. Cependant, malgré une technique plus productive, le travail demeure exigeant sur le plan physiologique même pour les experts.

Enfin, les résultats montrent que la relation entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène est relativement linéaire pour ce type de travail physique et donc que la seconde peut être facilement estimée à partir de la première en utilisant le résultat d'une épreuve d'étalonnage sur ergocycle (Åstrand et Rodahl, 1986).

## Références

- American Industrial Hygiene Association (AIHA)(1971). *Ergonomic guide to assessment of metabolic and cardiac costs of physical work*. Akron, OH: AIHA.
- Åstrand, P.-O. et Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology - physiological bases of exercise*. 3e édition. New York: McGraw-Hill.
- Helander, M. G. (1991). Safety hazards and motivation for safe work in the construction industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 205-223.
- Holmström, E.B., Lindell, J. et Moritz, U. (1993). Low back and Neck/shoulder pain in construction workers: occupational workload and psychosocial risk factors. Part 1: relationship to low back pain. *Spine*, 17(6), 663-671.
- Imbeau, D., Desjardins, L., Dessureault, P.C., Riel, P. et Fraser, R. (1995). Oxygen consumption during scaffold assembling and disassembling work: comparison between field measurements and estimation from heart rate. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 247-259.
- Imbeau, D., Dessureault, P.-C., Beauchamp, Y. et Courtois, P.-A. (1992). Évaluation des exigences physiques du travail d'assemblage et de démantèlement d'échafaudages à cadres métalliques. Dans *Actes du 14e Congrès de l'Association pour l'Hygiène Industrielle au Québec* (pp. 125-128), Trois-Rivières: Université du Québec à Trois-Rivières.
- Monod, H. et Pottier, M. (1981). Adaptations respiratoires et circulatoires du travail musculaire. Dans Scherrer (Ed.) *Précis de physiologie du travail - Notions d'ergonomie*. (2e ed). Paris: Masson.
- Rodgers, S. H. (1986). *Ergonomic design for people at work - Volume 2*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Rohmert, W. (1973). Problems in determining rest allowances, part 2: Determining rest allowances in different human tasks. *Applied Ergonomics*, 4(2), 158-162.
- Snook, S. H. et Ciriello, V. M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*, 34, 9, 1197-1213.
- Waters, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A. et Fine, L.J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776.

## **ÉTUDE CONNEXE #2: ANALYSE DE LA RÉSISTANCE DES CADRES D'ÉCHAFAUDAGE DANS LE BUT DE LES ALLÉGER POUR RENCONTRER DES CRITÈRES ERGONOMIQUES**

Le texte qui suit est un résumé d'un article déjà paru dans la revue *Travail et Santé*<sup>1</sup>. Cet article porte sur une étude de la résistance des cadres métalliques d'échafaudage aux charges, en vue d'établir la possibilité de les alléger. Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet de recherche principal et fait directement suite aux conclusions de l'étude physiologique résumée à la section précédente.

Plusieurs faits tendent à indiquer que l'assemblage et le démantèlement des échafaudages à cadres métalliques constitue un risque de blessure au dos par efforts excessifs. Tout d'abord, un nombre relativement élevé d'accidents consécutifs à la manutention de composantes d'échafaudage est rapporté et ces accidents se traduisent souvent par des conflits disco-ligamentaires, soit des blessures graves. Ensuite, ce travail nécessite beaucoup de manutention manuelle dans des conditions difficiles et, le poids des composantes ainsi manipulées dépasse largement les valeurs sécuritaires de poids, recommandées dans la littérature sur la manutention manuelle. Aussi, certaines études rapportent que les ouvriers spécialisés dans ce travail ont un taux de prévalence de maux de dos qui est parmi les plus élevés de l'industrie. Enfin, les échafaudages à cadres métalliques sont le type d'équipement d'échafaudage de loin les plus utilisés dans l'industrie de la construction. Selon l'étude physiologique (section précédente), le fait d'alléger les cadres métalliques de ces échafaudages contribuerait à réduire les exigences physiques liées à leur manutention et donc à réduire les risques de blessures au dos.

Une étude portant sur la résistance des cadres de 5' d'échafaudages à cadres métalliques a donc été effectuée dans le but de déterminer s'il est possible de les alléger pour en rendre la manutention manuelle plus acceptable sur le plan physiologique. Cette réduction du poids des cadres ne doit cependant pas se faire au prix d'une réduction de leur capacité à supporter des charges au point où la sécurité des travailleurs qui utilisent ces équipements pendant leur travail soit mise en jeu. Les observations effectuées sur le terrain durant l'étude décrite à la seconde section ont permis d'identifier deux cas de chargement qui sont parmi les plus pénalisants tout en demeurant réalistes pour ces équipements d'échafaudage. Outre ces deux cas de chargement réels, un cas de chargement théorique issu de la littérature a aussi été considéré.

Ces cas de chargement ont été soumis à une étude analytique et ont été comparés aux résultats d'une étude expérimentale sur la résistance de cadres métalliques effectuée antérieurement par d'autres chercheurs. Les résultats montrent que l'approche analytique est très conservatrice en ce qui a trait à l'évaluation des facteurs de sécurité des cadres d'échafaudage sous les divers cas de chargements considérés. Par ailleurs, les essais expérimentaux tendent à démontrer que les cadres étudiés respectent à peine les facteurs de sécurité normalement suggérés par la bonne pratique du génie mécanique et ce pour les cas de chargement étudiés. En d'autres termes, les cadres devraient avoir une résistance accrue pour rencontrer les exigences minimales de sécurité ce qui implique nécessairement qu'ils devraient être plus lourds si l'acier est toujours utilisé comme matériau constitutif principal. Par conséquent, les résultats de cette étude démontrent qu'il est impossible d'alléger les cadres d'échafaudage étudiés sans en réduire la sécurité lorsqu'ils sont utilisés pour les travaux de maçonnerie. Pour alléger ces cadres, c'est-à-dire pour rendre le travail d'installation et de démantèlement des échafaudages à cadres métalliques plus acceptable sur le plan physiologique, il semble qu'on doive se tourner vers de nouvelles conceptions et vers des matériaux autres que l'acier. Par ailleurs, si les cadres étaient utilisés pour des travaux plus légers tels que pour la pose du revêtement d'aluminium (i.e., groupe de tâches #7 de la deuxième section de ce rapport) alors, il serait définitivement possible de les alléger étant donné que les charges mises en jeu durant ces travaux sont beaucoup moins importantes que lors des travaux de maçonnerie.

<sup>1</sup> Raymond, A., Imbeau, D., Dessureault, P.-C. et Courtois, P.-A. (1993). Analyse de la résistance des cadres d'échafaudage dans le but de les alléger pour rencontrer des critères ergonomiques. *Travail et Santé*, 9(4), S20-S23.

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET RETOMBÉES ÉVENTUELLES

La littérature sur les accidents de travail permet définitivement de mettre en évidence des problèmes associés à l'utilisation des échafaudages dans l'industrie de la construction. La principale limite de ce genre d'études est le caractère trop général de l'information qu'elle procure pour une démarche de prévention des accidents du travail qui passe par l'élimination des risques à la source. En effet, les études d'accidents ne fournissent pas une information suffisamment précise sur le contexte du travail pour supporter le processus de développement de correctifs techniques visant à accroître la sécurité du travail. De la même façon, les recommandations formulées dans ces études sont peu applicables, car elles apparaissent souvent déconnectées de la réalité du travail.

L'observation du travail sur les chantiers par contre, fournit une information riche concernant le contexte du travail. Elle permet la description des situations de travail à risque laquelle permet à son tour de saisir la nature des risques durant le travail. Également, elle permet d'identifier les lacunes de conception des équipements existants ainsi que celles des méthodes de travail utilisées. Elle permet aussi, d'apprécier les contraintes inhérentes à l'exécution du travail et à l'utilisation des équipements d'échafaudage. Les situations de travail à risque durant le processus de construction étudié sont associées à deux problèmes constants auxquels le travailleur doit faire face: l'accès à la zone de travail et la qualité du plancher de travail ou de support du travailleur durant le travail. Ces deux problèmes généraux prennent des caractéristiques différentes selon l'étape de la construction. Le bâtiment en construction ne fournit jamais au travailleur un accès à la zone de travail qui soit sécuritaire et ergonomique, pour la partie du processus ayant fait l'objet de cette étude. Il semble que les équipements et dispositifs d'échafaudage utilisés sur les petits chantiers ne permettent pas non plus de répondre à ces deux besoins de façon satisfaisante. Les résultats montrent que les travailleurs sont exposés à divers risques durant la majeure partie du temps travaillé.

Quelques avenues de solutions sont proposées dans le texte en vue de lancer le processus de développement de solutions techniques visant à améliorer la sécurité du travail sur les petits chantiers. Il ressort de cette étude que la réduction à la source des risques sur les petits chantiers observés ne pourra pas être accomplie simplement en ajoutant des équipements de sécurité sur les équipements d'échafaudage existants ni en forçant les travailleurs à utiliser les équipements de sécurité actuellement disponibles. Il faudra plutôt revoir le processus de construction en tenant compte cette fois, de la présence des travailleurs tout au long de ce processus. Cette révision implique que le processus de construction devra être modifié de même que les équipements et les méthodes de travail qui y sont utilisés à l'heure actuelle. Les descriptions contenues dans ce rapport fournissent suffisamment d'information pour permettre à un ou des concepteurs de développer et de procéder à l'essai de correctifs techniques visant à améliorer la sécurité sur les petits chantiers de construction.

Le travail d'assemblage et de démantèlement des échafaudages à cadres peut être catégorisé comme du travail physique dur à très dur. Comme ce travail consiste essentiellement en de la manutention manuelle, il constitue un risque pour le dos. Les exigences physiques élevées de ce travail sont certainement associées au poids élevé des composantes et aux conditions défavorables dans lesquelles elles sont manutentionnées. Par ailleurs, l'étude sur la résistance des cadres des échafaudages à cadres métalliques montre qu'il est impossible d'alléger les cadres d'échafaudage sans réduire davantage la sécurité déjà limite de ces composantes pour les travaux de maçonnerie. Il semble donc que pour rendre le travail d'installation et de démantèlement des échafaudages à cadres métalliques plus acceptable sur le plan ergonomique, il faille revoir la conception de ces équipements.

Suite à un tel projet, il serait facile de formuler une série de recommandations du même type que celles qu'on retrouve dans les études d'accidents. Cependant, ces recommandations auraient peu de chances d'être applicables et risqueraient de demeurer lettre morte parce qu'elles visent très souvent à modifier de quelque façon le comportement des individus qui effectuent le travail. Or, l'essentiel du problème

de la sécurité sur les chantiers n'est pas dû aux travailleurs mais bien au fait que les équipements et les méthodes de travail qu'ils utilisent ne sont pas adaptés au type de travail qu'ils font. Le contexte socio-économique actuel contribue de toute évidence à exacerber ce problème.

Le contexte actuel de l'industrie de la construction fait en sorte qu'il y a peut être trop d'employeurs pour une couverture efficace et uniforme par les inspecteurs de la CSST. Par ailleurs, il est évident que des équipements et/ou des méthodes de travail plus économiques et qui seraient en même temps plus sécuritaires s'imposeraient et s'implanteraient d'eux-mêmes dans l'industrie de la construction. En attendant, il faut se demander si d'une certaine façon, nous ne sommes pas "relativement chanceux" que des individus acceptent d'effectuer un travail relativement dangereux tel qu'il est conçu et ce, avec des équipements qui ne leur offrent souvent pas ou peu de sécurité. Autrement, il n'y aurait pas de construction résidentielle ou alors le prix des constructions serait presque prohibitif.

Les travailleurs et les contremaîtres ont raison lorsqu'ils affirment que les accidents peuvent être évités. La meilleure recommandation qui peut être faite ici, c'est qu'il faut réduire le nombre des études qui évitent au chercheur d'aller sur le chantier. Ce n'est pas en décrivant les effets ou les conséquences d'une situation problématique qu'on peut résoudre durablement et valablement le problème mais plutôt en s'attachant à remédier aux causes qui se trouvent à l'origine de la situation problématique. Il faut donc plutôt mettre l'emphasis sur les études qui se penchent sur les situations de travail réelles et concrètes. Cela implique qu'on doive examiner le processus de construction à la lumière de résultats tels que ceux qui sont contenus dans ce rapport et repenser les équipements d'échafaudage et les méthodes de travail de même que le processus de construction lui-même. Par exemple, il ne s'agit pas simplement d'examiner tel ou tel type d'échafaudage mais il faut plutôt considérer le processus dans son ensemble et dans sa continuité —érection de la charpente, construction puis recouvrement du toit et enfin, finition extérieure—. Tel que les observations l'ont démontré, le fait de rendre les échafaudages à cadres plus sécuritaires par exemple, ne contribuera pas nécessairement à améliorer la sécurité lors du recouvrement du toit puisque des échafaudages ne sont jamais utilisés pour ce travail. Pour revoir le processus de construction, il faudra que les divers intervenants (ex. manufacturiers d'équipement, les manufacturiers de composantes d'habitation, les entrepreneurs, les travailleurs, la CSST, etc.) trouvent une façon de communiquer et de travailler efficacement ensemble ...

La retombée la plus importante de ce projet c'est qu'il fournit suffisamment d'information pour alimenter le processus de développement et d'implantation de correctifs techniques visant à réduire, sur les chantiers d'édifices multilogements de quatre étages ou moins, les cinq types de risque identifiés. La valeur de cette information c'est qu'elle est détaillée et couvre une portion importante du processus de construction. Une telle information était jusqu'ici inexistante et donc ce projet de recherche constitue une première. L'usage de cette information permet maintenant d'amorcer des actions concrètes visant à améliorer la sécurité du travail sur les petits chantiers de construction pour autant qu'on l'utilise. Les divers intéressés sauront-ils saisir l'occasion?